

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Podiplomski program Gradbeništvo  
Komunalna smer

Kandidat:

**Toni Levičnik**

**Objektno modeliranje baze podatkov  
geografskega informacijskega sistema prenosnih  
plinovodov**

Magistrska naloga št. 202

**Mentor:**  
doc. dr. Marijan Žura

Ljubljana, 2. 9. 2008

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **TONI LEVIČNIK** izjavljam, da sem avtor magistrskega dela z naslovom  
**»OBJEKTNO MODELIRANJE BAZE PODATKOV GEOGRAFSKEGA  
INFORMACIJSKEGA SISTEMA PRENOSNIH PLINOVODOV«.**

Ljubljana, 25.9.2008

Podpis

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

**UDK:** 004.3 : 659.25 : 91(043.3)

**Avtor:** Toni Levičnik

**Mentor:** dr. Marijan Žura

**Naslov:** Objektno modeliranje baze podatkov geografskega informacijskega sistema prenosnih plinovodov

**Obseg in oprema:** 102+44 str., 34 sl., 5. pregl., 4. karte

**Ključne besede:** Objektno modeliranje, Geografski informacijski sistem, Sistem celostnega obvladovanja prenosnega omrežja, UML - Poenoteni jezik modeliranja, XML - razširljiv označevalni jezik, podatkovne baze, organizacija, prenosni plinovod

### **Izveček:**

Magistrsko delo »Objektno modeliranje baze podatkov geografskega informacijskega sistema prenosnih plinovodov« obravnava objektno orientiran pristop pri vodenju in organiziranosti podatkovnih baz Geografskega informacijskega sistema. Med važnejšimi vzroki za pristop k izdelavi objektnega modela geografskega informacijskega sistema prenosnih plinovodov je vključevanje omenjenega informacijskega sistema v poslovni informacijski sistem oziroma v sistem celostnega obvladovanja prenosnega omrežja (SCOPO). Načrt izgradnje podatkovnih baz GIS-a je v prvi fazi zajemal vnos podatkov iz analognih virov zato je vodenje projekta sprva temeljilo na pravilnosti zajema podatkov. Temeljna faza je nadgradnja celotnega sistema podatkovnih baz z analizami, ki jih uporabnik pri svojih delovnih procesih potrebuje. V nadaljevanju razvoja se skladno s povezovanjem PIS-a na osnovi objektnega modeliranja lahko omogoči tudi mobilno zajemanje in pregledovanje podatkovnih baz. Posamezne faze magistrske naloge predstavljajo: študij jezika za objektno modeliranje in objektnih modelov ter spletnih standardov za povezovanje OM, analizo doslej znanih objektnih modelov na področju vodenja podatkovnih baz geografskega informacijskega sistema prenosnih plinovodov, izbiro ustrezne rešitve in implementacijo le te za prikaz objektnega modela v sklopu GIS prenosnih plinovodov programskega orodja SDMS (Spatial data management system) in prikaz objektnega modela (osnovna baza). Odpiranje baz podatkov Geografskega informacijskega sistema ostalim aplikacijam v družbi je postala nuja. Za povezovanje naslednjih aplikacij in njihovih podatkovnih baz: PIMS (Pipe line integrity management system), aplikacija za vzpostavitev dokumentnega sistema, aplikacija za vodenje delovnih nalogov, bazami računovodskih služb, GMS-jem (Gas Management System) in ostalimi.

## **BIBLIOGRAPHIC-DOKUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC: 004.3 : 659.25 : 91 (043.3)**

**Author: Toni Levičnik**

**Supervisor: Marijan Žura, Ph. D.**

**Title: Object modelling data base of geographical information system of transmissions pipelines**

**Notes: 102+44 p., 34 fig., 5. tab., 4, maps**

**Key words: Object modelling, geographical information system, Integrity management system of transmission infrastructure, UML - Unified Modelling Language, XML - Extensible Markup Language, data base, organization, transmission pipeline**

### **Abstract:**

The master science thesis work is focused on object modelling data base of geographical information system of transmissions pipelines. The main reason for object modelling geographical information system is integrated in this in business information system of the company and Integrity management system of transmission infrastructure. The first of the system design was digitizing the data. A lot of work was done by checking the data. The main phase was creating an application for making analyze, which was used for client of geographical information system in the organization. In the future is possible to make a development for mobile application to import the data and use for viewing on mobile devices. Phases of the master science thesis work are: studying object modelling language, object models and standards internet services for linking object models, analyzing known object models for gas transmission data bases in geographical information system, choosing the best solution and implementing object model data bases of geographical information system in application SDMS (Spatial data management system). Opening data bases for other application in the organization has become very important. In the future it will be very important for GPP to upgrade linking a GIS data bases with other business applications and their data bases especially for Pipe line integrity management system, application for document management, programming of work documenting, data bases department of accounting, Gas management system and the others.

## **ZAHVALA**

Za strokovno pomoč pri izdelavi naloge se zahvaljujem vsem, ki so mi v času študija stali ob strani in me na kakršen koli način podpirali in mi s svojimi idejami ali prispevki pomagali. Svoji ženi za spodbudne besede ter nesebično podporo pri mnogih študijskih urah, otrokoma pa za potrpežljivost ob mojih odsotnih dnevih.

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Predstavitev problema - analiza obstoječega stanja .....	1
1.2	Izhodišča raziskave in delovna hipoteza .....	2
1.3	Hipoteze raziskave.....	3
1.4	Pomembne predhodne raziskave .....	3
1.5	Utemeljitev raziskave, predvideni prispevek k razvoju znanosti .....	4
1.6	Metode, tehnike in instrumenti raziskave.....	4
1.7	Vsebinski program raziskave .....	5
2	MODELIRANJE SISTEMA – SPLOŠNO .....	5
2.1	Izbira Modelov .....	6
2.2	Tradicionalno modeliranje.....	7
2.3	Podatkovni model .....	7
2.4	Procesni model .....	8
2.5	Tehnika .....	8
2.5.1	Model procesne logike .....	8
2.5.2	Tehnike .....	9
2.5.3	Logično in fizično modeliranje procesne logike .....	9
2.5.4	Formalne in neformalne tehnike.....	10
3	OBJEKTNO ORIENTIRANI PRISTOP K RAZVOJU INFORMACIJSKIH SISTEMOV 10	
3.1	Osnovni pojmi objektno orientiranih pristopov .....	13
3.2	Objektno orientirano programiranje .....	17
4	POENOTEN JEZIK ZA MODELIRANJE UML (UNIFIED MODELING LANGUAGE) 17	
4.1	Zgodovina UML-a.....	18
4.2	Uvedba novih lastnosti v UML-a .....	20
4.3	Tehnike UML-a .....	21
4.4	Primerjava UML-a z ostalimi OO metodami .....	22
4.5	Prihodnost UML-a.....	23
5	GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM .....	24
6	GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM PRENOSNIH PLINOVODOV.....	27
6.1	SDMS – SPATIAL DATA MANAGEMENT SYSTEM .....	27
7	ZEMELJSKI PLIN IN ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA PLINOVODNEGA SISTEMA.....	28
7.1	Zemeljski plin kot ekološko fosilno gorivo.....	28
7.2	Plinovodni sistem v Sloveniji.....	33
7.3	Obstoječi objekti na plinovodu.....	36
7.4	Razvoj prenosnega plinovodnega omrežja.....	40
8	GEOPLIN PLINOVODI D.O.O., SISTEMSKI OPERATER PRENOSNEGA OMREŽJA.....	42
9	PODATKOVNI MODEL APDM – ARCGIS PIPE LINE DATA MODEL .....	43
10	FME – FEATURE MANIPALITION ENGINE - ORODJE ZA PRETVORBO .....	46

11	OBJEKTNI MODEL BAZ PODATKOV GIS PRENOSNIH PLINOVODOV .....	49
11.1	Objektni model podatkovnih baz.....	49
11.2	UML (Unified Modeling Language) Diagrami.....	60
11.3	Povezovanje objektno orientiranih objektov v aplikaciji SDMS – Spatial data managament system.....	73
12	ZAKLJUČEK .....	89
12.1	Primerjava med Esri ArcGIS podatkovnim modelom prenosnih plinovodov in podatkovnim modelom Geoplin plinovodi.....	91
13	POVZETEK.....	93
14	SUMMARY.....	95
VIRI.....		97
	Seznam uporabljenih kratic .....	102
PRILOGA.....		103

## Kazalo slik

Slika 1: Razvoj upravljanja podatkov.....	11
Slika 2: Arhitektura: program – Baza podatkov.....	12
Slika 3: Predstavitev koncepta objekta.....	13
Slika 4 : Potek razvoja UML-a.....	20
Slika 5: GIS – osnovni elementi.....	26
Slika 6: Kompresorska postaja Kidričevo.....	38
Slika 7: Primeri oznak plinovodnih tras, vohalnih cevi in merilnih stebričkov.....	39
Slika 8: APDM objekti in glavni elementi.....	44
Slika 9: APDM glavni elementi.....	45
Slika 10: Esri ArcGIS podatkovni model prenosnih plinovodov.....	46
Slika 11: Delovno omizje pri programu FME.....	48
Slika 12: Diagram organiziranosti podatkovnih baz prenosnega omrežja v geografskem informacijskem sistemu.....	49
Slika 13: Model Plinovodni odseki in plinovodi.....	50
Slika 14: Model Točke na plinovodu.....	51
Slika 15: Model Objekti na plinovodu.....	52
Slika 16: Model Soglasja.....	53
Slika 17: Model Parcele.....	54
Slika 18: Model Katodna zaščita.....	55
Slika 19: Model Merilne regulacijske postaje in Diagnostika.....	56
Slika 20: Model Položajne točke in Rastrske podloge GURS.....	57
Slika 21: Model Pravni dogodki.....	58
Slika 22: Model Načrtovani plinovodi.....	59
Slika 23: Diagram aktivnosti Vzdrževanje Osnovne baze.....	61
Slika 24: Vhodna maska za izbiro aplikacije posamezne službe.....	62
Slika 25: Maska v SDMS-u za izvoz podatkov.....	64
Slika 26: Glavni primeri uporabe GIS.....	65
Slika 27: Delovno omizje pri programu SDMS.....	67
Slika 28: Diagram Stanj za Plinovod.....	68



Slika 29: Začetni diagram razredov Osnovne baze .....	70
Slika 30: Diagram razredov Osnovne baze .....	71
Slika 31: Prikaz razreda Plinovodi (točke).....	73
Slika 32: Relacija v razred Plinovodi s prostorskim pogojem .....	74
Slika 33: Relacija v tabelo vodi TRASE .....	75
Slika 34: Prikaz razreda Plinovodni (odseki) .....	76

## **Kazalo kart**

Karta 1: Zaloge zemeljskega plina in razdalje oskrbovanja .....	29
Karta 2: Evropsko prenosno plinovodno omrežje leta 2007 .....	34
Karta 3: Slovensko prenosno plinovodno omrežje leta 2007 .....	35
Karta 4: Razvojni načrt prenosnega plinovodnega omrežja za obdobje 2007 – 2016 .....	42

## **Kazalo grafikonov**

Graf 1: Stopnja onesnaževanja okolja z SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> in sajami pri ogrevanju v kg/leto .....	31
Graf 2: Emisije CO <sub>2</sub> pri zgorevanju fosilnih goriv (za enake količine dobavljene energije) v kgCO <sub>2</sub> /GJ .....	32

## **Kazalo enačb**

Enačba 1: Gorenje metana CH <sub>4</sub> .....	30
--	----

## **Kazalo preglednic**

Preglednica 1: Točke na plinovodu .....	77
Preglednica 2: Plinovodni odseki .....	80
Preglednica 3: Plinovodi.....	82
Preglednica 4: Plinovodni Objekti.....	85
Preglednica 5: Soglasja.....	86

## **1 UVOD**

Namen magistrskega dela je prikazati drugačen pogled na celotni geografski informacijski sistem in doprinesi k spoznanju, da je potrebno pri razvoju in povezovanju posameznih podatkovnih baz vključenih v informacijski sistem upoštevati predlagani koncept.

V okviru poslovnega informacijskega sistema in njegove organizacijske strukture predstavlja GIS poglavitno informacijsko središče in stičišče za večino nalog, ki jih pokrivajo posamezne službe. Velika količina podatkov, ki se zbirajo, vodijo in ažurirajo v GIS za potrebe operativnih in sistemskih nalog, narekuje zasnovi, razvoju in implementaciji novih aplikacij, kar omogoča učinkovitejše delo uporabnikom ter podjetju boljše poslovanje.

### **1.1 Predstavitev problema - analiza obstoječega stanja**

Vsako inženirsko področje potrebuje standardiziran jezik, ki omogoča nedvoumno komunikacijo in je osnova za moderna orodja in procese razvoja. Najpomembnejša prednost jezika za objektno modeliranje UML (Unified Modeling Language) je poenotenje komunikacije v inženirskem področju. Jezik UML je vizualni modelirni jezik, ki omogoča predstavitev elementov programskih sistemov.

Prehod na objektno tehnologijo ni enostaven in predstavlja dolgotrajen proces. Uporaba osnovnih objektnih operacij zahteva temeljno spremembo v razmišljanju in načinu dela.

Ob predhodni sistemski analizi je objektni model eden od pričakovanih delov načrta informacijskega sistema, ki vsebuje popis procesov in funkcij, ki jih mora podpirati informacijski sistem.

Med važnejšimi vzroki za pristop k izdelavi objektnega modela geografskega informacijskega sistema prenosnih plinovodov je vključevanje omenjenega informacijskega sistema v poslovni informacijski sistem oziroma v sistem celostnega obvladovanja prenosnega omrežja (SCOPO).

V sistem SCOPO so vključena naslednja orodja:

- Orodje za ocenjevanje poškodb (Feature Assessment)
- Orodje za ocenjevanje tveganja (Risk Assessment)
- Orodje za načrtovanje zanesljivosti plinovoda (Integrity Planning)
- Orodje za izdelavo dokumentov in poročil (Aligment Sheet Generation).

Načrt izgradnje podatkovnih baz GIS-a v prvi fazi zajema vnos podatkov iz analognih virov. Vodenje projekta je sprva temeljilo na pravilnosti zajema podatkov. Temeljna faza je nadgradnja celotnega sistema podatkovnih baz z analizami, ki jih uporabnik pri svojih delovnih procesih potrebuje. V nadaljevanju razvoja se skladno s povezovanjem PIS-a na osnovi objektnega modeliranja lahko omogoči tudi mobilno zajemanje in pregledovanje podatkovnih baz.

Kasnejše analize zgrajenega objektnega modela pri ustrežnejši implementaciji v PIS lahko ključno vplivajo na rešitve kot so nadgradljivost, modificiranje posameznih aplikacij ter transparentno razumevanje obravnavanega informacijskega sistema.

## **1.2 Izhodišča raziskave in delovna hipoteza**

Posamezne faze magistrske naloge so:

- študij jezika za objektno modeliranje, objektnih modelov, spletnih standardov za povezovanje OM,
- analizo doslej znanih objektnih modelov na področju vodenja podatkovnih baz geografskega informacijskega sistema plinovodov,
- izbira ustrezne rešitve za prikaz objektnega modela v sklopu GIS prenosnih plinovodov programskega orodja SDMS (Spatial data managment system),
- Prikaz objektnega modela (osnovna baza).

### 1.3 Hipoteze raziskave

Generalna hipoteza, iz katere sem izhajal v okviru moje raziskave se glasi:

Uporaba objektno orientiranih metod za prenos podatkov iz SDMS sistema v SCOPO bo prispevala k hitrejši, enostavnejši, ekonomsko ustrežnejši poslovni rešitvi povezovanja obeh sistemov. V okviru geografskega informacijskega sistema za vodenje in spremljanje podatkov o prenosnih plinovodih nam bo omogočalo lažje in kakovostnejše odločanje glede povezovanja posameznih podatkovnih baz poslovnega informacijskega sistema. Predlagani koncept bistveno poveča učinkovitost modeliranja procesa in podatkov, ter učinkovitejše izvajanje nadgradenj in vzdrževanje sistema in s tem učinkovitejše vodenje GIS.

Iz tako postavljene generalne hipoteze lahko izvedemo naslednjo delovno hipotezo:

- Razvoj računalniško objektno podprtega geografskega informacijskega sistema pri vključevanju nekaterih podatkovnih baz v sistem integracije SCOPO (Sistem celostnega obvladovanja prenosnega omrežja), je neizogiben.

### 1.4 Pomembne predhodne raziskave

Pri pregledu predhodnih raziskav s področja geografskih informacijskih sistemov za podporo plinovodnih sistemov v prostoru sem se osredotočili na ključne pod sklope prikaza objektnega modela geografskega informacijskega sistema in sicer:

- seznanitev s standardi in podatkovnimi modeli prenosnih plinovodov za uporabnike,
- področje izdelave objektnega modela v ustreznem modelirnem orodju,
- uporaba standardov formata za opisovanje strukturiranih podatkov pri izvozu (XML),
- področje izvoza v okolje PIMS-a, ki podpira predlagani zapis v formatu XML.

## **1.5 Utemeljitev raziskave, predvideni prispevek k razvoju znanosti**

Prispevek k znanosti je v razvoju objektnega modela baze podatkov prenosnih plinovodov, ki predstavlja osnovo za komuniciranje med posameznimi bazami znotraj ali zunaj poslovnega informacijskega sistema in je hrbtenica ostalimi podatkovnimi bazami s svojim lokacijskim elementom - koordinato. Osnova komuniciranja je grajena s spletnimi servisi – na osnovi standardnega XML zapisa.

## **1.6 Metode, tehnike in instrumenti raziskave**

Uporabljena metoda dela pri izdelavi magistrskega dela je temeljila na povezavi teoretičnih zaključkov izbrane strokovne literature in virov s področja objektno orientiranih informacijskih sistemov ter analitičnih in praktičnih izkušenj iz področja vodenja GIS prenosnih plinovodov. Spoznanja so vodilo za pravilnejše odločanje pri vodenju pomembnih podatkovnih baz kot je GIS prenosnih plinovodov.

Pri raziskovanju so bile uporabljane naslednje metode in tehnike raziskovalnega dela:

- Deskriptivno metodo za pregled literature s področja obravnavane tematike in sicer: prehod med relacijskimi podatkovnimi modeli v objektne kompleksnejše modele (Hibernate in action, Christian Bauer, Gavin King, 2005),
- razgovori oziroma intervjuji v obsegu systemske analize obravnavanja podatkov, kot pomoč pri prikazu objektnega modela,
- definiranje relacij med posameznimi objekti in izpis v prilogi naloge,
- objektno orientirano modeliranje relacijske baze podatkov, ki s pomočjo spletnih servisov omogoča operabilnost prenosa podatkov med posameznimi bazami podatkov,
- Računalniški razvoj programske opreme v okolju SDMS s podporo objektne tehnologije.

## 1.7 Vsebinski program raziskave

Odpiranje baz podatkov Geografskega informacijskega sistema ostalim aplikacijam v družbi je postalo neizogibno. Predvsem za potrebe PIMS-a (Pipe line integrity management system), vzpostavitev dokumentnega sistema, povezovanje z aplikacijo za vodenje delovnih nalogov, bazami računovodskih služb, GMS-jem (Gas Management System) in ostalimi.

Komuniciranje mora biti skladno s smernicami razvoja na področju informacijske tehnologije in podprto z objektnimi modeli ter spletnimi servisi.

Namen naloge je tudi analiza obstoječega sistema in je prvi korak na poti k neodvisnosti in prehod iz zaprtega na izredno odprti sistem v smislu zagotavljanja operativnosti med drugimi podatkovnimi bazami v poslovnem informacijskem sistemu.

## 2 MODELIRANJE SISTEMA – SPLOŠNO

Modeliranje je uveljavljena inženirska tehnika na mnogih področjih:

- Gradbeništvo,
- Letalska-industrija,
- Ekonomija,
- Sociologija,
- Računalniška programska oprema.

Model je poenostavitev realnosti, pri čemer je abstrakcija realnosti poljubno natančna. Pomembno je, da model prikazuje pomembne elemente in izpušča tiste, ki nas ne zanimajo.

Modeliranje prinaša naslednje bistvene prednosti:

- Omogoča vizualizacijo sistema,
- Lahko prikazuje tako statične kot dinamične lastnosti sistema,
- Predstavlja šablono za nadaljnjo gradnjo sistema,
- Dokumentira sprejete odločitve,
- Modele razvijamo zaradi lažjega razumevanja celotnega sistema.

## **2.1 Izbira Modelov**

Modeliranja sistema se lahko lotimo na različne načine. Izbira modelov ima pri tem pomembno vlogo – določa, kako bomo pristopili k reševanju problema ter kako oblikovali rešitev.

- Modeli morajo podpirati izražanje na različnih ravneh natančnosti.
- Najboljši modeli so tesno povezani z realnostjo.
- En sam model ponavadi ni dovolj. Sistem je potrebno modelirati iz različnih vidikov.
- Najboljši pristop je izbira nekaj modelov, ki kar najbolje pokrijejo najpomembnejše vidike sistema.

Strokovna javnost pri metodologijah razvoja IS predlagajo različne modele.

V splošnem na področju modeliranja poznana dva pristopa:

- modeliranje iz vidika postopka in
- modeliranje iz vidika objekta.

Tradicionalni pristop k razvoju programske opreme je osnovan na postopkovni perspektivi. Osnovni gradnik sistema je procedura ali funkcija. Pogled usmerja razvijalca, da se osredotoči na potek postopkov in njihovo razgradnjo na manjše dele. V praksi je pristop zelo dobro preizkušen in se veliko uporablja. Zagovorniki novejših pristopov mu očitajo neprilagodljivost na vhodne spremembe. Modernejši pristop k razvoju IS je objektivno usmerjen pristop. Osnovni gradnik takega pristopa je objekt.



## 2.2 Tradicionalno modeliranje

Pri tradicionalnem modeliranju je specifikacija sistema sestavljena iz treh modelov, ki vsak s svojega vidika opisujejo sistem:

Podatkovni model: prikazuje sistem s podatkovnega vidika tako, da opisuje podatkovne strukture, ki so potrebne za delovanje sistema. Poleg podatkovnih struktur zajema tudi vse povezave med njimi.

Procesni model: prikazuje sistem z vidika aktivnosti ali procesov, ki se v sistemu izvajajo. Definirani so tokovi podatkov med procesi.

Model procesne logike: natančneje definira procese, definirane v procesnem modelu.

Za predstavitev posameznih modelov sistema uporabljamo formalne, semi-formalne in tudi neformalne tehnike.

- Podatkovni model: entitetno relacijski diagrami.
- Procesni model: procesni diagram, diagram podatkovnih tokov, funkcionalna razgradnja.
- Model procesne logike: naravni jezik, strukturiran jezik, odločitvene tabele, odločitveni grafi, diagrami prehajanja stanj.

## 2.3 Podatkovni model

Podatkovni model je eden izmed najpomembnejših izdelkov faze analize in predstavlja vse podatkovne kategorije, za katere na nekem delovnem področju obstaja potreba, da se o njih podatki spremljajo, obdelujejo in hranijo. Za izdelavo podatkovnega modela uporabljamo tehniko Entitetno Relacijskih Diagramov.

Podatkovnih modelov delimo na več vrst:

- Relacijski,
- Mrežni in
- Hierarhični.

## **2.4 Procesni model**

Procesni model opredeljuje dinamično plat sistema. Prikazuje hierarhijo funkcij in procesov ter njihovo odvisnost.

Vhod v procesno modeliranje so:

- globalni funkcionalni model,
- globalni model podatkovnih tokov,
- globalni model poslovnih procesov.

## **2.5 Tehnika**

Za predstavitev procesnega modela so nam na voljo naslednje tehnike:

- diagram funkcionalne razgradnje ali funkcionalna dekompozicija,
- diagram podatkovnih tokov.

Omenjeni tehniki se uporabljajo tudi pri strateškem planiranju:

- funkcionalna dekompozicija za globalni funkcionalni model,
- diagram podatkovnih tokov za globalni model podatkovnih tokov.

### **2.5.1 Model procesne logike**

Model procesne logike podrobno opisuje zaporedje korakov oziroma postopek pri izvedbi procesov, ki nastopajo na najnižji ravni v diagramu podatkovnih tokov ali v diagramu funkcionalne dekompozicije.

### **2.5.2 Tehnike**

Podatkovni in procesni model še ne zadostujeta za začetek izvedbe aplikativnega sistema, saj postopki obdelav v posameznih modulih še niso določeni. Procesi, ki nastopajo na najnižjem nivoju v diagramu podatkovnih tokov se ne delijo naprej in včasih zahtevajo opis postopka, ki se v sklopu procesa izvaja. Natančnemu opisovanju procesov pravimo modeliranje procesne logike in ga izvajamo v analizi zajema zahtev. Podobno moramo v fazi načrtovanja sistema podrobno opisati programske module in procedure, ki v končnem aplikativnem sistemu izvajajo omenjene procese. Ko opisujemo procese v sklopu analize, govorimo o logičnem modeliranju procesne logike, v fazi načrtovanja pa o fizičnem načrtovanju programskih modulov in procedur.

### **2.5.3 Logično in fizično modeliranje procesne logike**

Modeliranje procesne logike je del analize sistema. Opisani procesi so logične enote, ki se v fazi načrtovanja lahko razčlenijo ali združijo v fizične programske module. V fazi načrtovanja se jih opiše s tehnikami, ki so povezane z izbranim razvojnim okoljem.

V nekaterih metodologijah ni razlike med konceptualnim in logičnim modeliranjem procesne logike.

V mnogih metodologijah je specifikacija sistema le logična predstavitev željenega sistema. Procese, ki so v procesnem modelu identificirani in opisani, je potrebno še pretvoriti, t.j. združiti ali razčleniti v ustrezne programske module končnega aplikativnega sistema. Procese je potrebno opisati še na fizičnem nivoju z upoštevanjem ciljnega programskega jezika. Zato obstajajo ločene tehnike, ki omogočajo logično specificiranje procesne logike v sklopu analize in tehnike za fizično načrtovanje procedur v fazi načrtovanja.

#### **2.5.4 Formalne in neformalne tehnike**

Opisi postopkov morajo biti natančni, da lahko služijo kot osnova za nadaljnje načrtovanje oziroma programiranje. Po drugi strani morajo biti opisi tudi enostavni, da so lahko osnova za komunikacijo med analitiki, uporabniki in razvijalci. Prednost formalnih opisov je jasnost in nedvoumnost, prednost neformalnih tehnik pa enostavnost in razumljivost.

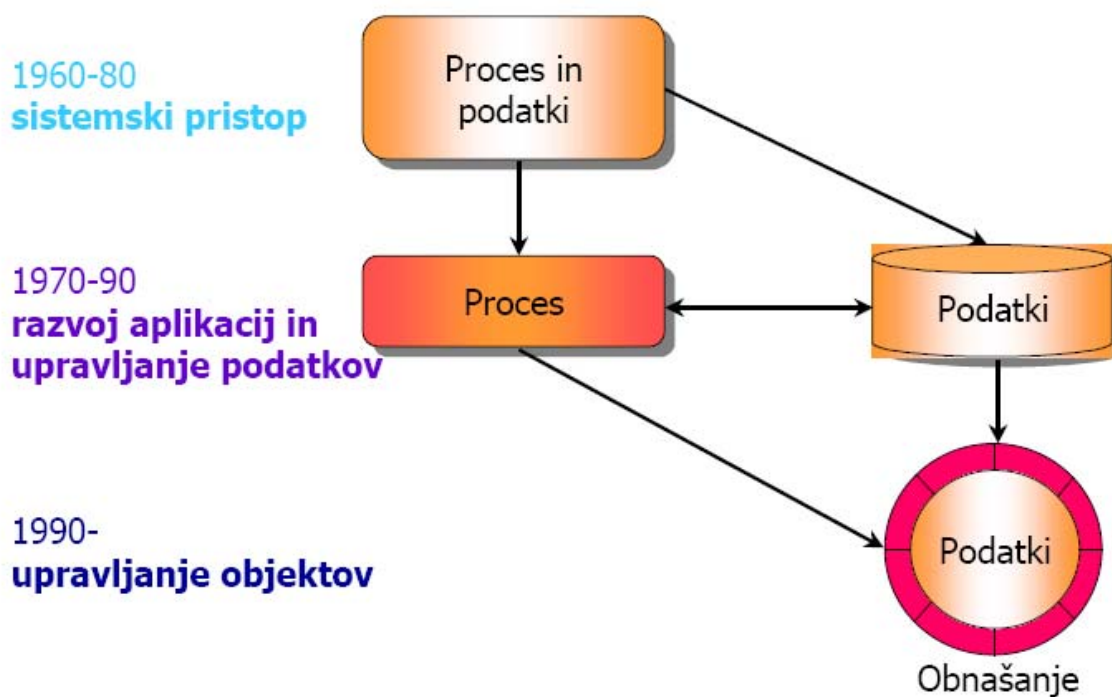
Natančnost opisa postopkov je med drugim tudi pomembna zaradi neposrednega načrtovanja in kodiranja programske logike. Enostavnost in razumljivost opisov nam narekuje dejstvo, da je opis komunikacijski jezik med uporabnikom, analitikom in programerjem.

### **3 OBJEKTNO ORIENTIRANI PRISTOP K RAZVOJU INFORMACIJSKIH SISTEMOV**

Objektni pristopi k razvoju informacijskih sistemov vključujejo predvsem tehnike in metodologije modeliranja procesov in podatkov realnega sveta. Objektne metodologije modeliranja se bistveno razlikujejo od drugih pristopov, saj združujejo tisto, kar je bilo do sedaj nenaravno ločeno: modeliranje podatkov in modeliranje procesov. Metodologije razvoja informacijskih sistemov pred pojavom objektno orientiranih metodologij namreč dosledno ločujejo podatkovni pogled in funkcionalne metode.

Objektni model sestavljajo razredi, ki vsebujejo attribute in operacije. Ob spremembi podatkovnih struktur je potrebna ustrezna sprememba v objektnem modelu in izvorni kodi. (Sliki 1 in 2). Najpomembnejši cilj razvoja in implementacije tovrstnih sistemov je zmanjšanje stroškov in zmanjšanje časa izgradnje informacijskih sistemov. Pri gradnji in prenovi informacijskih sistemov potrebujemo orodja, s katerimi bomo v kratkem času sposobni razviti kakovostne informacijske sisteme. Objektne pristop poizkuša objekte realnega sveta preslikati v objekte objektnega modela. Model tako postane abstrahirana in poenostavljena realnost, ki je narejena za boljše razumevanje sistema ali procesa, ki ga modeliramo (Booch, Rumbaugh, Jacobson, 1999, str. 463). Stopnja abstrakcije realnega sistema (stopnja konkretizirane implementacije modela) je odvisna od namena neke faze modeliranja sistema. Tako se npr. izvaja modeliranje na višjem nivoju, v katerega so

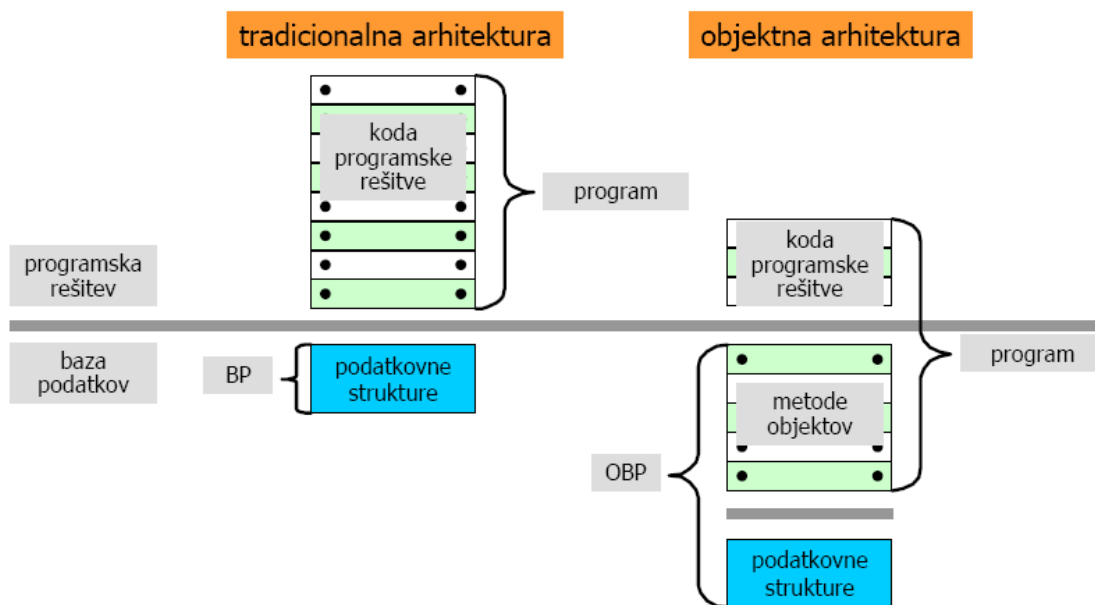
vkjučeni praviloma vsi udeleženci pri izgradnji informacijskega sistema in obsega zgodnje osredotočenje na sam modelirani proces, na zbiranje zahtev in predvidevanje opcij. V kasnejši implementacijski fazi se izvaja modeliranje na nižjem nivoju, v katerega so vključeni neposredni razvijalci programske opreme in obsega detajlno kodiranje funkcionalnosti in aplikacij (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999, str. 15).



Slika 1: Razvoj upravljanja podatkov

(Vir: Jaklič J. – Baze podatkov – študijsko gradivo, 2002)

Fig. 1: Development data management



Slika 2: Arhitektura: program – Baza podatkov

(Vir: Jaklič J. – Baze podatkov – študijsko gradivo, 2002)

Fig. 2: Architecture: program – Data base

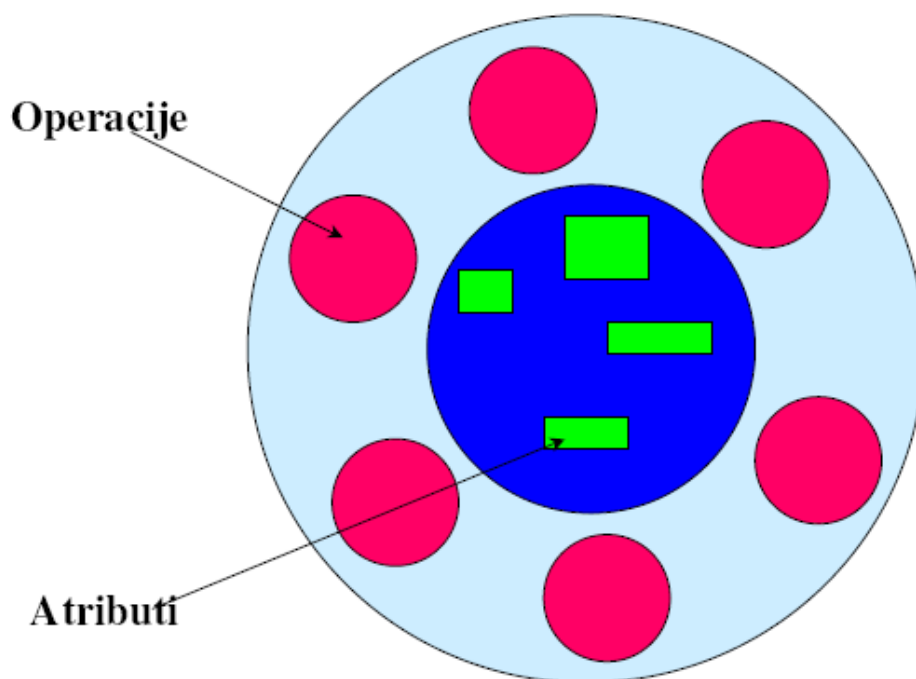
Objektno orientirana analiza in objektno orientirano načrtovanje omogočata boljše razumevanje problemov in boljše sodelovanje vseh zainteresiranih. Poveča se konsistentnost med analizo, načrtovanjem ter konstrukcijo in samim objektno orientiranim kodiranjem. Z analizo in načrtovanjem opišemo, kaj bomo delali. S konstrukcijo, kako bomo delali. S kodiranjem pa implementiramo programsko aplikacijo.

Objektni pristop omogoča lažje spreminjanje sistema, kar je posledica večkratne uporabnosti atributov in operacij ter tudi večkratne uporabnosti rezultatov analize, načrtovanja in kodiranja. Glede na klasične funkcionalno-strukturne pristope si od objektno orientiranega pristopa ometamo povečanje produktivnosti, povečanje kakovosti izvedenih projektov, poenostavitev vzdrževanja in poenostavitev nadgradnje.

### 3.1 Osnovni pojmi objektno orientiranih pristopov

Objekt je katerakoli stvar (entiteta) realnega sveta, realna ali abstraktna, o kateri hranimo podatke in njeno obnašanje, to je operacije nad njenimi podatki (Grad, Jaklič, 1996, str. 117-122; Martin, 1993, str. 17-33).

Objektni tip je kategorija objekta. Objekt pa je primerek objektnega tipa. Objekt je v modelu predstavljen z vrednostmi svojih atributov (svojstev) in z opisom obnašanja. Atribut je imenovana lastnost razreda, ki opisuje razpon vrednosti, ki ga primerki lastnosti lahko vsebujejo. Predstavlja neko lastnost stvari, ki jo modeliramo, ki je skupna vsem objektom razreda (Booch, Jacobson, Rumbaugh, 1999, str. 50).



Slika 3: Predstavitev koncepta objekta

(Vir: Jaklič J. – Baze podatkov – študijsko gradivo, 2002)

Fig. 3: Presentation concept object

Opis obnašanja objekta je v modelu predstavljen z operacijami, ki se uporabljajo za branje ali manipulacijo podatkov o objektu. Operacija je implementacija storitve, ki jo lahko drugi

objekti zahtevajo od razreda z namenom vplivanja na obnašanje (Booch, Jacobson, Rumbaugh, 1999, str. 51). Operacije omogočajo komunikacijo med objekti. Objekti ne morejo neposredno dosegati podatkov o drugih objektih. Če jih želijo dosegati, jim morajo poslati zahtevo. Zahteva povzroči, da se operacija nad enim ali več objekti izvede. Zahtevi pravimo tudi sporočilo. Operaciji, ki je implementirana v programu, pravimo metoda. Vsak objekt je enolično določen s svojim identifikatorjem, ki je ločen od njegovega stanja, kar pomeni, da imata lahko dva objekta isto stanje, a različni identiteti.

Ograjevanje je lastnost objekta, da skrije podatke pred ostalimi objekti. Ostali objekti lahko dosegajo njegove podatke le preko njegovih operacij. Ograjevanje ščiti objekte pred izgubo in neželenimi manipulacijami z njihovimi podatki. Zunanji uporabniki (drugi objekti) vedo, kaj operacija naredi z objektom, ne vedo pa kako. Koncept skrivanja podatkov vodi do nizke sklopljenosti med objekti, saj omeji število domen, o katerih mora uporabnik objekta razmišljati. Za uporabnika je pomembno le to, katere operacije so mu na voljo, katere informacije te operacije pričakujejo in katere informacije bodo vrnjene uporabniku. Med objektom - odjemalcem in klicanim objektom - strežnikom je na ta način vzpostavljena in osnovana pogodba. Ta pogodba jasno definira in opisuje dialog oziroma način komuniciranja med njima.

Razred je implementacija objektnega tipa. Z generalizacijo tipu določimo nadtip in s specializacijo podtip. Na ta način dobimo hierarhijo tipov. Razred vsebuje podatkovne strukture in metode, ki opredeljujejo operacije, ki jih lahko uporabimo nad podatki. Hierarhija razredov tako omogoča dedovanje. V primeru, ko imamo v modelu dva ali več razredov s podobnimi atributi in operacijami, lahko s postopkom generalizacije izločimo skupne attribute in operacije v poseben razred, ki ga z uporabo mehanizma dedovanja povežemo z razredi, ki ohranijo le tiste lastnosti, ki so jim lastne in jih tako izdelani nadrazred nima. Obratno lahko s postopkom specializacije iz razreda, ki ima ustrezne lastnosti, kreiramo podrazred, ki mu dodamo posebne operacije ali attribute, ki jih potrebujemo. Podrazred tako deduje podatkovne strukture in metode nadrazreda, vsebuje pa lahko tudi lastne podatkovne strukture in metode. Včasih prav z namenom kreiranja novih podrazredov kreiramo t.i. abstraktni razred, ki ima le funkcijo združevanja lastnosti, ki jih dedujejo njegovi potomci. Tak razred navadno nima



primerkov, imajo jih le njegovi potomci. Znotraj specialnega razreda lahko poleg dodajanja atributov in operacij spremenimo tudi pomen in implementacijo določene operacije. Postopku pravimo predefiniranje. Postopek je zelo učinkovit, vendar nam poslabša preglednost celotnega modela, saj na prvi pogled ni vidna različna funkcionalnost operacije z enakim imenom v dveh z mehanizmom dedovanja povezanih razredih. Potomec lahko deduje lastnosti od enega ali več prednikov. V prvem primeru govorimo o enkratnem, v drugem pa o večkratnem dedovanju. Večkratno dedovanje prav tako zmanjšuje preglednost modela in jo je treba posebej previdno uporabljati. Ob nepravilni uporabi lahko pride do ponavljajočega se dedovanja. Dedovanje ob pazljivi uporabi omogoča učinkovito vzdrževanje, saj se spremembe operacij vršijo na enem mestu, na najvišjem mestu v hierarhiji razredov. Tako spremenjeno operacijo podedujejo vsi potomci tega razreda. Dedovanje omogoča obsežno ponovno uporabo, saj se z dedovanjem lastnosti izbranega razreda in dodajanjem potrebnih funkcionalnosti bistveno skrajšuje čas implementacije.

Asociacije predstavljajo povezave med primerki razredov. Na konceptualnem nivoju predstavljajo asociacije konceptualne povezave med razredi (Fowler, Scott, 2000, str. 52). Asociacija je strukturna povezava, ki pove, da so objekti ene stvari povezani z objekti druge (Booch, Rumbaugh, Jacobson, 1999, str. 65). Asociacija med seboj lahko povezuje dva ali redkeje tudi več razredov. V prvem primeru jo imenujemo binarna asociacija, v drugem primeru pa n-terna asociacija. Grafično jo prikazujemo kot polno črto, ki povezuje razreda med seboj. Asociaciji lahko priredimo ime in smer asociacije. Asociacija je lahko eno ali dvosmerna in predstavlja relacijo med razredi. Binarne asociacije prikažemo s črto, ki povezuje simbola dveh razredov. S pomočjo različnih načinov prikazovanja črt lahko predstavimo različne značilnosti asociacije. N-terne asociacije prikažemo s pomočjo romba, ki je povezan z razredi vključenimi v asociacijo. Asociacijo običajno poimenujemo, ob imenu pa lahko s pomočjo majhnega črnega trikotnika določimo tudi smer branja. Razen tega lahko asociacijam določimo še števnost, vloge, določila, navigacijo in omejitve.

Prva predstavlja običajno obliko povezave, druga pa je tesno povezana s pojmom generalizacije in specializacije v okviru koncepta dedovanja. Zadnja predstavlja relacijo, ki se imenuje agregacija ali združitev in je izrazita oblika asociacije, pri kateri je združiten objekt

sestavljen iz komponent. Komponente so deli (»part -of«) agregata. Ta je semantično razširjen objekt, ki je obravnavan kot enota pri mnogih operacijah, čeprav je fizično sestavljen iz več manjših objektov. Posebna oblika agregacije je kompozicija, ki je v bistvu močnejša oblika agregacije. Poenostavljeno velja, da se pri kompoziciji npr. operacija »izbriši« posreduje in prenese tudi do vseh sestavnih delov. Razlika med kompozicijo in agregacijo je torej v tem, da je kompozicija posebna vrsta agregacije s poudarjenim lastništvom.

Mnogoličnost ali polimorfizem je sposobnost, da iste metode uporabljamo nad različnimi razredi. Pri tem se različni razredi različno odzivajo. Prilagodljivost oziroma fleksibilnost sistema se s tem principom bistveno poveča. Kadar ima operacija z istim imenom v različnih razredih različen pomen in implementacijo, govorimo o mnogoličnosti. Na način izvedbe torej vpliva razred prejemnika sporočila. Sporočilo lahko sproži različen odziv glede na razred, v katerem je klicana operacija implementirana. To tudi pomeni, da je ista operacija implementirana na več različnih načinov oziroma zanjo obstaja več metod.

Ločimo tri tipe polimorfizma (Osnovni OO koncepti, 2005):

Vključitveni polimorfizem, ki je posledica tega, da lahko eno samo ime predstavlja objekte različnih razredov, ki so povezani z nekim skupnim nadrazredom. Dedovanje je zato ključ do te oblike polimorfizma. Z vključitvenim polimorfizmom je tesno povezana tehnika dinamičnega povezovanja (dynamic binding). To je proces, ki omogoča, da se identifikacija natančno določene metode odloži vse do časa izvajanja.

Operacijski polimorfizem je tip polimorfizma, ko se z istim imenom sklicujemo na objekte, ki ne izkazujejo kakšne skupne povezave v smislu podrazredov oz. razredne hierarhije dedovanja. Oblika operacijskega polimorfizma je t.i. "function overloading" polimorfizem.

Parametrski polimorfizem pogosto imenujemo tudi splošnost (genericity). Glavna značilnost je, da pri deklaraciji splošnega tipa ali razreda kot parametre uporabimo tipe.

Vir: Objektno orientirano modeliranje informacijskega sistema operativnega procesa v centru vodenja elektrodistribucije, Tomaž Slokar, 2005

### 3.2 Objektno orientirano programiranje

Objektno orientirano programiranje omogoča lažjo in bolj neposredno predstavitev realnega problema v programu z objekti, ki imajo svoje lastnosti (podatkovni del programiranja) in obnašanje (funkcionalni del programiranja). Vsak objekt vsebuje vse podatke, ki določajo njegove lastnosti, in vse postopke, ki jih potrebuje za svojo ustvaritev, inicializacijo, delovanje ter uničenje, ko objekt več ni potreben.

Podatkom objekta pravimo atributi. Atributi so prav tako objekti (lahko so tudi običajne spremenljivke, če programirani jezik ni povsem objekten, kot npr. C++). Postopki so izvedeni (implementirani) s podprogrami, ki se imenujejo metode (v jeziku C++ se podprogrami imenujejo funkcije).

Objektni program deluje tako, da objekti pošiljajo drug drugemu sporočila, kateri (svoj) postopek naj kateri objekt izvede. (mag. Davor Bonačić, <http://lisa.uni-mb.si/osebje/bonacic/staro/index.htm>, 2007)

## 4 POENOTEN JEZIK ZA MODELIRANJE UML (UNIFIED MODELING LANGUAGE)

UML (Unified Modeling Language) je jezik za specifikacijo in vizualno načrtovanje informacijskih sistemov, predvsem namenjen za gradnjo poslovnih sistemov. V njem so zbrani najboljši inženirski pristopi, ki so se izkazali za uspešne pri modeliranju velikih in kompleksnih sistemov.

UML združuje metode G. Booch, J. Rumbaugh (OMT), I. Jacobson (OOSE) in je namenjen za objektno orientirano analizo in načrtovanje (OOA&D). Zaradi poenotenja metod, ki so bile med uporabniki najbolj razširjene, dobimo vsestransko uporaben jezik za modeliranje, ki je sredi standardizacijskega procesa pri OMG. OMG je kratica za Object Management Group. Neprofitna ustanova s sedežem v Massachusetts-u v ZDA s svojimi predstavništvi v Angliji, Nemčiji in na Japonskem.

Ustanovljena je z namenom zmanjšati kompleksnost in stroške razvoja programske opreme z vpeljavo arhitekturnih okvirjev in podrobnih specifikacij vmesnikov. Specifikacije bodo

vodile industrijo naprej k povezljivim, ponovno uporabnim, prenosljivim komponentam programske opreme na standardih objektivno orientiranih jezikov.

Object Management Group je mednarodna organizacija z več kot 700 člani, med drugimi izdelovalci informacijskih sistemov, razvijalci programske opreme in uporabniki. OMG, ustanovljena leta 1989, promovira teorijo in prakso objektivne tehnologije pri razvoju programske opreme. Organizacija določa smernice in specifikacije objektivno orientirane tehnologije, tudi za jezike modeliranja.

UML je jezik za modeliranje, nikakor pa metoda. Večina od metod, vsaj v osnovi, vsebuje proces razvoja in jezik za modeliranje. Proces razvoja vsebuje postopke načrtovanja medtem ko je jezik za modeliranje v glavnem grafična notacija (uporaba metode za izražanje načrtovanja). Jezik za modeliranje je najbolj pomemben del metod in je seveda ključni del pri komunikaciji z uporabniki in razvijalci programske opreme. Velikokrat govorimo, da uporabljamo metode, v resnici pa uporabljamo le jezik (za modeliranje) in redkokdaj sledimo procesu razvoja. Vendar je tudi res, da je v večini knjig, ki se ukvarjajo z metodologijo, proces razvoja programske opreme precej nepopoln.

G. Booch, J. Rumbaugh, I. Jacobson, avtorji metod Booch-93, OMT (Object Modeling Technique), OOSE (Object-Oriented Software Engineering) strmiijo po enotnem procesu razvoja programske opreme.

#### **4.1 Zgodovina UML-a**

Objekti so začeli prihajati iz raziskovalnih laboratorijih in naredili prvi korak v praktičnem smislu okoli leta 1980. Edini objektivni jezik, ki se je uveljavil je bil Smalltalk medtem ko je bil C++ še v začetku svojega razvoja. Objektivno orientirani pristop je postal vodilo razvijalcem programske opreme.

Število jezikov za modeliranje je med leti 1989 in 1994 naraslo na več kot 50, zato je bilo področje z metodologijami razcepljeno in zelo konkurenčno. Mnogi uporabniki OO metod so zato imeli težavo najti ustrezno metodologijo, ki bi popolnoma zadovoljila njihove zahteve in

potrebe. Sredi 90-tih so se začele pojavljati nove metode, med katere sodijo Booch 93, OMT, OOSE.

Postopni napredek o skupni, poenoteni metodologiji je bil dosežen, ko je Jim Rumbaugh zapustil General Electric in se pridružil Grady Booch-u v Rational Software Inc. z namenom spojitve njunih metod. Čeprav je treba poudariti, da sta se ti dve metodi skupaj neodvisno razvijali ter da sta bili priznani kot vodeči OO metodologiji, sta G. Booch in J. Rumbaugh. združila moči, da bi popolnoma poenotila svoja dela. Tako je oktobra 1995 nastal, takrat imenovani, UM 0.8 (Unified Method). Hkrati se je jeseni 1995 G. Booch-u in J. Rumbaugh-u pridružil I. Jacobson s svojo OOSE metodo.

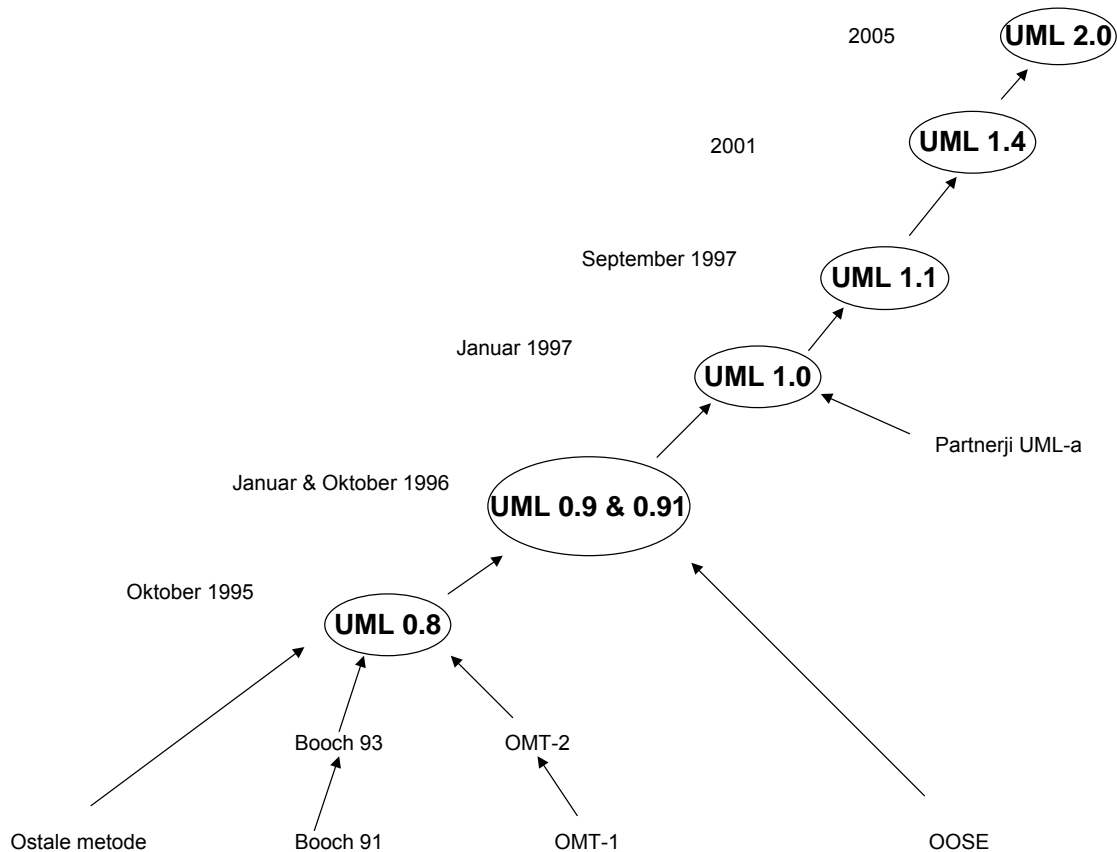
Glavni ustvarjalci G. Booch, J. Rumbaugh in I. Jacobson so bili motivirani ustvariti enoten jezik za modeliranje zaradi treh razlogov. Kot prvo je treba poudariti, da so te tri metode bile razvite ločeno drug od druge, zato je bilo smiselno pričakovati skupni nadaljnji razvoj. Tako so lahko odstranili vse razlike, ki bi po nepotrebnem "zmešale" uporabnike. Drugič, združena in poenotena semantika in notacija naj bi zagotovila stabilnost na OO trgu in tretjič, da bo njihovo sodelovanje omogočilo izboljšavo metod, predvsem odpravo problemov, katerim niso bile kos posamezne metode.

Sedaj je tudi OMG imel lažjo nalogo in naletel na veliko boljše razumevanje, kot pri prvem poskusu standardizacije. Ustanovili so skupino ljudi, ki se bo ukvarjala s standardizacijo na področju metod, kajti veliko organizacij je predložilo razloge za standardizacijo s katerim bi si olajšali in poenostavili izmenjavo modelov. Tako je UML v tem trenutku sredi standardizacijskega procesa z OMG.

Kot skupen dosežek G. Booch-a, J. Rumbaugh-a, I. Jacobson-a, je v juniju 1996 izšla verzija UML 0.9.

Veliko organizacij je leta 1996 spoznalo, da je UML pomemben pri njihovem poslovanju, tako je vse več podjetij hotelo sodelovati pri razvoju UML 1.0. Kot posledica tega je bil ustanovljen UML Partner konzorcij. Njegov namen oziroma glavna naloga je bila zbiranje strokovnih informacij, predvsem informacij pridobljenih iz prakse. Veliko so prispevali na področju poslovnega modeliranja, vmesnikov, tipov, semantike in komponent.

Verzija UML 1.0 je skupen dosežek sodelovanja različnih partnerjev, zaradi tega je dobro definiran, izrazit in vse-splošno uporaben jezik za modeliranje. Verzija UML 1.1 je izšla leta 1997.



Slika 4 : Potek razvoja UML-a

(Vir: UML - Poenoten jezik za modeliranje, Gunčer D., Zupan B, FRI, 2007)

Fig. 4: Time development UML language

#### 4.2 Uvedba novih lastnosti v UML-a

Eden izmed glavnih ciljev združitve oziroma poenotenja metod je bil doseči preprosto, enostavno in splošno razumljivo notacijo. Elemente obstoječih metod Booch, OMT in OOSE, ki se v praksi niso obnesli, je bilo potrebno odstraniti, hkrati pa dodati elemente iz drugih

metod, ki so se izkazali za bolj primerne in učinkovite. Če obstoječa rešitev ni bila mogoča, je bilo potrebno iznajti nove elemente.

Načrtovalci UML-a so morali poiskati pravo ravnovesje med minimalnostjo (tekst in okvir) ter kompleksnostjo notacije (za vsak element svojo oznako). Prav zaradi tega so pri dodajanju novih stvari bili zelo previdni, saj niso želeli po nepotrebnem narediti UML kompliciran.

UML vsebuje nekaj novih konceptov. To so:

- stereotipe (stereotype),
- niti in procese (threads in processes),
- odgovornost (responsibilities),
- jasno ločevanje med tipom, razredom in primerkom,
- porazdeljenost in sočasnost,
- vzorci (patterns),
- diagram aktivnosti (activity diagram),
- vmesniki (interfaces) in komponente,

Večino teh idej, ki so bile že prisotne v posameznih metodah in teorijah, je UML združil v celoto.

### 4.3 Tehnike UML-a

Pri vsakem modeliranju, je ena izmed osnovnih lastnosti uporaba abstrakcije. S tem ko se osredotočimo na posamezni del sistema ter ignoriramo ostale, omogočimo preprosto predstavitev in enostavnejšo reševanje problema.

Kompleksni sistem je lažje predstavljen skozi množico neodvisnih pogledov na model in na vsak problem, ki ga rešujemo, lahko gledamo z različnih zornih kotov. Za grafično ponazoritev vidikov imamo na voljo različne grafične diagrame.

UML vsebuje naslednje tehnike:

- diagram primerov uporabe (use case diagram);  
Diagram primera uporabe predstavlja komunikacijo med uporabniki in računalniškim

sistemom. Osnovni gradniki diagrama primera uporabe so: primeri uporabe, akterji, relacija (povezava) med primeri uporabe.

- diagram razredov (class diagram);

Diagrami razredov predstavljajo statično strukturo modela kot so razredi, relacije. Ne prikazujejo dinamičnih informacij oziroma stvari, ki opisujejo časovno obnašanje. Diagrami objektov prikazujejo primerke, ki so skladni z diagrami razredov.

- Diagram stanj (state diagram);

Diagrami stanj so znana tehnika za opisovanje obnašanja sistema. Prikazujejo zaporedje stanj, skozi katere gre objekt v času obstajanja, ter dogodke, ki prožijo prehode med stanji.

- diagram aktivnosti (activity diagram);

Namenjeni modeliranju in prenovi poslovnih sistemov. Opisujejo potek dela oziroma korake, ki jih uporabniki počno pri svojem delu. Ključni pomen diagramov aktivnosti je, da omogoča poiskati paralelne procese.

- diagram interakcije (interaction diagram);

Prikazujejo obnašanje posameznega primera uporabe ter sodelovanje objektov v sklopu enega primera uporabe.

- diagram "paketov" (package diagram);

Predstavljajo skupine razredov in njihove odvisnosti (povezave) med seboj.

- diagram sledenja (sequence diagram);

Prikazuje časovno (zaporedno) sodelovanje objekta v interakciji, ne prikazujejo pa asociacij med objekti.

- "deployment diagram";

Prikazuje fizične zveze (relacije) med programskimi in strojnimi komponentami sistema.

S temi diagrami torej določimo več različnih pogledov na sistem pri razvoju informacijskega sistema.

#### **4.4 Primerjava UML-a z ostalimi OO metodami**

UML združuje ideje metod Booch, OMT, OOSE in je v bistvu naslednik teh treh metod. Pridobljeno znanje in izkušnje pri metodah Booch, OMT, OOSE se bodo ohranile, ker je UML le nadgradnja oziroma naslednji korak v nadaljnjem razvoju metod.



UML zagotavlja boljšo izraznost kot ostali vizualni jeziki za modeliranje (entitetno relacijski model, BPR "flow charts", "state-driven" jezik). UML je izrazit, enoten in splošen jezik za modeliranje. Zaradi teh lastnosti lahko z UML modeliramo nekatere stvari, ki jih prej nismo mogli in hkrati odpravlja nepotrebne razlike v notaciji, ki so povzročale zmedo med uporabniki metod.

Uporabniki obstoječih metod bodo opazili majhne spremembe v notaciji UML-a, vendar za osvojitve le-te ne bodo potrebovali veliko časa. Zaradi združitve, enostavnosti uporabe in verjetnosti standardizacije ima UML v bližnji prihodnosti veliko možnost, da postane edina izbira za razvoj informacijskega sistema. To se bo zgodilo takrat, ko bodo na voljo orodja, ki ga bodo podpirala in predvsem pripadajoča literatura.

Kajti veliko vizualnih orodij podpira obstoječe notacije, kot so Booch, OMT, OOSE in ostale in še, ko bodo ta orodja nudila podporo UML-u, bodo uporabniki "uživali" v prednostih, ki jim nudi UML. Svoje modele bodo razmeroma enostavno prilagodili na UML notacijo, ne da bi pri tem izgubili kakršnekoli podatke.

#### **4.5 Prihodnost UML-a**

Povratne informacije od uporabnikov, sodelovanje različnih partnerjev, predvsem pa razvoj UML-a na podlagi treh najbolj razširjenih in vodilnih metod vodi k temu, da bo UML postal eden vodilnih jezikov za modeliranje. Brez kakršnihkoli težav ga bodo lahko uporabljali prav vsi dosedanji uporabniki ostalih metodologij.

Kot smo povedali, je UML sredi standardizacijskega procesa pri OMG, zato so mnoge organizacije in dobavitelji programske opreme že privzele UML za vodilno OO metodologijo.

Pričakuje se, da bodo v kratkem času to storila še druga podjetja. Vse to pospešuje izdajanje knjig, literature o UML-u, orodij s podporo UML-u, predavanj o UML-u.

Omeniti je potrebno, da UML temelji na najbolj uporabljenih OO metodologijah v praksi, zato je veliko organizacij oznanilo, da bo UML standardni jezik za modeliranje.

(Vir: Rational Software Corporation | UML Resource Center, <http://www-306.ibm.com/software/rational/>, 2007)

## 5 GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM

GIS je okrajšava za geografski informacijski sistem (angl. Geographical Information System), ki so, če jih opredelimo kar se da ozko, zbirka računalniških programov, namenjenih obdelavi prostorskih podatkov. Prav prostorska struktura daje GIS-u dodatne zmožnosti in prednosti pred drugimi sistemi.

GIS je izredno težko opredeliti. Iz literature, ki se s tem ukvarja (Burrough 1986, Fisher in Lindenberg, 1986, Cowen, 1988, Marble, 1984) je razvidno, da lahko GIS opredelimo z opisom njegovih tehnoloških komponent, to je s sistemskimi zmogljivostmi in naborom operacij, ki jih lahko izvaja. Zato v GIS sodijo tudi aktivnosti, ki so bolj ali manj povezane s prostorskimi podatki in računalniško tehnologijo, na primer daljinsko zaznavanje, obdelava digitalnih slik, računalniško podprto kartiranje in grafika.

Pri opazovanju omenjenih panog lahko dokaj hitro pokažemo, kaj GIS ni, skrbna analiza pa nam da bolj ali manj točno sliko tistih lastnosti, ki GIS najbolje opredeljujejo.

Marble (Marble, D.F., 1984, Geographic Information Systems: An Overview. V Spatial Information Technologies for Remote Sensing Today and Tomorrow, Proceedings of Precora 9, IEEE, Silver Springs: str. 18-24.1984) opredeljuje GIS s štirimi zahtevnimi sestavinami:

- sistem za vnos podatkov, ki omogoča upoštevanje prostorske komponente podatkov, pridobljene na različne načine iz tematskih in topografskih kart, daljinskega zaznavanja ali fotografij;
- sistem za shranjevanje in iskanje podatkov, urejenih na podlagi prostorskih položajev; torej sistem, ki omogoča hiter dostop do podatkov za analizo ali prikaz in hkrati dovoljuje popraviljanje podatkov;
- sistem za analizo podatkov, ki omogoča pretvorbe, zbiranje in združevanje podatkov, statistične obdelave, ovrednotenje in oblikovanje, predvsem pa ustvarjanje novih informacij;

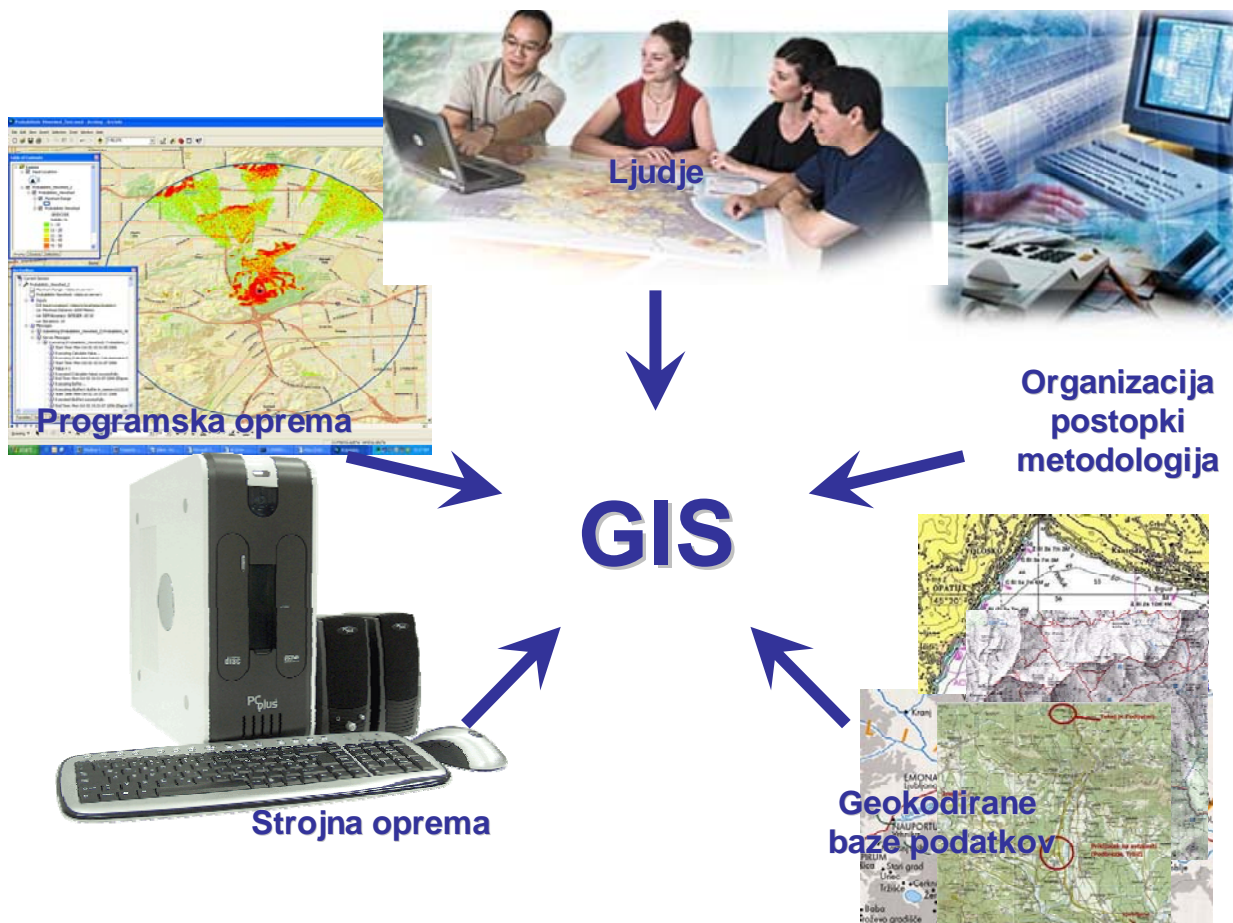
- sistem za prikaz podatkov, ki je zmožen prikazati dele zbirke podatkov ali informacije, pridobljene pri obdelavi in modeliranju. Prikazi so lahko v obliki računalniških tematskih kart, tabel in grafov.

Sistem za vnos podatkov v takšni ali drugačni obliki poznamo tudi pri računalniško podprtem kartiranju in daljinskem zaznavanju. Tudi druga omenjena sestavina, to je sistem za shranjevanje in iskanje podatkov, je pomemben del GIS-ov. Še posebej pomemben pa je sistem za analizo, ki predstavlja neke vrste možgane geografskega sistema, saj omogoča prostorsko analiziranje podatkov in s tem pridobivanje novih informacij. Nič od tega bi seveda ne bilo izvedljivo brez sistema za vnos podatkov; nazadnje moramo rezultate analiz prikazati človeku dojemljivo, kar nam omogoča sistem za prikaz podatkov.

O geografskih informacijskih sistemih lahko razmišljamo kot o zbirki raznovrstne programske opreme za obdelavo prostorsko razporejenih podatkov v različnih oblikah. V mnogo pogledih je tako široka zasnova GIS-a realnost. Računalniška grafika po drugi strani omogoča precej več od tega, kar je sposoben ponuditi in izkoristiti GIS. Posebni kartografski programski paketi omogočajo večjo elastičnost in večji izbor kartografskih znakov in kartografskih projekcij kot večina programov GIS-a. Podobno tudi programska oprema za obdelavo daljinsko zaznanih podob ponuja več funkcij za transformacijo in klasifikacijo kakor standardni paketi GIS-a.

S prostranim spektrom zmogljivosti in številnimi tehnologijami, ki jih potencialno lahko vključimo, so se zadnje čase opredelitve GIS-a iz prikaza lastnosti sistemskih komponent preusmerile bolj v poskus opredelitve problemskih rešitev GIS-a. Različni avtorji ga pojmujejo različno, vendar sama opredelitev ni tako pomembna kakor njegova uporabna vrednost. GIS vključuje vse postopke obdelave, analize in tehnike prikaza, ki so se v različnih znanostih razvijali vrsto let. Vsa ta orodja postavi na eno samo mesto, hkrati pa gradi most med različnimi prostorskimi vedami, pa naj gre za humanistiko, družboslovje, naravoslovje ali tehniko. Njegova pomembnost v mednarodnih okvirih, predvsem v znanosti, izobraževanju, poslovnem svetu in vladnih ustanovah, se odraža tudi v tem, da gre v svetovnem merilu za več milijard vredno industrijo.

Tudi GIS, kot posebna oblika informacijskega sistema, je sestavljen iz petih osnovnih elementov. To so ljudje, strojna oprema, programska oprema, geokodirane baze podatkov in organizacija, postopki, metodologija (Slika 5).



Slika 5: GIS – osnovni elementi

Fig. 5: GIS – core elements

Računalniki so okolje, znotraj katerega delujejo geografski informacijski sistemi. To okolje vključuje strojno, komunikacijsko in programsko opremo. Strojna oprema označuje fizične naprave (računalnik, pomnilnik, vhodne in izhodne naprave). Komunikacijska oprema omogoča komunikacijo med računalniki in je za GIS zelo pomembna, saj omogoča hiter

dostop do podatkov in rezultatov prostorskih analiz. Programska oprema so programi, ki računalnik upravljajo oziroma mu dajejo napotke, kaj naj stori in kako naj deluje.

## **6 GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM PRENOSNIH PLINOVODOV**

### **6.1 SDMS – SPATIAL DATA MANAGEMENT SYSTEM**

GIS systemskega operaterja prenosa zemeljskega plina temelji na samostojnemu temelju lastnega razvoja predvsem na poudarku lasnega »Know How-a« z izrednim poudarkom na sledenju svetovnih standardov in dosežkov ostalih referenčnih produktov.

GIS prenosnih plinovodov deluje na platformi SDMS, ki odpravlja omejitve pri vsakodnevni uporabi in zagotavlja podporo pri delovnih procesih. Sodobne tehnologije, novi načini obdelave prostorskih podatkov narekujejo spremembe in potrebe po nadgradnji.

SDMS je v osnovni funkciji razvijalno orodje za izdelavo GIS aplikacij usmerjeno k končnemu uporabniku. Posamezne enostavne in kompleksne aplikacije se razvijajo in poenostavljajo do nivoja uporabnika, ki ne potrebuje predznanje s področja prostorske informatike oziroma ožje geografskih informacijskih sistemov.

Temeljne funkcije sistema SDMS skladno z osnovami GIS se lahko združi v naslednja dejstva;

- Vizualizacija podatkov: grafična predstavitev geo-kodiranih podatkov v poljubnih tematskih prikazih, ki nam na enostaven in pregleden način prikažejo veliko več kot goli podatki,
- Prostorske analize podatkov: na podlagi poljubnih prostorskih in podatkovnih pogojev pridobimo nove prostorske informacije

- Prostorske obdelave podatkov: z združevanjem podatkov iz različnih virov generiramo nove podatkovne plasti z novimi informacijami,
- Razvojni sistem: namenjen je izdelavi prilagojenih GIS aplikacij, ki omogočajo končnim uporabnikom enostavno uporabo sistema.

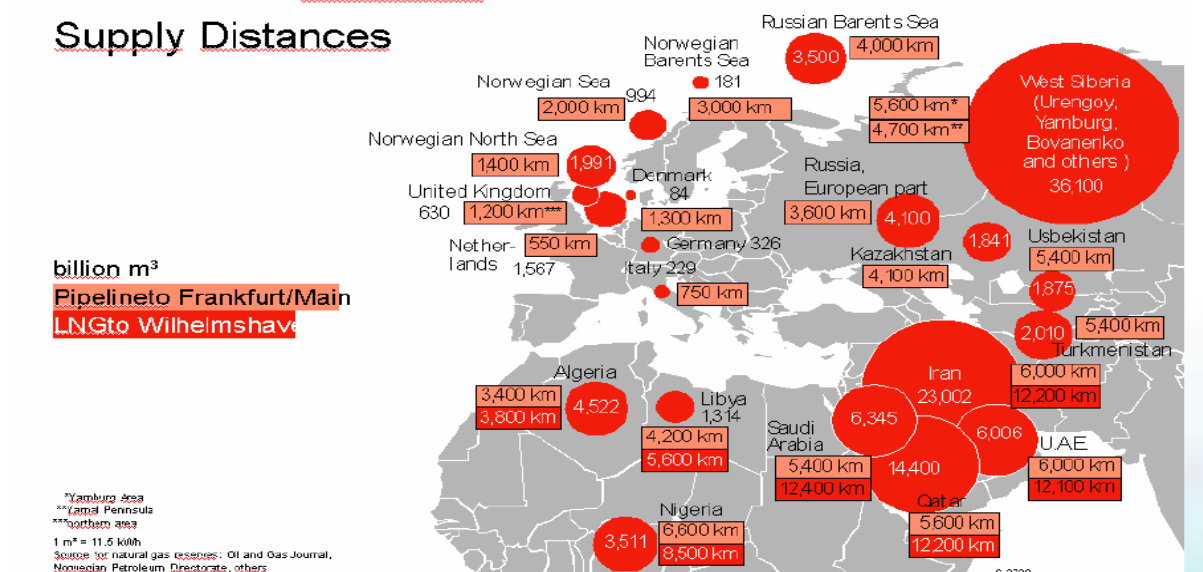
## **7 ZEMELJSKI PLIN IN ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA PLINOVODNEGA SISTEMA**

### **7.1 Zemeljski plin kot ekološko fosilno gorivo**

Zemeljski plin je fosilno gorivo, ki je pred milijoni let nastalo v zemeljski notranjosti. Za nastanek zemeljskega plina obstajata dve znanstveni razlagi. Prva govori o nastanku s pomočjo pretvorbe rastlinskih in živalskih delcev ter mikroorganizmov v velikih zemeljskih globinah, kjer vladajo višje temperature in večji pritiski (povezava z nastankom nafte), po drugi razlagi pa naj bi zemeljski plin nastajal trajno pri procesih, ki se odvijajo v notranjosti Zemlje (Energija in okolje: izbira virov in tehnologij za manjše obremenjevanje okolja, 2000, str.14). Nahajališča zemeljskega plina so lahko tudi do pet in več tisoč kilometrov pod zemeljskim površjem, in sicer v poroznih plasteh, nad katerimi je obvezno nepropustna zemeljska oziroma kameninska plast. Tlak plina v samem nahajališču je lahko višji od 300 barov, odvisno od globine nahajališča, medtem ko se temperatura giblje okoli 180°C. Pogosto se nahajališča pojavljajo v naftnih poljih, nad plastjo nafte ali vode, niso pa redka čista plinska polja brez prisotnosti nafte. Pridobivanje oziroma črpanje zemeljskega plina poteka na podoben način kot črpanje nafte.

Na splošno velja, da so svetovne zaloge zemeljskega plina enake naftnim zalogam, vendar ob sedANJI porabi zadostuje nafta za 45 let, zemeljski plin pa za 70 let. V začetku sedemdesetih let, ko se je začel plin zmagovito prebijati na svetovni energetske trg, je bilo znanih 39 tisoč milijard m<sup>3</sup> zalog. Danes je odkritih že štirikrat toliko zalog, odkrivajo pa še nova bogata nahajališča. Strokovnjaki menijo, da zemlja v svojih globinah skriva vsaj še enainpolkrat toliko plina, kot vemo zanj doslej ([www.geoplin-plinovodi.si](http://www.geoplin-plinovodi.si), 2007).

## Natural Gas Reserves and Supply Distances



Karta 1: Zaloge zemeljskega plina in razdalje oskrbovanja

(Vir: www.eurogas.org, 2007)

Map 1: Natural gas reserves and supply distances

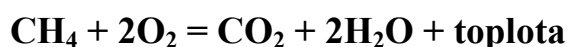
Še mnogo večje količine zemeljskega plina so vezane v oblikah, ki jih še ne znamo izkoriščati. Intenzivne raziskave na tem področju obetajo, da nam bodo postale tudi te količine dosegljive (www.geoplin-plinovodi.si, 2007).

V osnovi je zemeljski plin sestavljen iz ogljika, vodika in dušika. Kemijsko gledano pa je zemeljski plin zmes različnih plinov, ki ga v večini sestavlja metan – CH<sub>4</sub>. Tega je v zmesi lahko tudi do 99 %, kot ostale sestavine se pojavljajo še etan – C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, propan – C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, butan – C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, dušik – N<sub>2</sub> in ogljikov dioksid – CO<sub>2</sub>.

Zemeljski plin je prozoren, vendar v reakciji s kisikom gori z značilnim modrim plamenom, in je brez vonja, zato ga je potrebno umetno dodajati oziroma odorirati (snov tetrahidrotiofen). Je lažji od zraka, kar je razvidno iz primerjave gostot pri enakih pogojih. Gostota zemeljskega plina je 0,69 kg/m<sup>3</sup>, gostota zraka pa 1,29 kg/m<sup>3</sup>, kar je ena izmed pomembnejših lastnosti, saj se v primeru uhajanja hitro dviguje in razprši v ozračju. V

mešanici z zrakom je eksploziven, in sicer v razmerju 4,4 do 16,5 % zemeljskega plina v zraku. Močnejše eksplozije so pri koncentracijah bližje spodnje meje.

Zemeljski plin se vžge pri 595 do 630°C, utekočini se s pomočjo visokega tlaka, in sicer pri -182°C. Enota za merjenje zemeljskega plina je standardni kubični meter (Sm<sup>3</sup>), kar pomeni, da se ga meri pod standardnimi pogoji: pri temperaturi 15°C in tlaku 1,01325 bar. Pri popolnem zgorevanju metana se sprošča toplota, nastajata pa ogljikov dioksid in vodna para, kar ponazarja spodnja formula.



Enačba 1: Gorenje metana CH<sub>4</sub>

(Vir: [www.geoplin-plinovodi.si](http://www.geoplin-plinovodi.si), 2007)

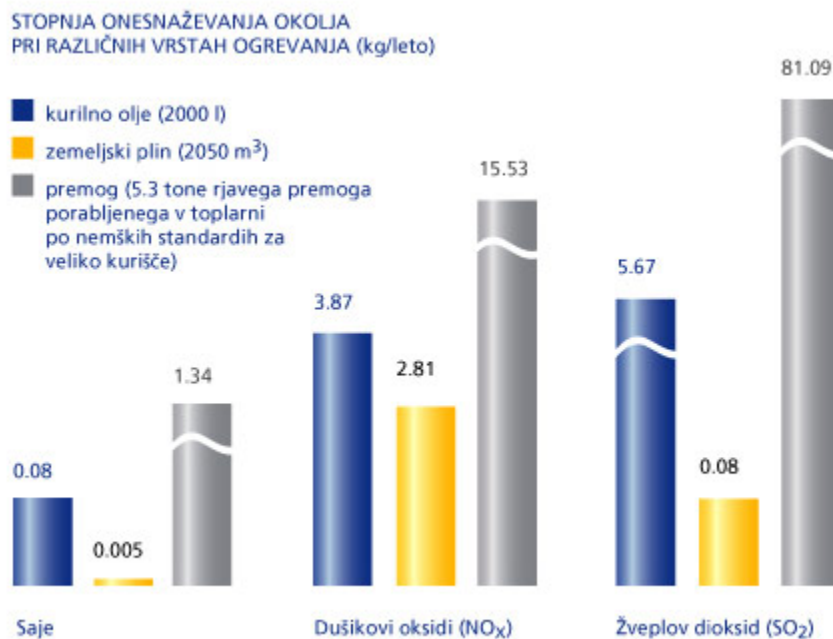
Equation 1: Burning methane CH<sub>4</sub>

Poleg zemeljskega plina je v uporabi tudi utekočinjen naftni plin, ki ga poznamo pod imenom propan – butan, ki se ga prodaja v jeklenkah. Glavna razlika med njima je ta, da je zemeljski plin naravnega izvora, utekočinjen naftni plin pa pridobivajo umetno iz surove nafte, je značilnega vonja in težji od zraka.

Zemeljski plin v primerjavi z nafto in premogom v ozračje ne emitira dimnih delcev oziroma saj, poleg tega zemeljski plin vsebuje zanemarljivo malo žvepla, ki se pri zgorevanju spreminja v žveplov dioksid. Le-ta neposredno ogroža zdravje ljudi, skupaj z dušikovimi oksidi pa povzroča kisli dež, ki uničuje vodne vire, gozdove in tla. Občutno nižje so tudi ostale vrednosti škodljivih snovi, ki se sproščajo pri zgorevanju: ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), ogljikov monoksid (CO) in dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>).

Sodobna tehnologija omogoča, da se pri zgorevanju zemeljskega plina sprošča precej manj strupenih dušikovih oksidov (NO<sub>x</sub>) kot pri drugih gorivih. V primerjavi s kurilnim oljem zemeljski plin pri zgorevanju sprošča 26 odstotkov manj dušikovih oksidov - NO<sub>x</sub>, v primerjavi s premogom pa kar 8 - krat manj ([www.geoplin-plinovodi.si](http://www.geoplin-plinovodi.si), 2007).

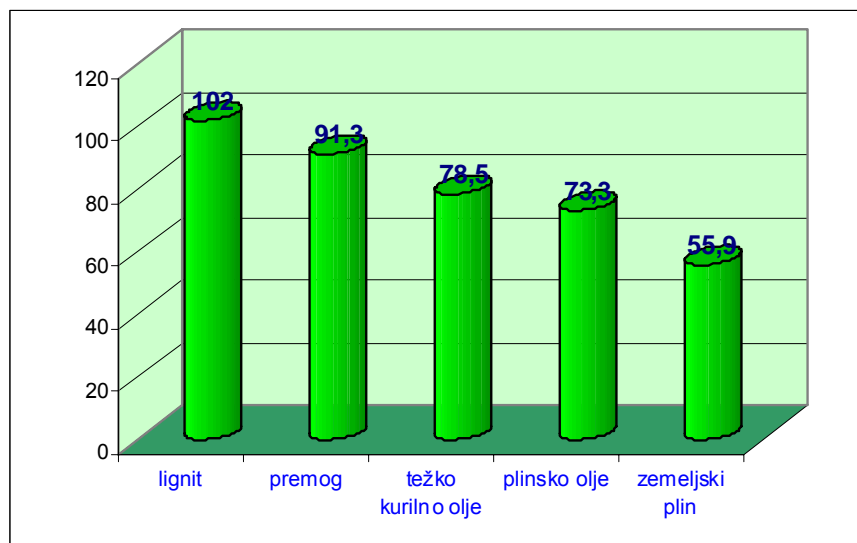




Graf 1: Stopnja onesnaževanja okolja z SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> in sajami pri ogrevanju v kg/leto  
(Vir: [www.geoplin-plinovodi.si](http://www.geoplin-plinovodi.si), 2007)

Graph 1: Level pollution environment with SO<sub>2</sub> and soot with warming at kg/year

Ogljikov dioksid je odločilni dejavnik pri nastajanju pojava tople grede. Emisija ogljikovega dioksida je pri zgorevanju zemeljskega plina v primerjavi s kurilnim oljem manjša za slabo tretjino, v primerjavi z lignitom, premogom in nafto pa je onesnaževanje z emisijami CO<sub>2</sub> manjše skoraj za polovico, kar močno pripomore k izboljševanju stanja ozračja in zmanjševanju učinka tople grede. Pri teh primerjavah je potrebno upoštevati tudi dejstvo, da ima pri proizvodnji enakih količin energije zemeljski plin najvišjo energetska izrabo, torej je poraba primarnega energenta najnižja pri zemeljskem plinu, kar spet pripomore k zmanjševanju pritiskov na okolje.



Graf 2: Emisije CO<sub>2</sub> pri zgorevanju fosilnih goriv (za enake količine dobavljene energije) v kgCO<sub>2</sub>/GJ

(Vir: [www.eurogas.org](http://www.eurogas.org), 2007)

Graph 2: Emission CO<sub>2</sub> at process of combustion fossil fuel (for the same quantity to supply energy) kgCO<sub>2</sub>/GJ

Prednost uporabe zemeljskega plina je poleg majhnega ekološkega obremenjevanja tudi neposredna uporaba brez predhodne potrebe po pretvorbi energije, pri čemer so energetske izgube v sistemu zanemarljivo majhne. Poleg tega zemeljskega plina ni potrebno skladiščiti, kot npr. premog ali kurilno olje, ampak se ga uporablja neposredno iz sistema, kar zagotavlja učinkovitejšo rabo prostora in neprekinjeno energetske oskrbo.

Vse te prednosti povečujejo uporabo zemeljskega plina tako v industriji kot tudi v široki potrošnji pri ogrevanju prostorov in vode, kuhanju, klimatiziranju.

Pri soproizvodnih sistemih, kot so npr. plinske in plinsko-parne termoelektrarne, sta združena dva procesa, in sicer sočasna proizvodnja ali kogeneracija elektrike in toplote. Pri takšnem načinu proizvodnje gre za poudarek na višjih izkoristkih primarne energije in koristni energetski uporabi, saj se pri vseh termoenergetskih procesih ustvarja tako elektrika kot toplota, le da se toplota odreja v okolico in na ta način predstavlja energetske izgube. Pri

soproizvodnji pa se večji del toplote koristno uporabi kot procesno toploto, toploto za ogrevanje ali po dodatnih pretvorbenih postopkih celo za hlajenje.

Plinsko - parne elektrarne oziroma njene soproizvodne instalacije, kot so plinske turbine, motorji in gorivne celice, delujejo po principu zgorevanja naravnega zemeljskega plina ob prisotnosti kisika. Pri tem procesu se porablja bistveno manj zagonske energije kot pri termoelektrarnah na premog, pri enaki porabi goriva pa se pridobi okoli 60 % več elektrike. Temperatura plina se ob izhodu iz plinske turbine giblje okoli 500°C, to toploto se uporabi za proizvodnjo pare, ki jo elektrarna pošilja v vročevodni ogrevalni sistem. Plinsko – parne termoelektrarne dosegajo izkoristek primarne energije med 55 in 60 %, premogovne elektrarne pa v povprečju le 33 %, medtem ko znašajo izkoristki najsodobnejših soproizvodnih enot celo do 90 % (Energija in okolje: izbira virov in tehnologij za manjše obremenjevanje okolja, 2000).

Poleg učinkovitosti energetske porabe so plinske in plinsko-parne termoelektrarne v primerjavi s klasičnimi premogovnimi termoelektrarnami okoljsko bistveno manj obremenjujoče, saj zemeljski plin ne vsebuje žvepla, emisije CO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> so majhne, čistilne naprave pa so nepotrebne. V Sloveniji imamo dve plinsko-parni elektrarni, in sicer Brestanico in Trbovlje ter plinsko turbino v poskusnem delovanju v Toplarni Šiška v Ljubljani. V TE Brestanica sta nameščeni dve plinski turbini z močjo 2 x 114 MW, medtem ko imata turbini v TE Trbovlje nazivno moč 2 x 31,5 MW. Šišensko plinsko turbino poganja agregat za proizvodnjo električne energije z močjo 6 MW, z izkoriščanjem toplote izpušnih plinov pa se proizvaja še industrijska para s toplotno močjo 4,3 MW in vroča voda za ogrevanje s toplotno močjo 4,8 MW. Na ta način se v šišenski toplarni izrabi kar 84% primarne energije (www.teb.si, www.tet.si, www.holdingmestajubljan.si, 2007 ).

## **7.2 Plinovodni sistem v Sloveniji**

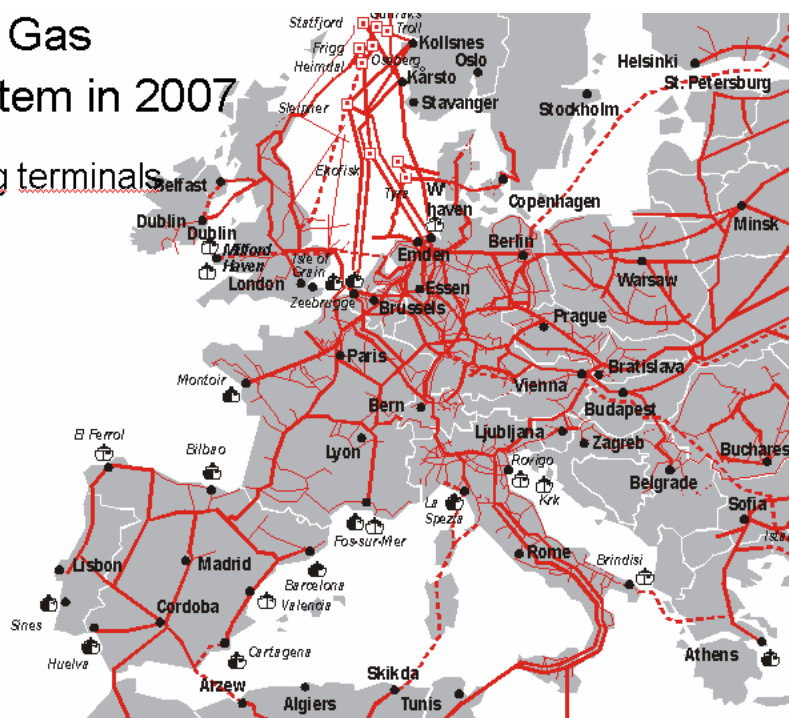
Transport zemeljskega plina se izvaja predvsem v plinastem stanju po prenosnem plinovodnem omrežju ali v utekočinjenem stanju s posebnimi ladjami, imenovanimi

metanijere. Zaradi varnostnih razlogov oziroma večje nevarnosti nesreč, se ga redkeje prevaža v železniškem ali cestnem prometu, za kar so potrebne posebne toplotno izolirane cisterne. Slovensko prenosno plinovodno omrežje je del obsežnega evropskega plinovodnega sistema, saj je povezano z italijanskim, avstrijskim in hrvaškim sistemom.

## European Natural Gas Transmission System in 2007

pipelines/LNG receiving terminals

- existing
- planned or under construction



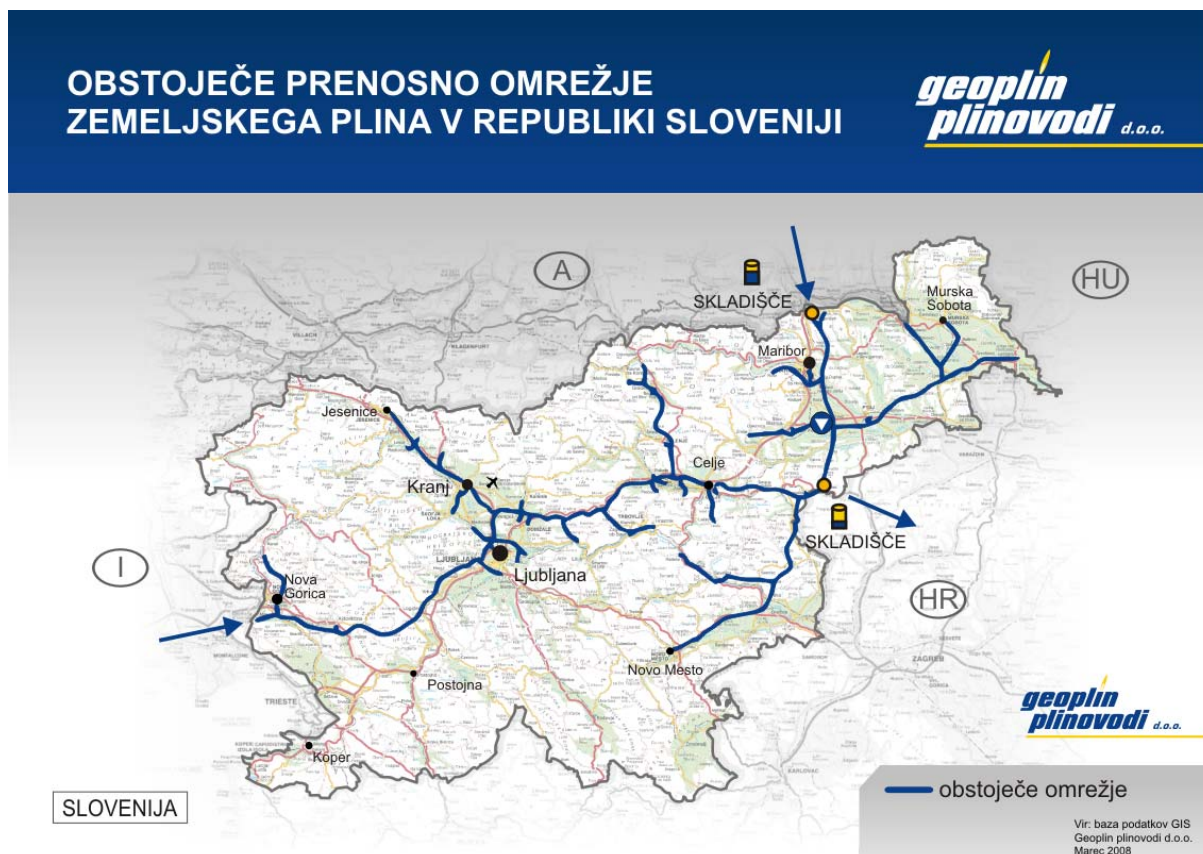
Karta 2: Evropsko prenosno plinovodno omrežje leta 2007

(Vir: [www.eurogas.org](http://www.eurogas.org), 2007)

Map 2: European natural gas transmission sistem in 2007

Prvi prenosni plinovod v Sloveniji je bil zgrajen od Ceršaka na avstrijsko slovenski meji do Rogatca na slovensko hrvaški meji. To je magistralni plinovod z oznako M1. Pri Ceršaku vstopa v Slovenijo zemeljski plin, uvožen iz Rusije, preko Italije pa uvažamo zemeljski plin iz Alžirije, in sicer po magistralnem plinovodu M3, ki poteka od Šempetra pri Novi Gorici do Ljubljane, nadaljevanje kraka M3 pa je speljano od Ljubljane do Vodice in ima oznako M3A. Vzhodni in zahodni krak osnovnega magistralnega plinovoda povezuje plinovod z oznako M2, ki poteka od Rogatca do Vodice. Od kraka M2 se vzhodno od Šmarj pri Jelšah odcepi plinovodni krak M4, ki poteka od Malih Roden do Novega mesta. Magistralni plinovodi M1,

M2 in M4 so visokotlačni plinovodi z nazivnim oziroma najvišjim delovnim tlakom 50 bar, medtem ko ima prav tako visokotlačni plinovod M3 nazivni tlak 67 bar.



Karta 3: Slovensko prenosno plinovodno omrežje leta 2007

(Vir: Baza podatkov GIS Geoplin plinovodi, 2007)

Map 3: Existing transmission pipeline in the Republic of Slovenia

Na osnovno mrežo magistralnega prenosnega plinovodnega sistema so vezani regionalni oziroma razdelilni plinovodi z oznako R. Na razdelilne plinovodne krake so nadalje vezani priključni plinovodi z oznakami P.

V večjih slovenskih mestih je vzpostavljena primarna mestna prenosna plinovodna mreža.

Primarne mestne plinovodne mreže so v lasti in upravljanju systemskega operaterja Geoplin plinovodi d.o.o.. Plinifikacijo do končnega potrošnika v mestni predelih je oskrba z zemeljskim plinom pod okriljem različnih lokalnih distributerjev, na primer Energetike Ljubljana, Mestnih plinovodov Koper, Adriaplin, Petrol ipd. Lokalna skupnost na nivoju občine podeli koncesijo distribucijskim družbam, ki oskrbuje končnega porabnika zemeljskega plina.

Neposredni odjemalci oziroma industrijski potrošniki se oskrbujejo direktno iz prenosnega omrežja systemskega operaterja družbe Geoplin plinovodi d.o.o., medtem ko so gospodinjstva preko lokalnega distribucijskega omrežja vezana bodisi na primarno mestno mrežo bodisi na priključni ali razdelilni plinovod. Vsa priključna mesta se izvajajo s pomočjo merilno regulacijskih postaj. V merilnih regulacijskih postajah se opravi meritve in izvede sprememba tlaka na željeno izhodno vrednost.

Plinovodni odsek je sestavljen iz vzdolžno ali spiralno varjenih jeklenih cevi z nizkimi vsebnostmi ogljika. Cevi so med seboj spojene z vari in so protikorozijsko zaščitene z ustreznimi visoko odpornimi izolacijskimi materiali, ki preprečujejo mehanske in kemijske poškodbe cevi. Plinovod je v zemljo položen na globini 1,1 do 1,8 metra, odvisno od geologije terena, predvidenih obremenitev pri morebitnih križanjih z infrastrukturnimi ali komunalnimi vodi, debeline sten cevi in premera cevi in z njim povezanega delovnega tlaka. Debeline sten cevi se gibljejo med 2.9 do 12.7 mm. Premeri cevi je odvisen od vrste plinovodne cevi in načrtovanega pretoka zemeljskega plina. Cevi magistralnih plinovodov imajo premer od 400 do 800 milimetrov (M1 in M3 imata  $\phi 500$  mm, M2 in M4 ima  $\phi 400$  mm, M2/1 pa ima  $\phi 800$ ), premeri cevi razdelilnih plinovodov in primarnih mestnih mrež se gibljejo med 100 in 300 milimetri, premeri priključnih plinovodov pa med 80 in 250 milimetri.

### **7.3 Obstoječi objekti na plinovodu**

Zahteve za prilagajanje tlaka so na prenosnem plinovodnem omrežju nameščene merilno-regulacijske postaje (v nadaljevanju MRP) in ena kompresorska postaja (KP). V neposredni bližini avstrijske državne meje je stacionirana MMRP Ceršak (mejna merilna regulacijska

postaja), ob italijanski državni pa MMRP Šempeter pri Novi Gorici ter ob hrvaški državni meji MMRP Rogatec se plin tlačno prilagodi zahtevam slovenskega plinovodnega sistema.

V MMRP Ceršak se reducira vstopni tlak s 70 na obratovalni tlak 50 bar. Plinska postrojenja omogočajo čiščenje cevovodov, filtriranje prahu iz zemeljskega plina, odstranjevanje morebitnih kondenzatov (voda, ogljikovodiki) in varovanje postaje in plinovoda pred previsokim tlakom.

Zaradi predvidene povečane potrošnje zemeljskega plina v prihodnosti, je bilo povečanje zmogljivosti slovenskega plinovodnega omrežja, ki je bilo zasnovano pred 30 leti, nujno potrebno. Povečanje zmogljivosti je mogoče doseči z izgradnjo novih vzporednih plinovodov ali s povečanjem tlaka.

Za dvigovanje tlaka zemeljskega plina v nadzorovanem procesu je bila leta 2001 zgrajena kompresorska postaja v Kidričevem, na križišču obstoječih plinovodov v smereh proti Rogatcu (M1), Slovenski Bistrici (R14) in Lendavi (R15), ki je bilo izbrano kot najprimernejša lokacija za postavitev postaje.

Kompresorska postaja je objekt, sestavljen iz vstopnega in izstopnega plinovoda, plinskega kompresorja in ustreznih instalacij za dvig tlaka, čiščenje plina in oskrbo z elektriko. V postaji sta postavljeni dve kompresorski enoti, vsaka z močjo 3,2 MW, od katerih je ena v obratovanju, medtem ko druga predstavlja 100 % rezervo v primeru izpada prve enote. Dvig tlaka je potreben za potiskanje plina po cevovodih od proizvodnega polja do končnih odjemalcev. Najmanjši tlak zemeljskega plina ob vstopu v kompresorsko postajo znaša 28 barov, medtem ko je največji izstopni tlak iz kompresorske postaje 50 barov ([www.geoplin-plinovodi.si](http://www.geoplin-plinovodi.si), 2007).



Slika 6: Kompresorska postaja Kidričevo  
(Vir: Geoplin plinovodi, 2007)

Fig. 6: Compressor station Kidričevo

Po celotnem plinovodnem sistemu je razporejenih več kot 300 merilno-regulacijskih postaj (MRP). To so objekti, sestavljeni iz vstopnega in izstopnega plinovoda, naprav za merjenje parametrov plina in naprav za regulacijo tlaka plina ter za zaščito pred preseganjem nastavljenega tlaka v obratovalnem procesu. Merilno-regulacijska postaja povezuje magistralni ali regionalni plinovod s končnimi porabniki ali lokalnim distributerjem oz. s primarnimi mestnimi mrežami. Zaščiten je z ograjo, ki nepooblaščenim osebam preprečuje dostop in tako zmanjšuje nevarnost nesreč ob morebitnem vandalizmu ali neukem ravnanju tretjih oseb. Funkcija MRP je čiščenje in merjenje porabe zemeljskega plina, ogrevanje in redukcija (na prvi stopnji s 50 ali 67 na 10 bar in na drugi stopnji z 10 na 6 bar za potrebe široke potrošnje). Merilna postaja je objekt, podoben merilno-regulacijski postaji, le da ima vgrajene izključno samo naprave za merjenje parametrov plina, medtem ko so v regulacijski postaji samo naprave za regulacijo tlaka plina. RP so locirane na lokacijah, kjer se plinovod razcepi, povezujejo magistralne in regionalne plinovode in omogočajo čistilna in vzdrževalna dela. Ker je v RP možen pretok plina v obe smeri, delujejo kot nekakšna križišča cevovodov.



Ostali objekti ali elementi, ki se pojavljajo na oziroma ob plinovodnih trasah so še zračne oznake plinovodnih tras, vohalne cevi, merilni stebrički katodne zaščite in talne oznake plinovodov. Vsi ti elementi služijo označevanju, nadzoru, vzdrževanju in nemotenem obratovanju plinovodnega sistema.



Slika 7: Primeri oznak plinovodnih tras, vohalnih cevi in merilnih stebričkov.

(Vir: [www.geoplin-plinovodi.si](http://www.geoplin-plinovodi.si), 2007)

Fig. 7: Example mark pipeline casings and cathodic protection points

Zelo pomembni deli plinovodnega sistema so tudi sekcijski zaporni ventili(ang. BS - block station), ki morajo biti po zakonu locirani na najmanj 16 kilometrskih odsekih plinovodnega sistema. Ti ventili imajo funkcijo preprečevanja praznjenja plinovodnih cevi, v primeru nenadzorovanega uhajanja plina iz sistema. V primeru uhajanja zemeljskega plina in posledično padca tlaka, se avtomatsko (nekateri zahtevajo ročno aktiviranje) aktivirata oba sekcijška ventila, ki omejujeta poškodovani odsek cevi, in s tem preprečita uhajanje večje količine zemeljskega plina v ozračje.

## 7.4 Razvoj prenosnega plinovodnega omrežja

Z odkritjem zalog zemeljskega plina na Nizozemskem v šestdesetih letih prejšnjega stoletja je v Evropi zemeljski plin začel pridobivati na svojem pomenu. Ob odkritju bogatih zalog v tedanji Sovjetski zvezi in v Alžiriji ter ob začetku gradnje mogočnih transportnih plinovodnih sistemov po Evropi in s tem tudi dobavo zemeljskega plina sosednji Avstriji in Italiji konec šestdesetih let, pa je ideja o plinifikaciji Slovenije začela dobivati uresničljive temelje. Planiranje razvoja slovenskega, takrat še jugoslovanskega, plinovodnega omrežja se je začelo že v letu 1974 pod okriljem podjetja Petrol.

Leta 1975 je bila podpisana prva pogodba z ruskimi dobavitelji zemeljskega plina, Sojuzgazexportom in ustanovljena temeljna organizacija Petrol – Zemeljski plin. Septembra 1976 je bila podpisana pogodba s francoskimi in nizozemskimi izvajalci gradnje plinovodnega omrežja, Spie Batignolles in Nacap, januarja 1977 pa sta sledila še podpisa pogodb o nadzoru gradbenih del s trboveljskim Rudisom in ljubljanskim IBE-jem ter začetek gradnje omrežja. Septembra 1977 so bile položene prve cevi za magistralna plinovoda M1 (Ceršak - Rogatec) in M2 (Rogatec - Vodice).

Avgusta leta 1978 sta bila kot prva potrošnika v Sloveniji oskrbovana z zemeljskim plinom tovarna papirja Sladkogorska in tovarna lesovine in lepenke v Ceršaku, stekel pa je tudi transport ruskega zemeljskega plina za Hrvaško. V novembru istega leta so napolnili magistralni plinovod M2 s priključki za Štajersko in Koroško do Ljubljane, v Vodica pa je slovensko plinovodno omrežje doživelo uradno otvoritev. Julija leta 1979 je bil zgrajen razdelilni plinovod za Gorenjsko R29, decembra pa se je končala gradnja magistralnega plinovoda M3 (Šempeter pri Novi Gorici - Ljubljana). Leta 1980 je bilo najeto skladišče zemeljskega plina v Avstriji ter končanje gradnje osnovnega prenosnega plinovodnega omrežja v skupni dolžini 630 kilometrov. V obdobju 1981 – 1985 so se gradila plinovodna omrežja Tržiča, Škofje Loke, Ptuja, Slovenske Bistrice, Žalca in Šempetra v Savinjski dolini. Do leta 1989 so zgradili še omrežja za oskrbo odjemalcev v Mengšu, Domžalah, Ajdovščini, Logatcu, Slovenj Gradcu, Ljutomeru, Ormožu, Velenju in Naklem. V letu 1990 so začeli z gradnjo magistralnega plinovoda za Dolenjsko in Posavje M4 (Male Rodne – Novo mesto), v

Šempetru pri Novi Gorici je bil zgrajen priključek na italijanski plinovod, podpisane pa so bile tudi pogodbe za transport alžirskega zemeljskega plina preko Tunizije, pod Sredozemskim morjem preko Italije do Slovenije.

V začetku leta 1992 je bila uradna otvoritev magistralnega plinovoda M4 in začetek dobave zemeljskega plina iz Alžirije. Do leta 1994 so zgradili plinovodna omrežja v Sevnici, Senovem, Novem mestu, Trbovljah, Hrastniku, Golniku in Šentjurju pri Celju. V letu 1994 je v Ljubljani z vožnjo začel tudi prvi ekobus s pogonom na zemeljski plin, polnilnica komprimiranega zemeljskega plina za ljubljanske mestne avtobuse pa je bila zgrajena že leto poprej.

Leta 1995 se je Petrol – Zemeljski plin d.o.o. preimenoval v Geoplin d.o.o. Ljubljana. V letih 1995 – 1998 so dograjevali plinovodna omrežja v Novi Gorici, Novem mestu, Rogaški Slatini, Velenju, Kranju, Kamniku, Radovljici, Izlakah, Hrastniku, Lendavi, Žalcu in na Vrhniki. Leta 2001 je bila zgrajena kompresorska postaja Kidričevo. Leta 2002 je bil zgrajen priključni plinovod do Bleda, leta 2005 pa plinovod za MRP Podkraj v Hrastniku.

Leta 2005 je prišlo do notranje reorganizacije in ustanovitve hčerinskega podjetja Geoplin plinovodi d.o.o..

Leta 2007 je bil zgrajen vzporedni plinovod M2/1 v odseku od MMRP Rogatec do odcepa za M4 v naselju Male Rodne.

Gradnjo predvidenih prenosnih plinovodov po posameznih časovnih sklopih je prikazano v karti št. 4 v obdobju od 2007 do 2016.

Vir: Brošura 20 let zemeljskega plina v Sloveniji, 1998.



Karta 4: Razvojni načrt prenosnega plinovodnega omrežja za obdobje 2007 – 2016  
(Vir: Geoplin plinovodi, 2008)

Map 4: Development of high pressure gas infrastructure between 2007 – 2016

## 8 GEOPLIN PLINOVODI D.O.O., SISTEMSKI OPERATER PRENOSNEGA OMREŽJA

Glavni poslovni cilj in dejavnost družbe Geoplin plinovodi d.o.o. je zagotavljanje dolgoročnega, zanesljivega, kakovostnega, cenovno konkurenčnega in okoljevarstveno sprejemljivega prenosa zemeljskega plina za industrijske odjemalce ter lokalne distributerje priključene na prenosno plinovodno omrežje.

Dejavnosti družbe so:

- prenos zemeljskega plina po slovenskem plinovodnem omrežju,
- načrtovanje in razvijanje plinovodnega omrežja,
- umerjanje in servisiranje plinomerov in korektorjev,
- izobraževanje energetikov.

## **9 PODATKOVNI MODEL APDM – ARCGIS PIPE LINE DATA MODEL**

Podjetje Esri je razvilo podatkovni model za prenosne plinovode za uporabo v okolju ArcGIS. ArcGIS je orodje za vodenje geografskih informacijskih sistemov.

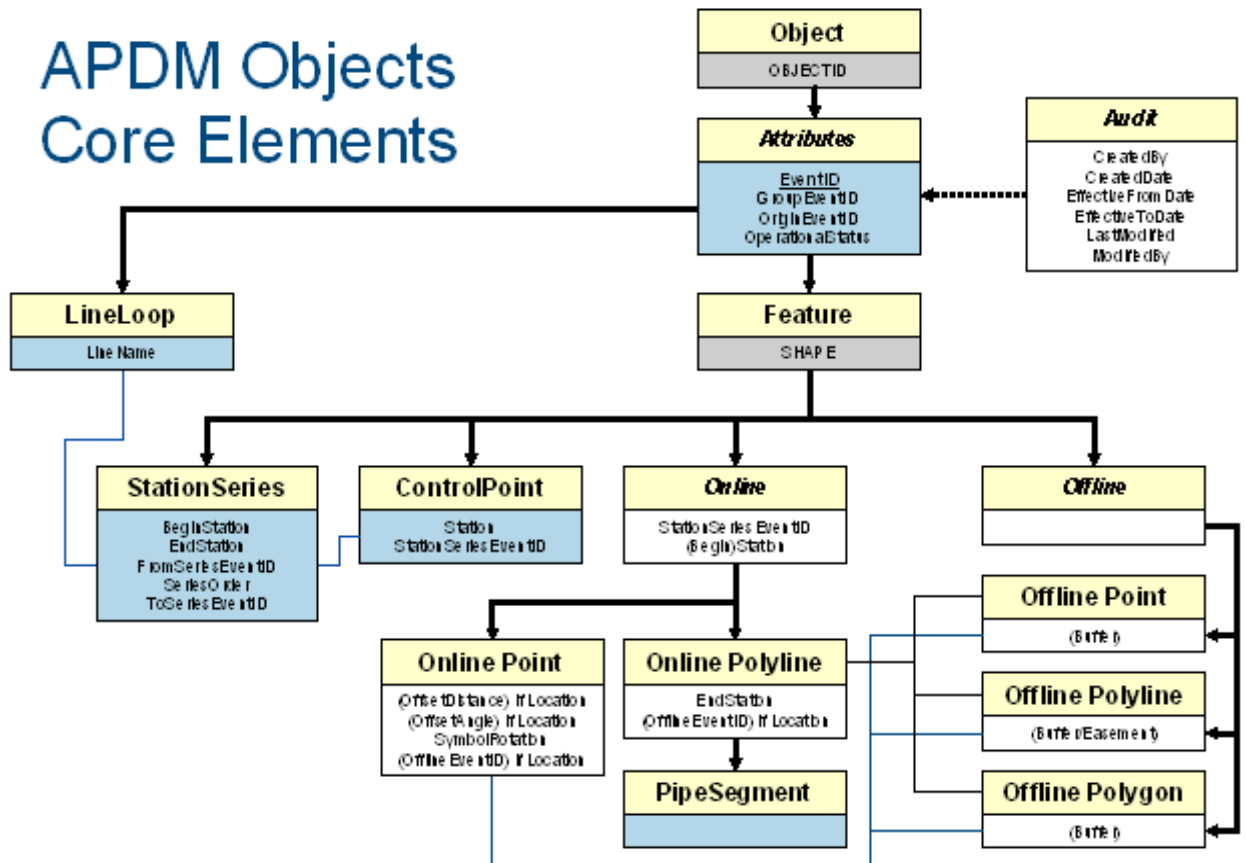
ArcGIS Pipeline Data Model (v nadaljevanju APDM) je kreiran z namenom shranjevanja informacij nanašati se na značilnosti, ki jih najdemo pri prenosnih vodih pretežno pri plinu in sistema za prenos tekočin. APDM je bil vpeljan leta 2002. Intelektualno lastnino nad APDM-jem ima korporacija ESRI (Environmental Systems Research Institute).

APDM je izrecno kreirana za implementacijo ESRI geografske podatkovne baze za uporabo pri produktih ESRI ArcGIS in ArcSDE. Geografska podatkovna baza temelji na objektno relacijski osnovi za shranjevanje in upravljanje geografskih podatkov kot značilnost industrijskega standarda relacijske podatkovne baze upravljaljskega sistema (RDBMS).

APDM je osnovan z namenom, da postane predloga in ne standard. Nobena vladna organizacija APDM ni uradno potrdila kot standard. Značilnosti in relacije v modelu so skupne 80 odstotkom vseh plinskih družb pri implementaciji tehnologije geografskega informacijskega sistema. Namen njihovega modela ni, da bi postavili standard za podatkovne baze temveč osnovo za kreiranje podatkovne baze. S tem pospešujejo razvoj podatkovnih modelov na tem področju. Eden izmed kriterijev izdelave modela je izdelati osnovne elemente modela, ki bi se jih morali predpisati kot standard za podatkovni prenos, aplikativnega razvoja in konverzacije pri implementaciji APDM modela.

APDM podatkovni model je organiziran v tri naslednje kategorije: Abstraktni razredi, Osnovni razredi in opcijski razred. Abstraktni razredi so hrbtenica modela APDM. Vsi ostali razredi v APDM-ju so le dediči. Osnovni razredi definirajo APDM-ju linijske značilnosti,

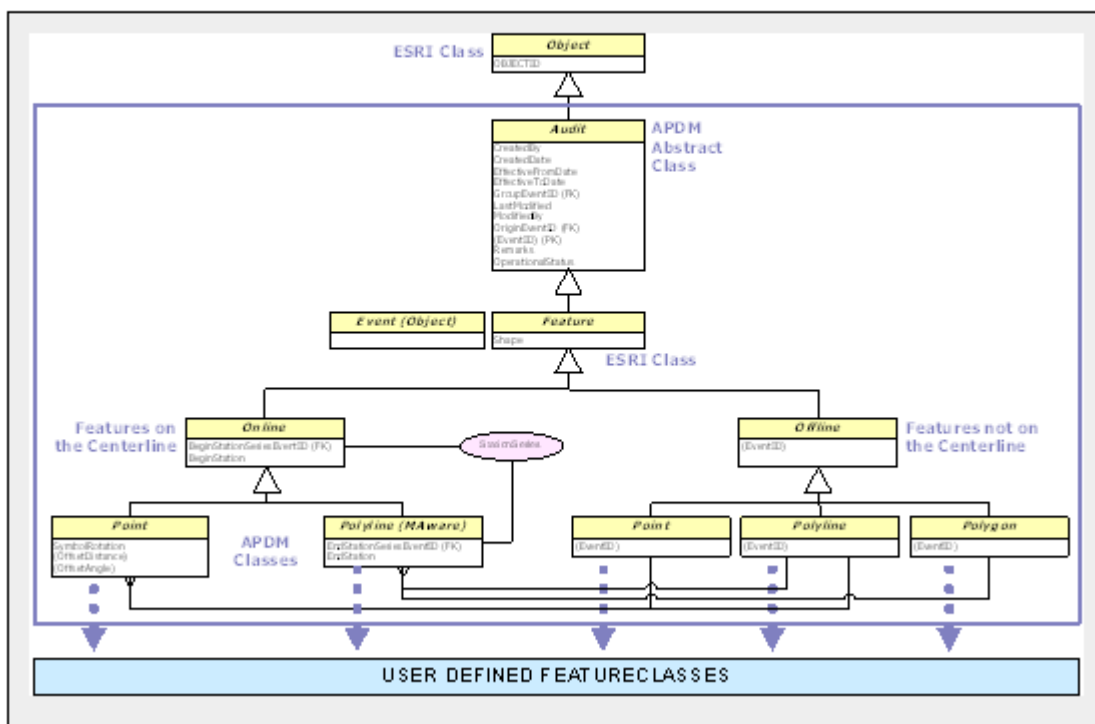
atribute, stacionaže in podpirajo elemente modela. Opcijski razredi so definirani v ločenem dokumentu. Opcijski elementi predstavljajo osnovo za začetne šablone podjetjem, ki še nimajo obstoječega podatkovnega modela.



Slika 8: APDM objekti in glavni elementi  
 (Vir: www.apdm.net, 2007)

Fig. 8: APDM objects and core elements

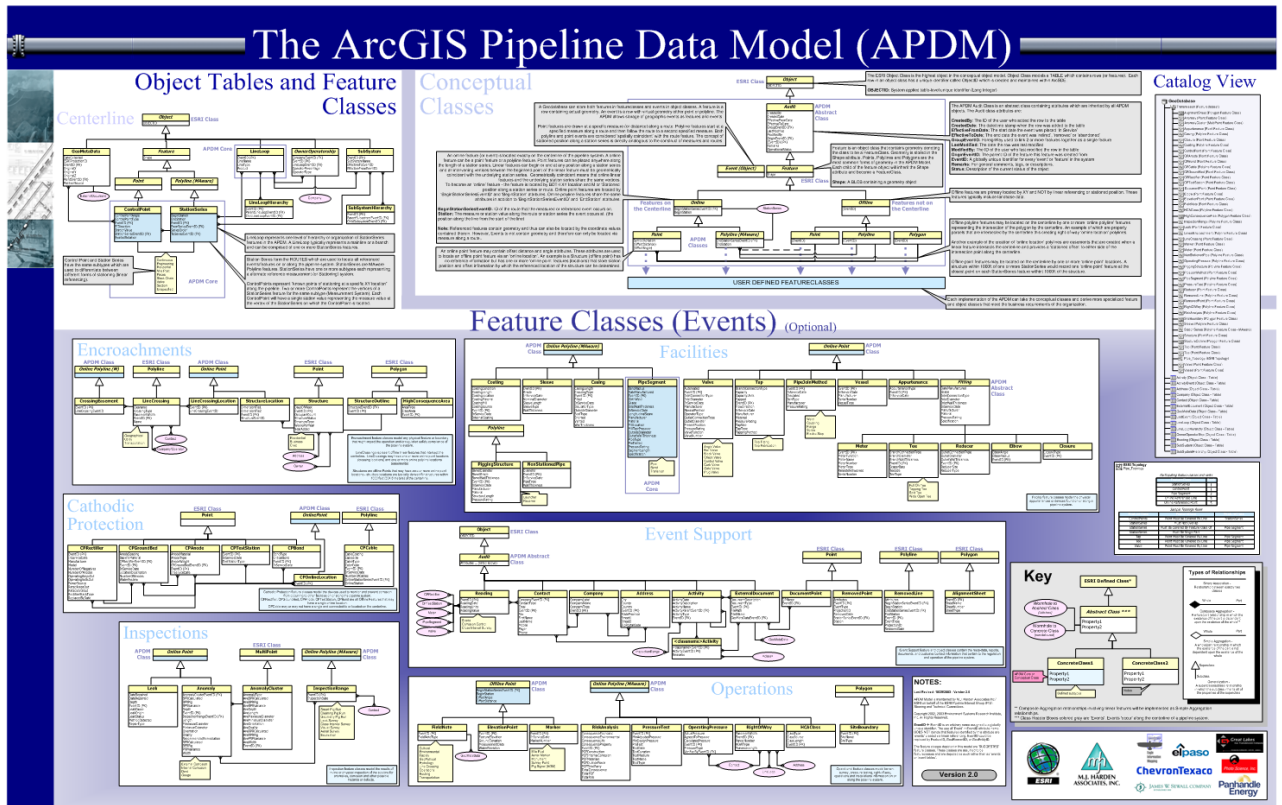
## APDM: Core Elements



(Vir: [www.apdm.net](http://www.apdm.net), 2007)

Slika 9: APDM glavni elementi

Fig. 9: APDM Core elements



Slika 10: Esri ArcGIS podatkovni model prenosnih plinovodov (Vir: www.apdm.net, 2007)

Fig. 10: The ArcGIS pipeline data model

## 10 FME – FEATURE MANIPALITION ENGINE - ORODJE ZA PRETVORBO

FME je sodobno orodje ETL (Extract, Transform and Load) orodje za GIS, ki omogoča pretvorbo različnih formatov prostorskih podatkov v poljuben format. Trenutno je podprtih okoli 150 različnih formatov. Omogoča kombiniranje različnih formatov iz različnih virov v en sam proces pretvorbe, pri tem ohranja popolno kontrolo nad podatki, tako grafiko kot tudi atributi.

FME je integrirana kolekcija orodij za izpisovanje, transformiranje in nalaganje(Spatila ETL – Extract, Transform, and Load). Predstavlja popolno interoperabilno rešitev, premaguje ovire

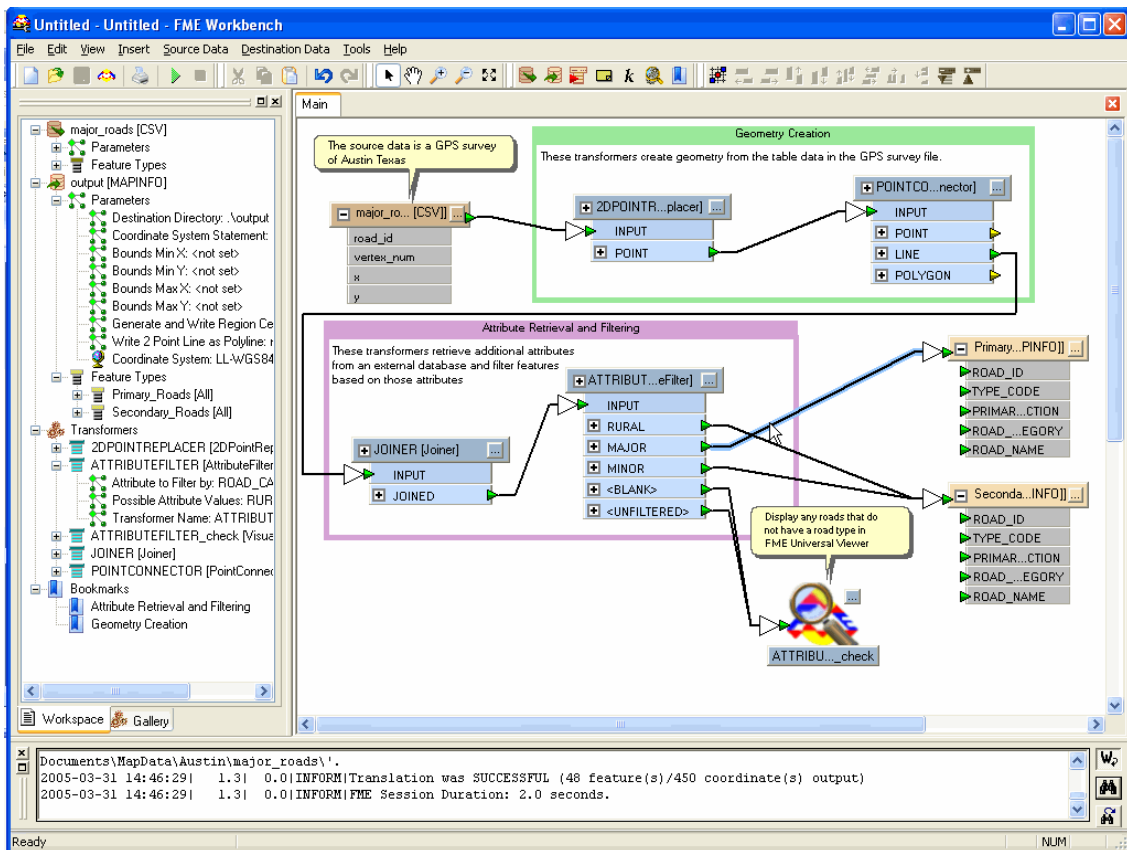


in povečuje podatkovna združevanja med raznolikimi orodji. FME vsebuje tri glavne komponente, kot so: prevajalnik, urejevalnik transformacije in pregledovalnik. Kot razvojno orodje vsebuje tudi transformacijo med različnimi koordinatnimi sistemi. Orodje FME je trenutno na trgu le eno leto. Med prednosti orodja lahko pripišemo tudi to, da podpira vse svetovno znane formate svetovno vodilnih podjetij na področju GIS-a in ETL (Extract, Transform, and Load) aplikacij.

Uporaba FME orodja za organizacijo navedenega dela z različnimi tipi shranjenih podatkov lahko omogoča naslednje:

- Združevanje podatkov iz različnih virov v enotno smer prenosa,
- Preverjanje kvalitete podatkov in združevanje podatkov iz različnih virov,
- Podaljšuje življenjsko dobo legalnih sistemov skozi njihovo interoperabilnost,
- Enostavna izmenjava podatkov med sistemi CAD (Computer aided design) in GIS,
- Zagotavlja kvalitetne varnostne teste na prostorskih podatkih,
- Najobsežnejši nabor podprtih formatov,
- Nazoren pregled izvora in celotnega krogotoka podatkov,
- Zagotavlja ustrezno hitrost prenosa in pretvorbo podatkov,
- Omogoča priključitev na poljuben vir ne glede na izvor podatkov.

Orodje FME je eno izmed primernejših uporabniških orodij za migracijo podatkov in pripravo podatkov za uvoz v objektno orientirane podatkovne baze.



Slika 11: Delovno omizje pri programu FME (Vir: www.apdm.net, 2007)

Fig. 11: FME Workbench

## 11 OBJEKTNI MODEL BAZ PODATKOV GIS PRENOSNIH PLINOVODOV

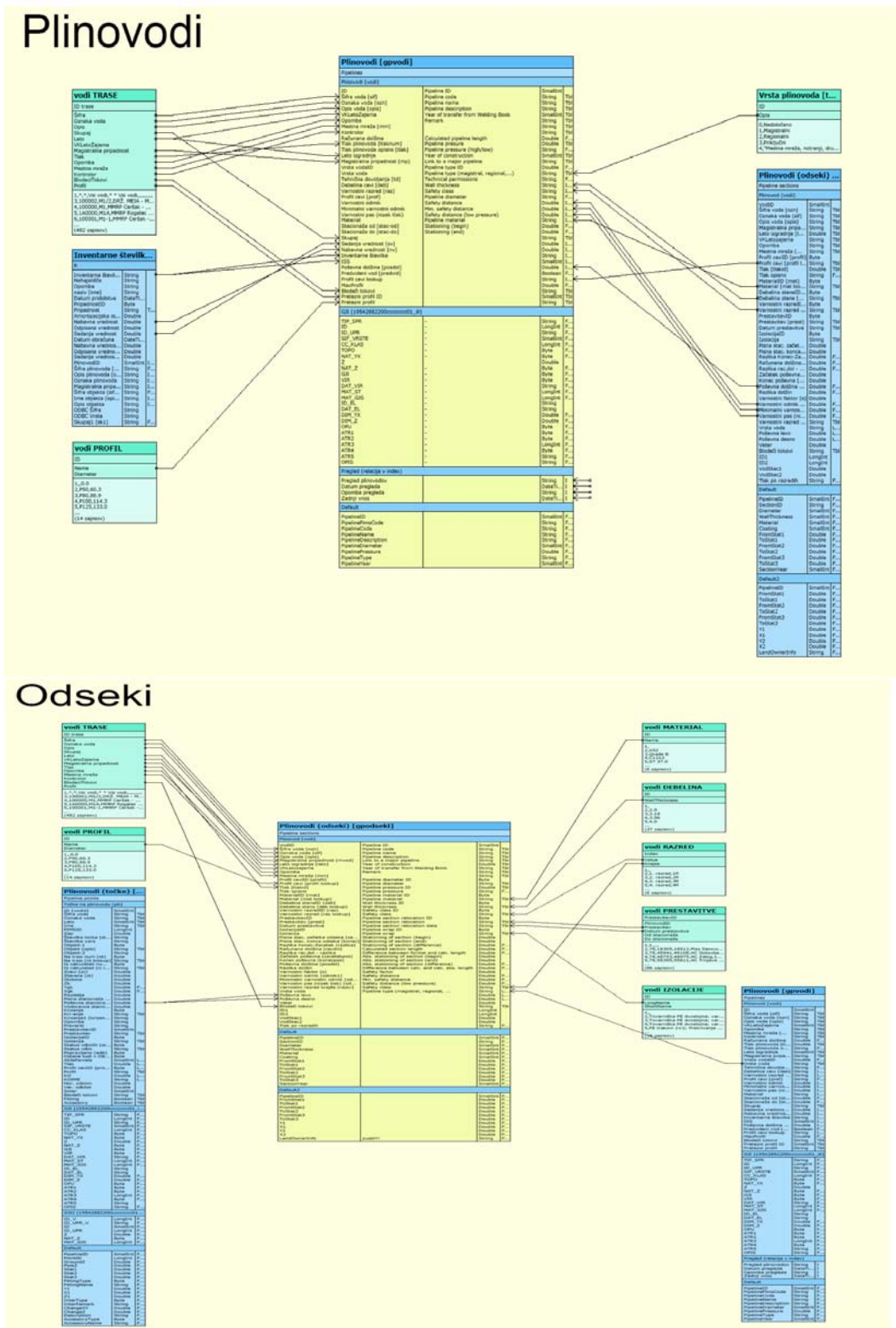
### 11.1 Objektni model podatkovnih baz

Objektni model podatkovnih baz geografskega informacijskega sistema je razvit v okolju SDMS. Drugačen pristop je zahteval lasten razvoj modula za izdelavo objektnega kataloga. Funkcionalnost modula je prilagojena glede na dinamično sledenje posameznim spremembam v podatkovni plasti, ki se kasneje manifestira v obliki spremembe v objektnem katalogu. V nadaljevanju so prikazani posamezni podatkovni modeli vključenih v geografski informacijski sistem prenosnih plinovodov. Funkcionalnosti posameznih objektov z obrazložitvijo posameznih polj so prikazane v prilogi naloge.

Slika 12: Diagram organiziranosti podatkovnih baz prenosnega omrežja v geografskem informacijskem sistemu

(Vir: Levičnik T., Opredelitev zahtevanih lastnosti programske opreme gis za mobilnega odjemalca, 2002)

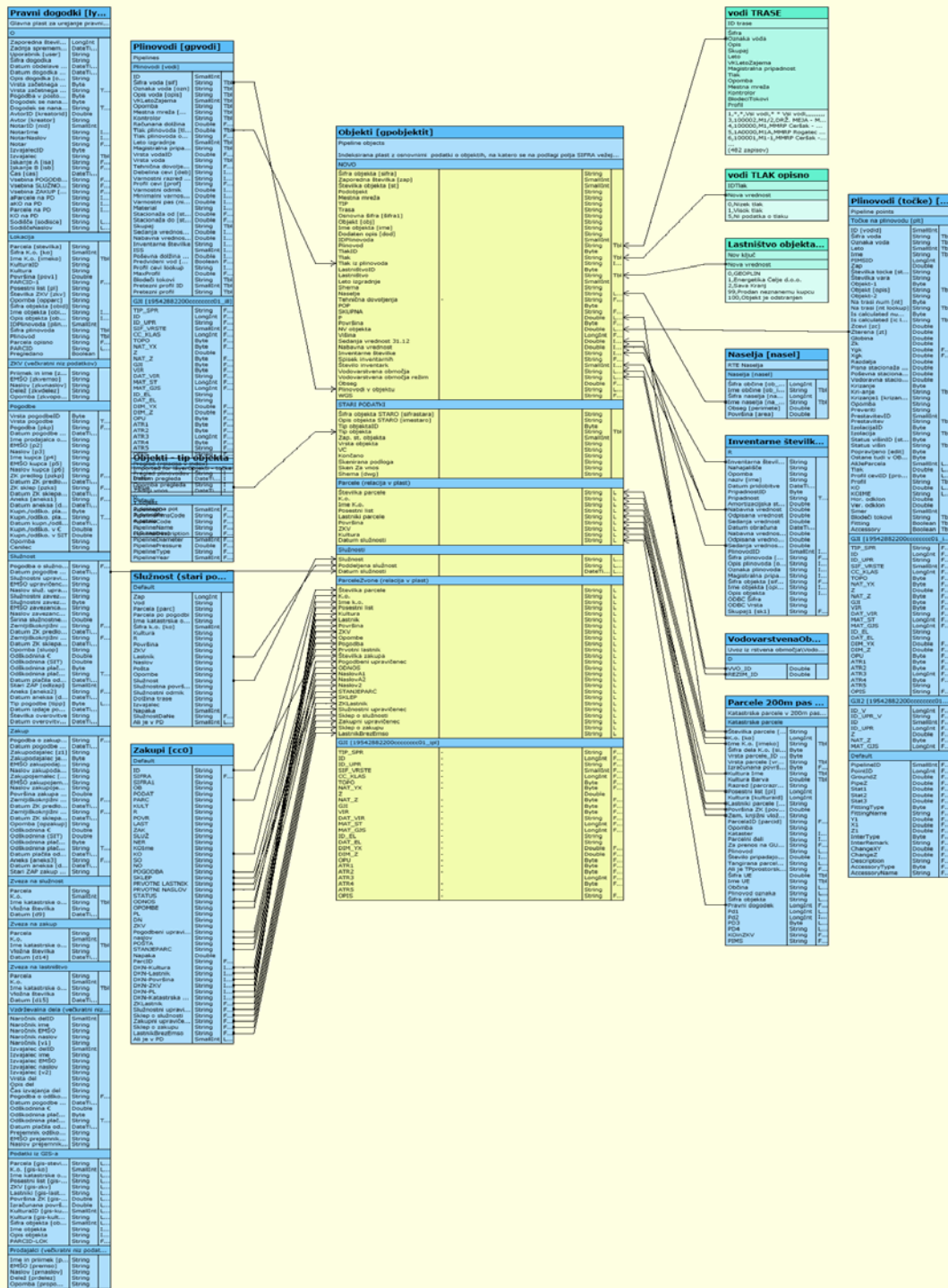
Fig. 12: Organization diagram of data bases transmission in GIS system



Slika 13: Model Plinovodni odseki in plinovodi  
 (Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)  
 Fig. 13: Model Pipeline section and pipeline



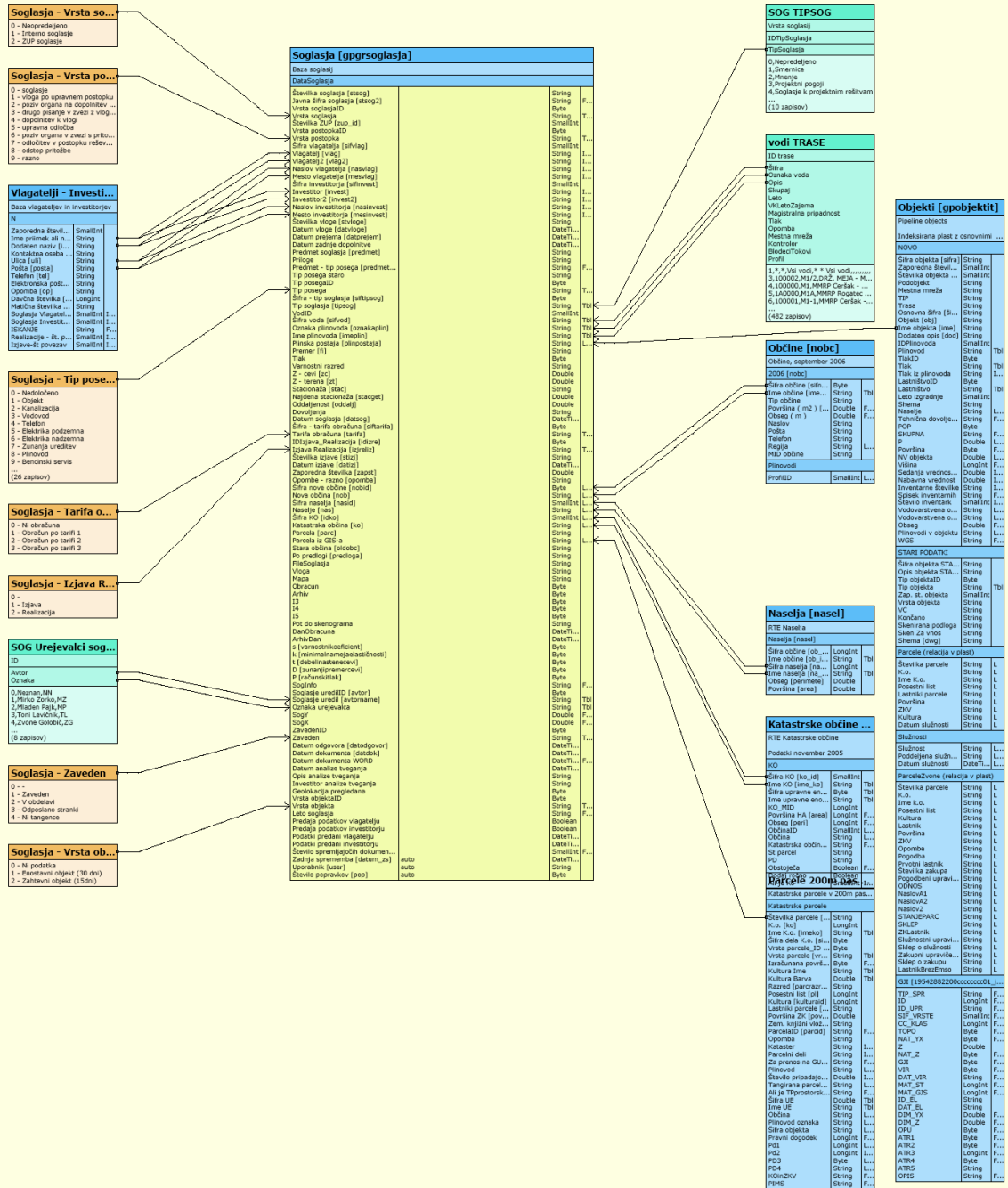
# Objekti



Slika 15: Model Objekti na plinovodu  
(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 15: Model Pipe line station

# Soglasja

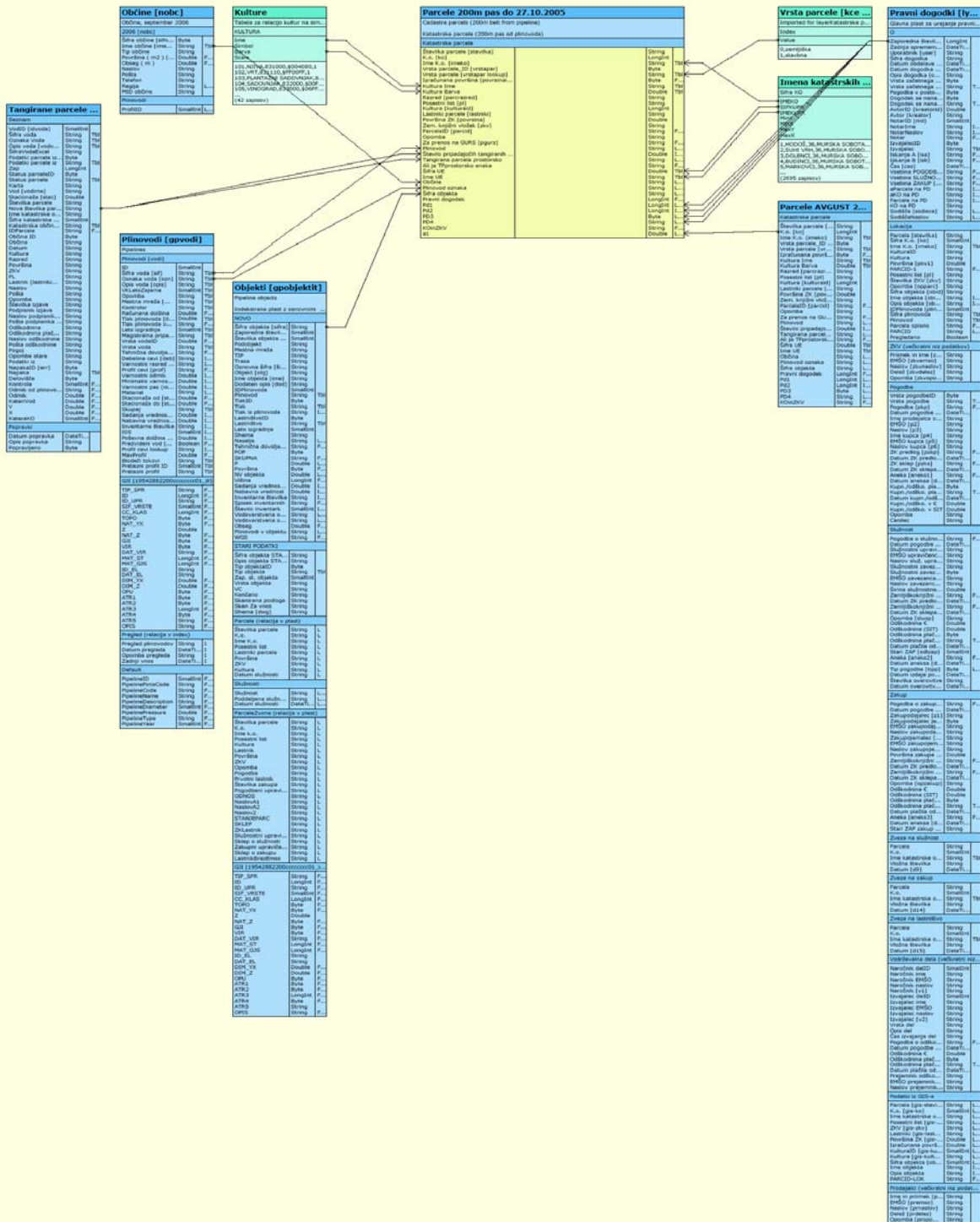


Slika 16: Model Soglasja

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 16: Model Document of permission

# Parcele 200m



Slika 17: Model Parcele

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

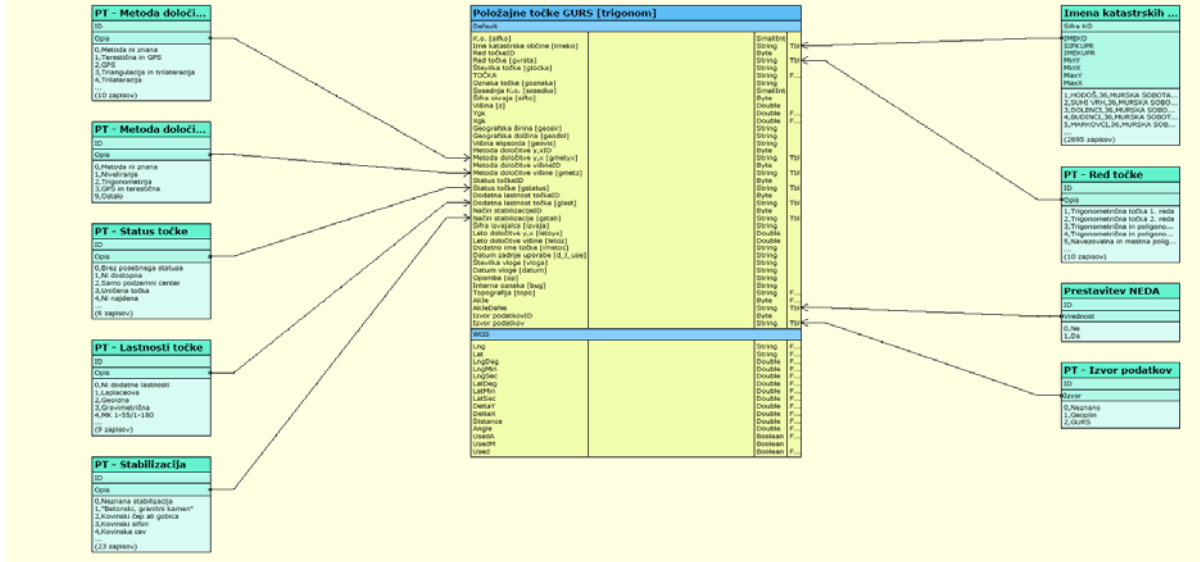
Fig. 17: Model Cadastral of land



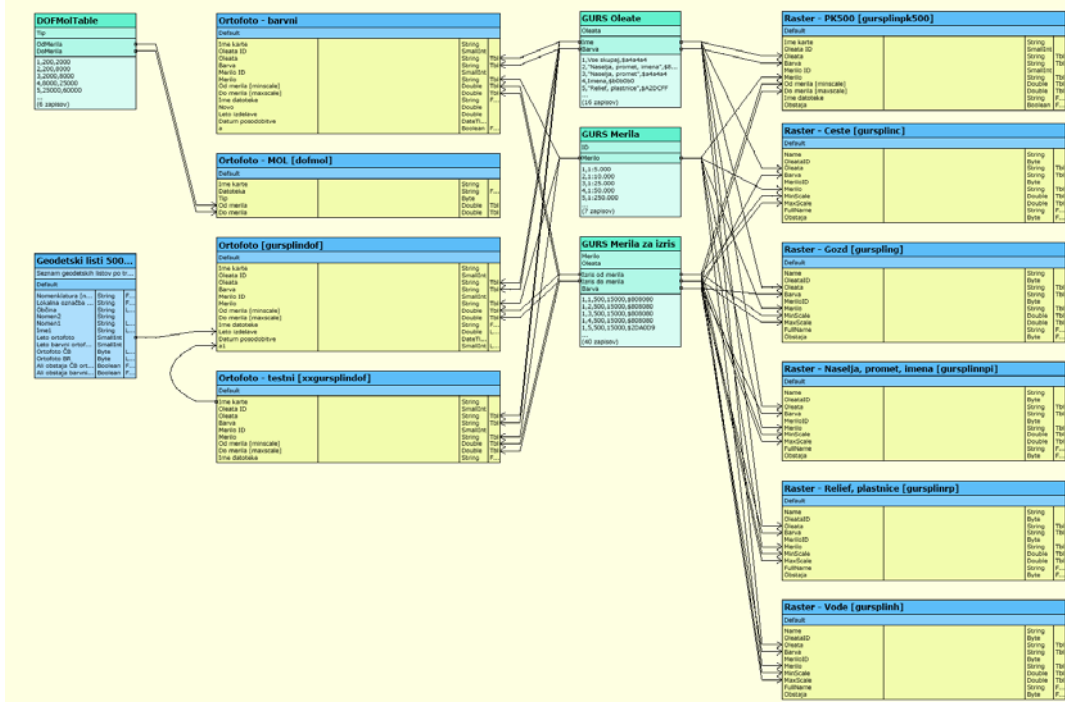




# Položajne točke GURS



# Rastrske podlage GURS



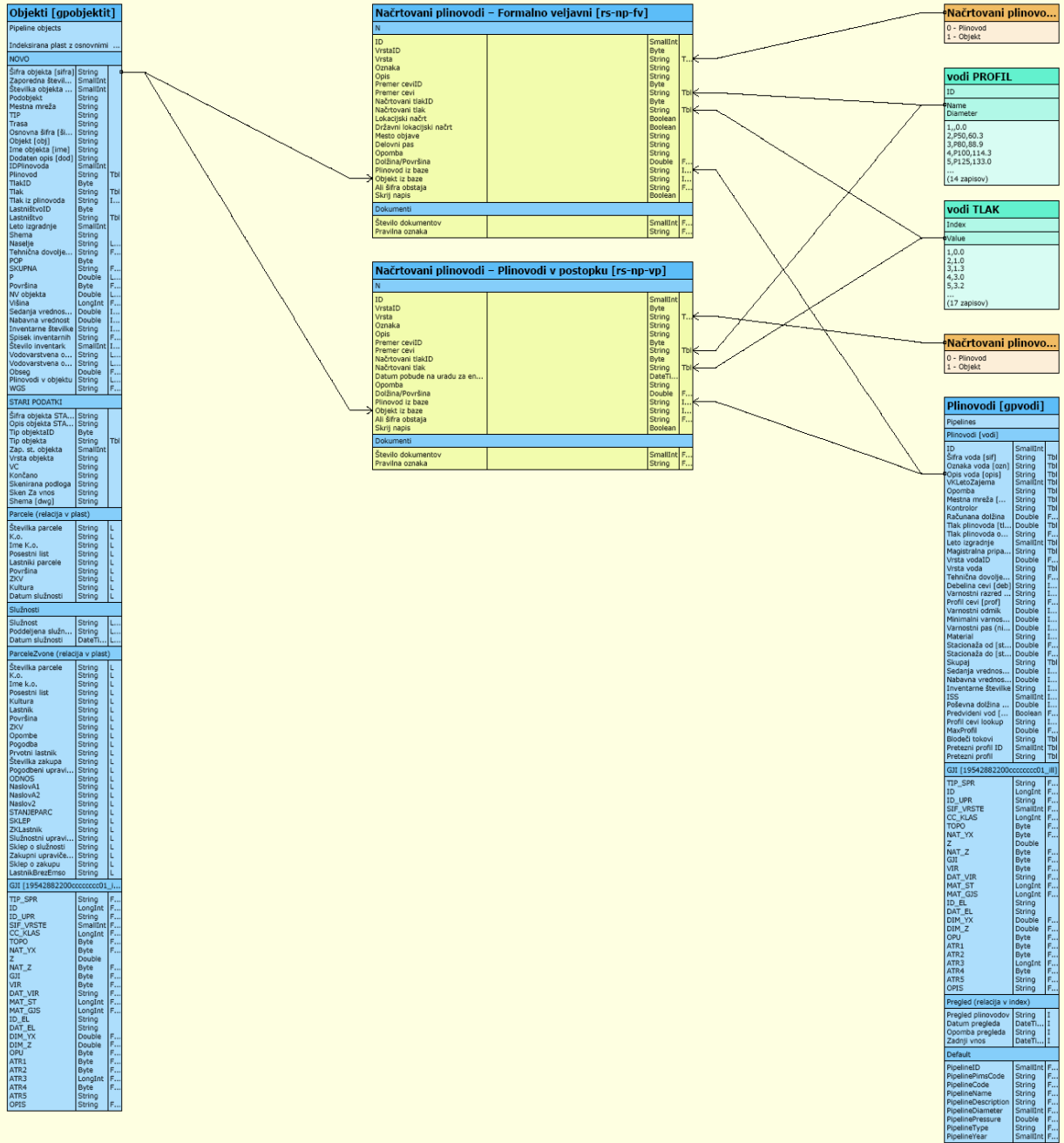
Slika 20: Model Položajne točke in Rastrske podlage GURS

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplan plinovodi d.o.o.)

Fig. 20: Model Geodetic measurements points and Topographic data from The Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia



# Načrtovani plinovodi



Slika 22: Model Načrtovani plinovodi

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplan plinovodi d.o.o.)

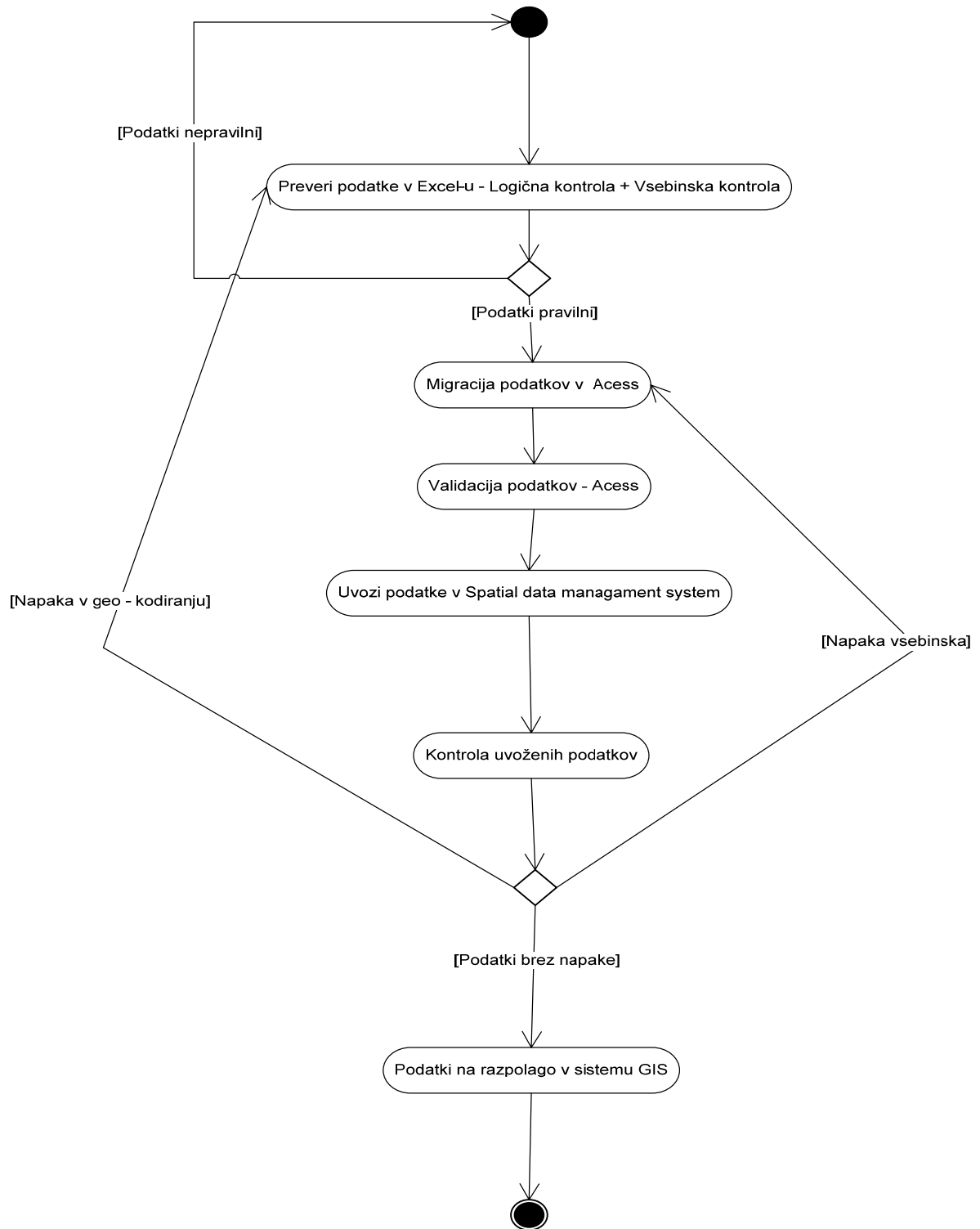
Fig. 22: Model Planning pipelines

## 11.2 UML (Unified Modeling Language) Diagrami

Diagram aktivnosti vzdrževanja osnovne baze (Slika 23: Diagram aktivnosti Vzdrževanje Osnovne baze- Activity diagram) opisuje vzdrževanje osnovne baze v kateri so zajeti vsi osnovni elementi KGJI prenosnih plinovodov. Evidentiranje podatkov poteka na terenu s geodetskimi meritvami. Kvaliteta podatkov je zagotovljena saj zajem podatkov poteka pred samim zasutjem plinovodne cevi. Zajete podatki se ustrezno atribuirajo skladno z navodili izvajalcu geodetskih storitev.

Pri zajemu podatkov se uporabljajo poleg klasičnih metod merjenj tudi merjenja s GPS tehnologijo. Glavni sestavni deli elaborata KGJI so sestavljeni iz grafičnega in tekstualnega dela. Med tekstualne dele elaborata sodi tudi pisani podolžni profil prenosnega plinovoda, ki je osnova vnosa podatkov v GIS prenosnih plinovodov. Predan je v digitalni obliki v excelovem formatu. Pred vnosom podatkov iz excelove tabele v Microsoftovo Accessovo aplikacijo se opravijo logične in vsebinske kontrole podatkov. V kolikor so ugotovljene pomanjkljivosti se elaborat zavrne. Uvoz oziroma kopiranje podatkov v Microsoftovo Accessovo aplikacijo je potrebno zaradi dodatnih kontrol in zagotovitve ustreznega nivoja vodenja podatkov. Po potrditvi kontrolnih testov v Accessu so podatki pripravljene za uvoz v podatkovno bazo aplikacije za vodenje GIS SDMS-a.

Uvoz se lahko opravi parcialno za posamezne sklope podatkovne baze ali za celotno podatkovno bazo. Zopet sledi kontrola vnesenih podatkov v grafičnem uporabniškem pregledovalniku in preizkus analiz znotraj vnesenega sklopa podatkov. Pogoj za uporabo podatkov je uspešno opravljena zadnja kontrola.

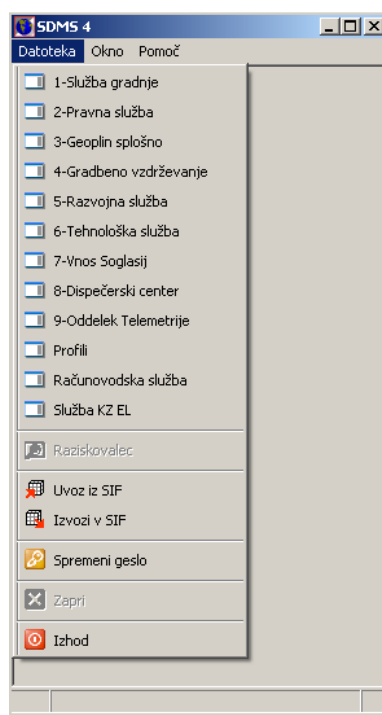


Slika 23: Diagram aktivnosti Vzdrževanje Osnovne baze

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 23: Activity diagram Maintenance basis data base

Diagram primera uporabe GIS - Use Case diagram (Slika 26: Glavni primeri uporabe GIS - Use Case diagram) prikazuje glavne aktivnosti pri uporabi podatkov GIS. V GIS so vključene službe in oddelki (Slika 24: Vhodna maska za izbiro aplikacije posamezne službe), ki pri svojem delu potrebujejo poleg osnovnih podatkov tudi prostorsko orientirane podatke.



Slika 24: Vhodna maska za izbiro aplikacije posamezne službe

(Vir: GIS prenosnega omrežja Geoplin plinovodi, aplikacija SDMS Spatial data management system, 2007)

Fig. 24: Interface of GIS application

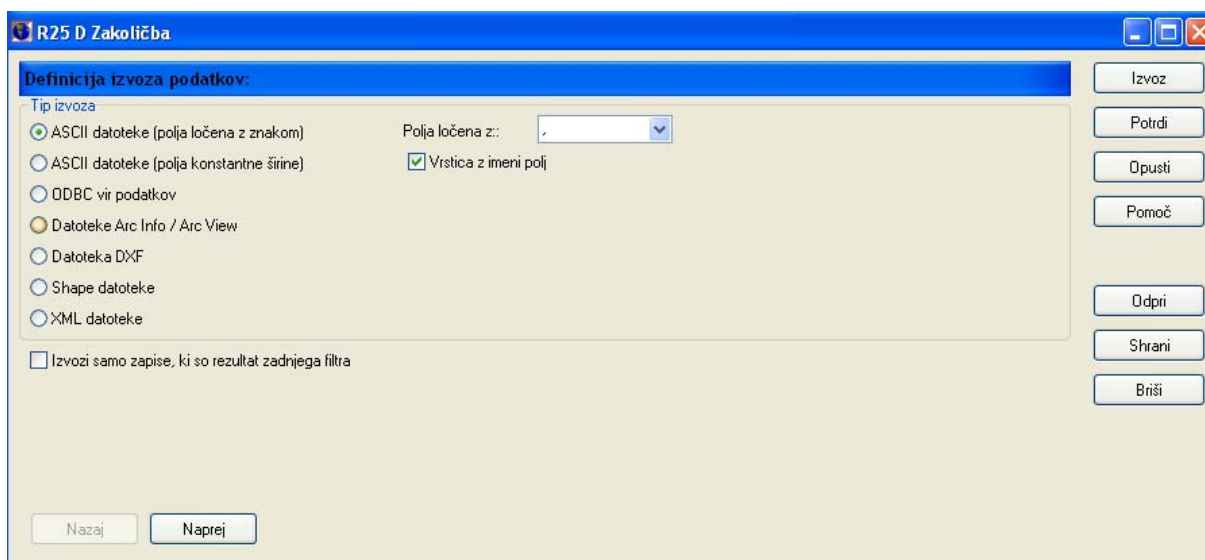
Vnašanje sprememb in novih zapisov definira poseben protokol. Osnovno bazo, ki predstavlja hrbtenico objektno orientirane podatkovne baze, se ažurira v sodelovanju skrbnika celotnega sistema. Ažuriranje posameznih podatkovnih baz znotraj služb in oddelkov ažurira za posamezno področje imenovan skrbnik. Z opisano organizacijo skrbništva in optimizacijo administriranja smo izključili vnos večjih napak in s tem omejili možnost večjih izpadov sistema. Ažuriranje poteka v času manjše obremenitve sistema, kljub temu, da je



administriranje osnovne baze in podatkovnih baz posameznih služb mogoče v času, ko uporabniki opravljajo svoje aktivnosti v sklopu GIS. Za posamezne uporabnike so nekatere analize že v naprej definirane in dostopne preko menijev. Naprednejši uporabniki lahko s pomočjo SQL ukazov filtrirajo željeno skupino podatkov po principu prostorske oziroma ne prostorske analize. Rezultate je mogoče prikazati na več načinov in sicer v formatu; poročila, dokumenta, izrisa v obliki, ki jo lahko vsak uporabnik prilagodi svojim potrebam. Izvoz podatkov je določen s pravicami, ki so dodeljene s strani administratorja sistema. Omogočen je izvoz podatkov v formatih shape datoteke, ASCI datoteke, XML zapisi, ODBC (Open Database Connectivity) virom podatkov, datoteke ARC Info/ Arc View (Slika 25: Maska v SDMS za izvoz podatkov).

Primer XML zapisa:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
=<layer_STAVBE>
=<record>
=<dataset_Default>
<field_Name>VRHNIKA 232/2</field_Name>
<field_Type>1</field_Type>
</dataset_Default>
=<polygon>
<node>484481.57,114337.26</node>
<node>484504.92,114345.27</node>
<node>484510.26,114331.43</node>
<node>484487.89,114322.67</node>
</polygon>
</record>
</layer_STAVBE>
```

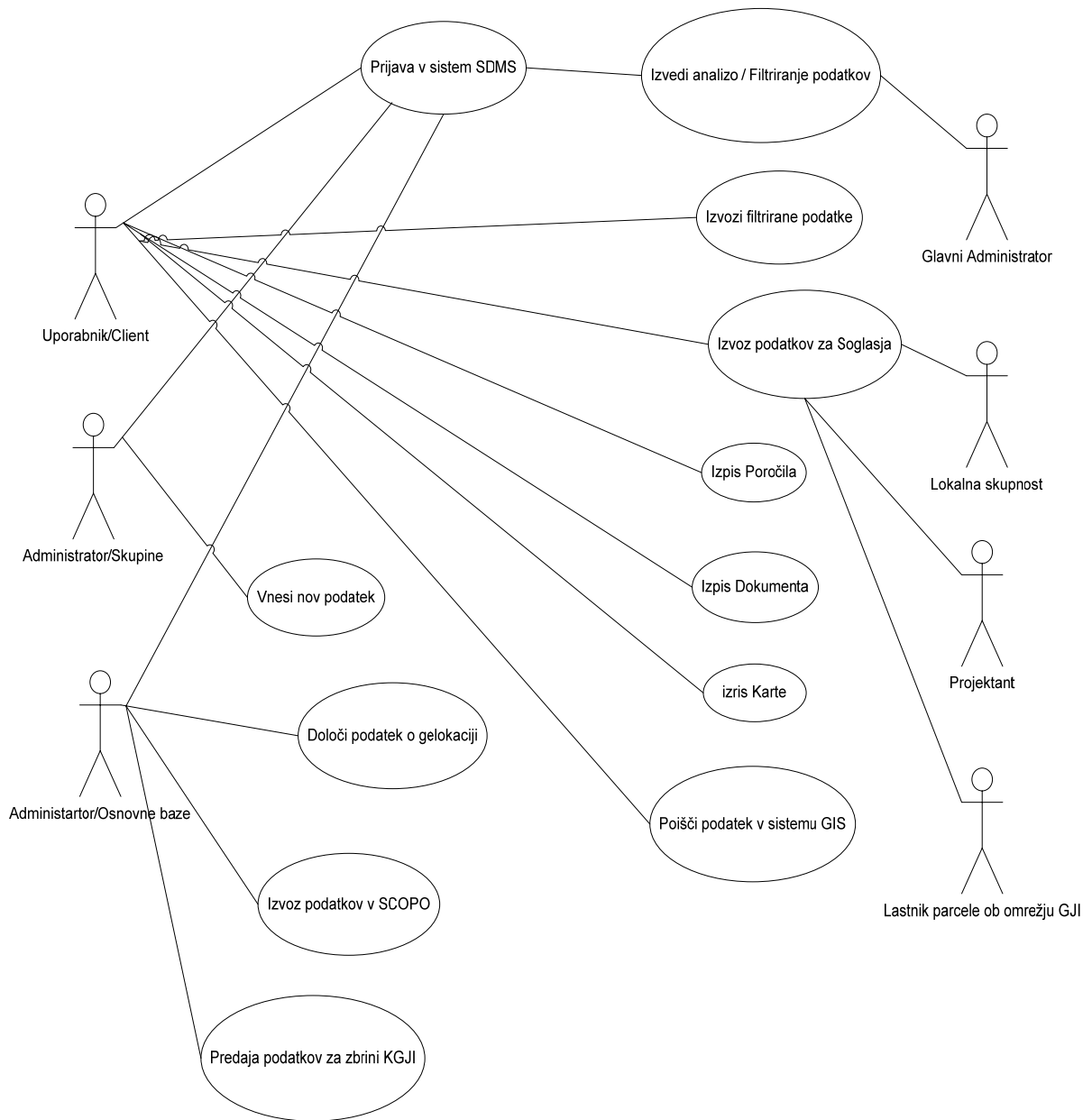


Slika 25: Maska v SDMS-u za izvoz podatkov

(Vir: GIS prenosnega omrežja Geoplin plinovodi. 2007. Ljubljana, Aplikacija SDMS Spatial data management system, 2007)

Fig. 25: Window in SDMS for export data

Za iskanje posameznega ali skupine podatkov je že v naprej definirani filter in pripravljena maska. V kolikor za iskani podatek ni še v naprej definiran proces iskanja, sistem omogoča s razmeroma enostavnim iskalnikom definirati proces iskanja posameznega podatka v določenem polju.



Slika 26: Glavni primeri uporabe GIS

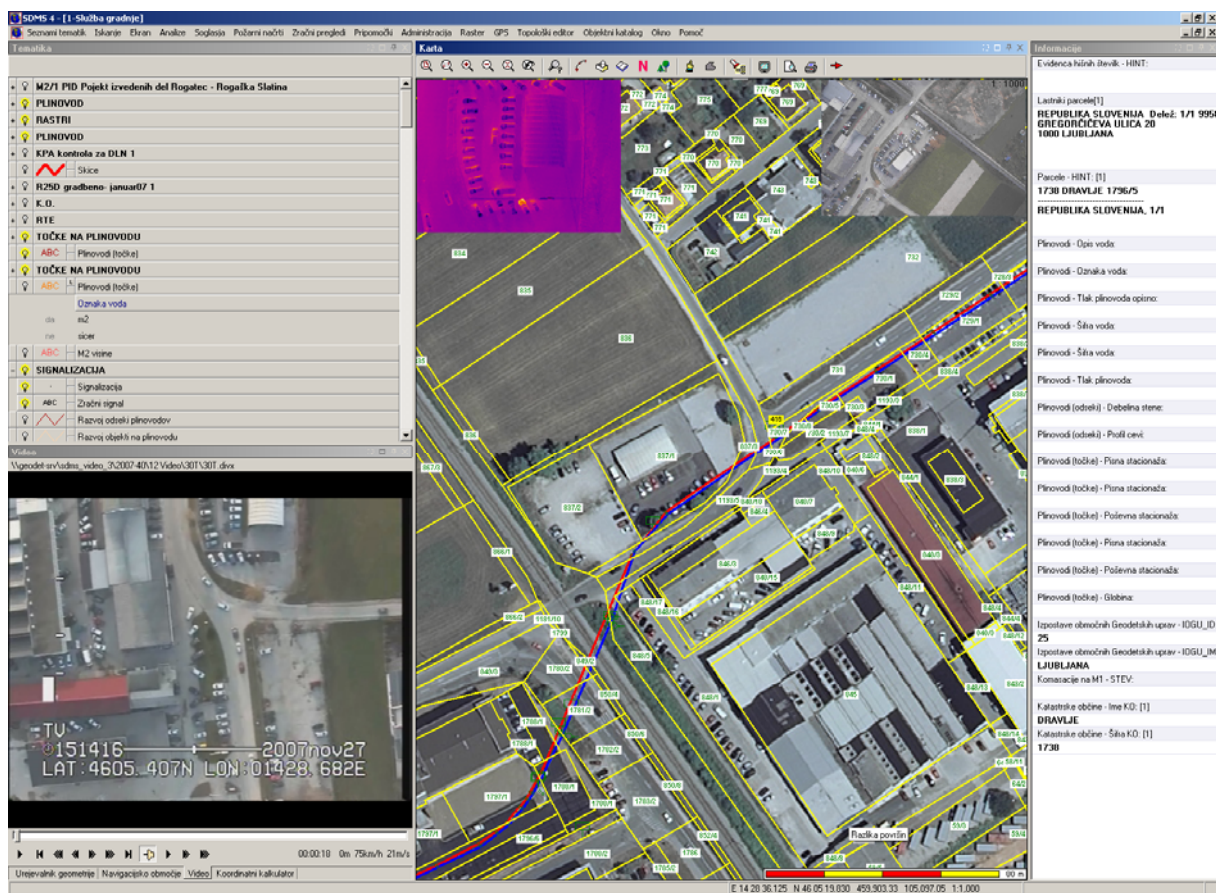
(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 26: Use Case diagram GIS

Diagram stanj definira posamezna stanja enega izmed pomembnejših objektov v objektno orientirani bazi SDMS-a in to je prenosni plinovod (Slika 27: Diagram Stanj za Plinovod - State Diagram). Posamezna stanja so tudi podprta v sistemu SDMS za učinkovitejše in aktivno spremljanje posameznih faz do izgradnje in na koncu procesa obratovanje prenosnega plinovoda. Tehnologija nam omogoča že vnos in editiranje idejnega načrta v samem sistemu ob podpori visoko ločljivih načrtov večjega merila DOF (digitalni orto foto) in ostalih geodetskih podatkov. Omogočena je podpora oziroma sledenje pridobivanja parcel pri urejanju zemljiško pravnih razmerij z lastniki tangiranih parcel v služnostnem pasu prenosnega plinovoda. Pri spremljanju zakoličbe plinovoda in vršitvi nadzora nad gradnjo si brez podpore prostorskega informacijskega sistema ni več mogoče predstavljati.

Delovni procesi pri vzdrževanju objekta, ki zaseda prostor v razpredenem koridorju ozemlja države je potreben visok tehnološki pristop. Ciklični nadzor z zraka nam omogoča evidentiranje vseh dogodkov v GIS, ki so potrebni za učinkovitejšo vzdrževanje prenosnega infrastrukturnega sistema v upravljanju systemskega operaterja.

Pri preletu koridorjev je omogočen zajem video posnetka, visokoločljivih fotografij, fotografij v infrardečem spektru in lokacijske pozicije preleta v digitalnem formatu z ustrezno strojno opremo. Osnovo za sinhroniziranje video posnetka in pravilnega vmeščanja v prostor digitalnih fotografij in fotografij infrardečega spektra nam omogočajo podatki, ki jih pridobimo s pomočjo GPS sprejemnika. Po obdelavi in vrednotenju podatkov je mogoče evidentirati nadzorovane in nenadzorovane dogodke v območju nadzorovanih koridorjev. Posnetki so integrirani v aplikacijo GIS, kjer jih je mogoče pregledovati (Slika 27: Delovno omizje pri programu SDMS).

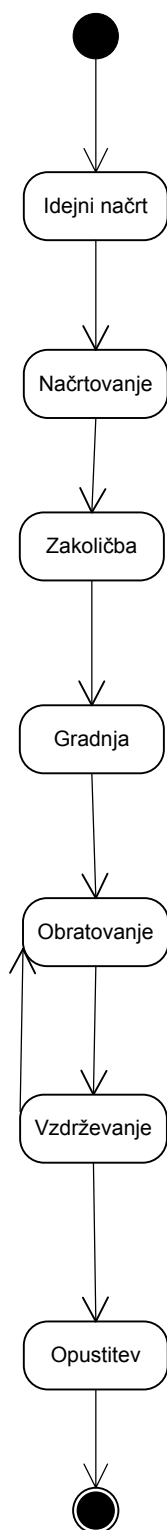


Slika 27: Delovno omizje pri programu SDMS

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2008. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 27: SDMS Workbench

Slika 27 prikazuje osnovno okno delovnega omizja pri aplikaciji pregledovanja in kontrole tras zračnih preletov tras prenosnih plinovodov. Datoteke video posnetkov so zaradi velikosti ustrezno kodirane v digitalno obliko in shranjene na datotečnem video strežniku. Kopiranje datotek med nosilci podatkov je podprto z asinhrono komunikacijo s hitrostjo do 400 Mb/s.



Slika 28: Diagram Stanj za Plinovod

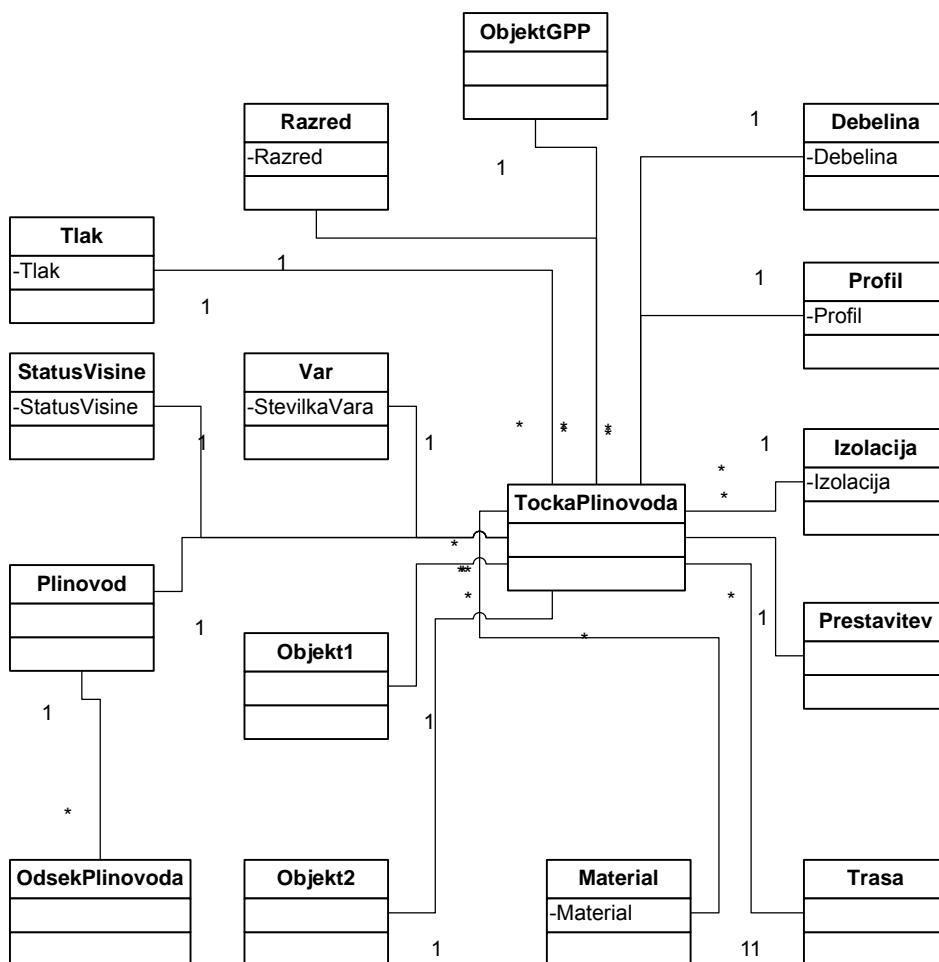
(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 28: State diagram of pipeline

Diagram razredov osnovne baze (29 in Slika 30: Diagram razredov Osnovne baze) definira statični prikaz povezav med razredi. Razred »Točka plinovoda« vsebuje podatkovne strukture in metode, katere opredeljujejo operacije, ki se uporabljajo nad podatki. Diagram razredov prikazuje glavni del objektnega modela geografskega informacijskega sistema.

Prikaz objektnega modela sem prilagodil smernicam poenotene prikaza, ki predstavlja eno izmed največkrat uporabljenih objektno orientiranih metodologij. Z orodjem, ki podpira UML tehnologijo, lahko zelo nazorno prikažemo struktura objektno orientirane baze podatkov v obliki diagramov. Prikaz je postal lažje razumljiv tudi tistim, ki niso neposredno udeleženi v GIS podjetja. Z diagrami primere uporabe in modeliranjem je omogočena sistematizacija organizacije delovnih procesov v okviru GIS. Z diagrami prehajanja stanj in objektnimi diagrami pregledno spremljamo organiziranost podatkov in funkcionalnosti nad podatki. Povzeti je mogoče, da v kolikor želimo z diagramom zajeti preveč širok problem, lahko hitro izgubimo preglednost modela. Ponazoritev preglednosti modela je največja prednost modeliranja.

Pri poenotitju procesa gre za generičen proces razvoja baze podatkov in mora biti prilagojen na edinstvene metode dela v podjetju. Proces razvoja modela s pomočjo UML je drugačen od klasičnega pristopa. Potrebna je prilagoditev knjižnice programskih modulov, ki omogočajo programski rešitvi dodatne funkcionalnosti. Dodajanje novih funkcionalnosti s pomočjo UML orodja je zelo enostavno. Široka tehnologija oziroma arhitektura novih funkcionalnosti lahko ogrozijo stabilnost delovanja sistema ali zahtevane rešitve. Razvoj komplementarnih sistemov z UML tehnologijo je veliko hitrejši kot pri klasičnem pristopu v kolikor imamo že znanje o UML orodju in razvito knjižnico programskih modulov.

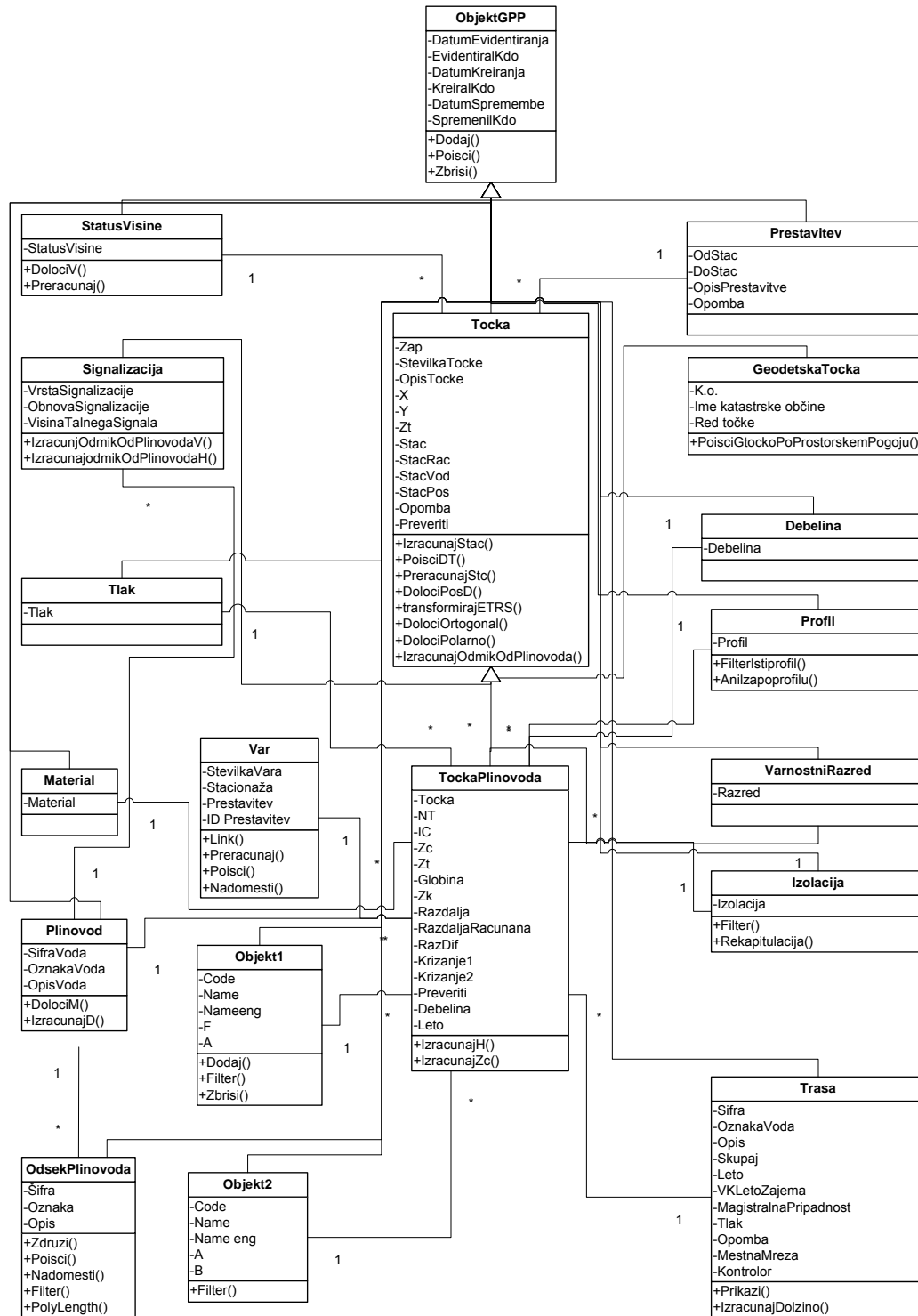


Slika 29: Začetni diagram razredov Osnovne baze

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 29: Start Class diagram basis data base





Slika 30: Diagram razredov Osnovne baze

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 30: Class diagram basis data base

Diagram razredov Osnovne baze (Slika 30) prikazuje objektni diagram osnovne baze. Objektni diagram je uporabljen za opis: razredov, atributov razredov, relacij med razredi in dedovanja. Atributi predstavljajo lastnosti razreda, ki definirajo razred. Relacije med razredi so podobne relacijam med relacijskimi podatkovnimi entitetami.

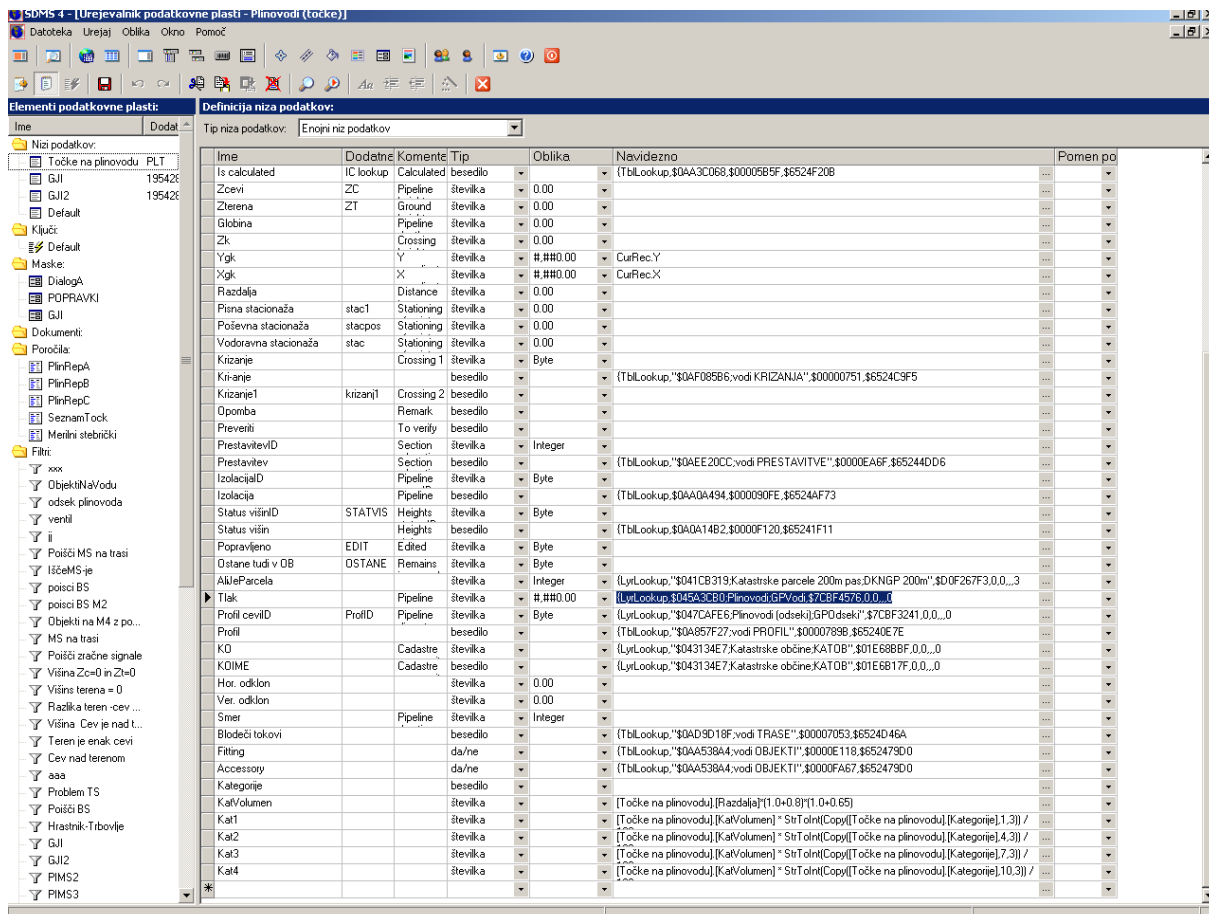
Dedovanje je definirano kot nekaj posebnega, kot kvaliteta ali karakteristično nasledstvo od prednikov (staršev). Dedovanje dovoljuje prenašanje atributov, metod in relacij od razredov staršev do razredov otrok. Primerjava je z naravnim svetom, kjer se običaji, instinkti in značilnosti prenašajo od staršev na otroke.

Glavni objekt ObjektGPP vsebuje osnovne attribute in sicer kdaj in kdo ga je evidentiral, vnesel v podatkovno bazo in nazadnje spremenil. Vsi razredi v našem sistemu so nasledniki tega objekta, kar pomeni, da podedujejo vse lastnosti in metode tega razreda. Primer: Podatek o geo-lokaciji grafičnega objekta se vnese samo na enem mestu, kar pomeni preglednost in enostavnejšo vzdrževanje sistema prenosnih plinovodov.

Metode definirajo osnovne operacije(Dodaj(), Poisci(), Zbrisi()) nad razredom ObjektGPP. Vse te metode podedujejo drugi razredi kot je razvidno iz Diagrama razredov Osnovne baze (Slika 30).

Potomci razreda ObjektGPP lahko, kot je razvidno iz diagrama, tej funkcionalnosti dodajajo novo funkcionalnost, bodisi v obliki drugih metod, bodisi v obliki drugačne implementacije podedovanih metod.

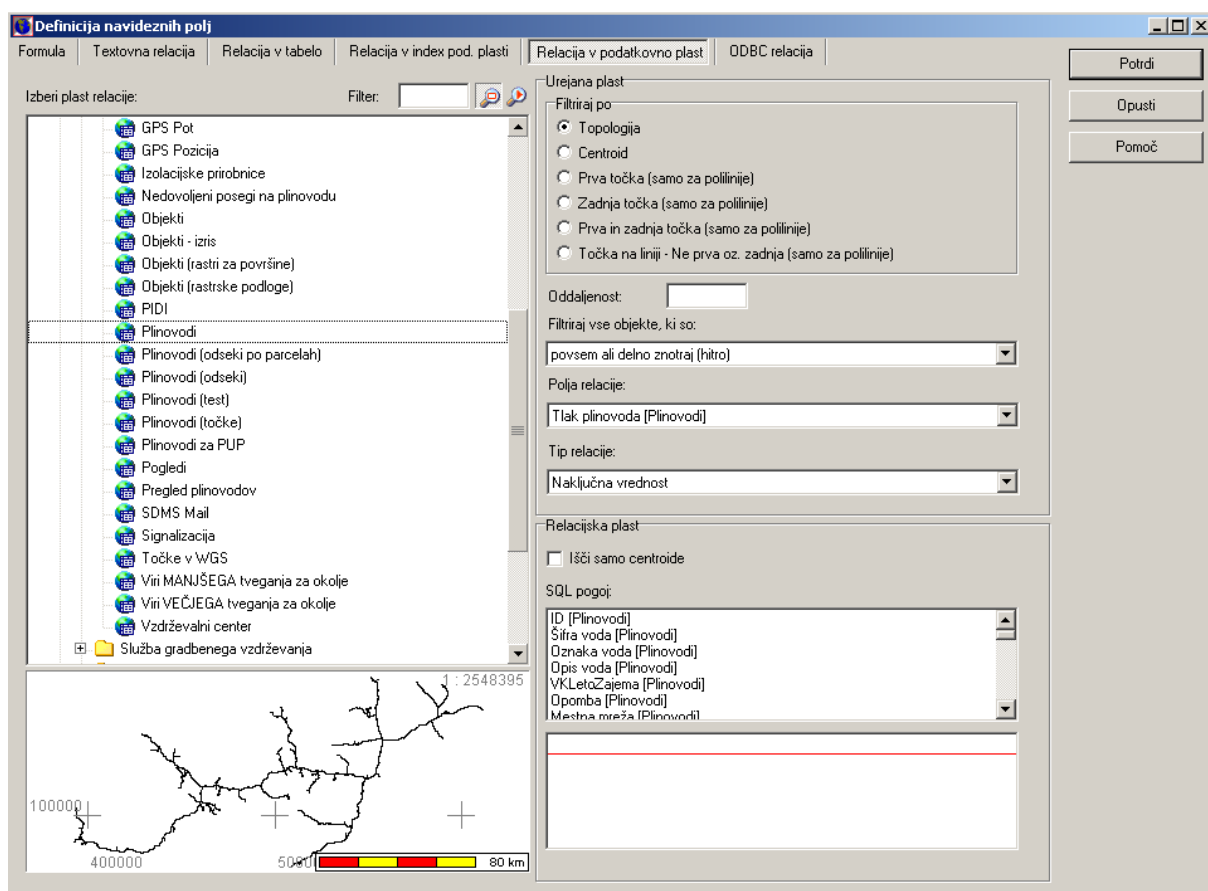
### 11.3 Povezovanje objektno orientiranih objektov v aplikaciji SDMS – Spatial data management system



Slika 31: Prikaz razreda Plinovodi (točke)

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplan plinovodi d.o.o.)

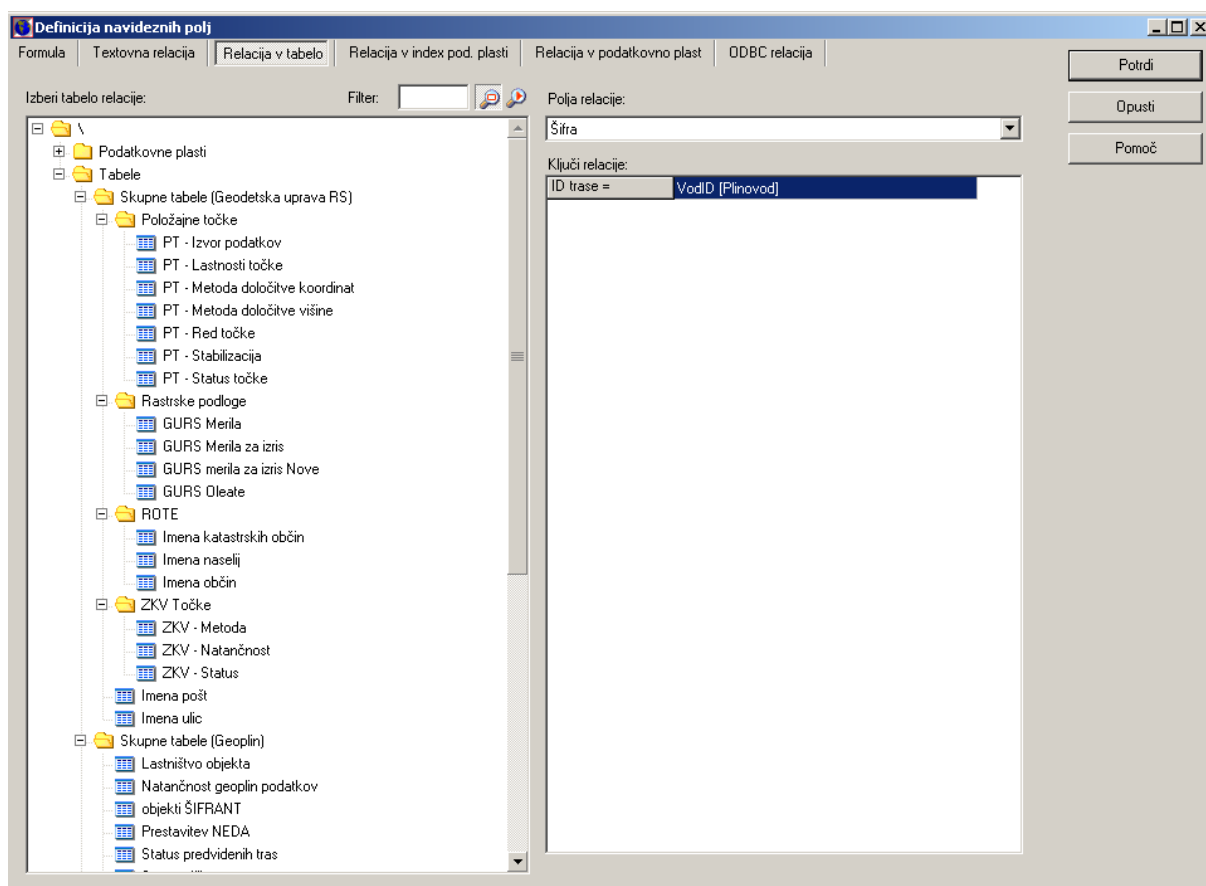
Fig. 31: Class pipeline point



Slika 32: Relacija v razred Plinovodi s prostorskim pogojem

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 32: Relationship in class Pipeline with spatial condition



Slika 33: Relacija v tabelo vodi TRASE

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 33: Relationship in table »vodi TRASE«

Ime	Dodatne	Komentarji	Tip	Oblika	Navidezno	Pomen po
VodID	PipelineID	številka	0000			
Šifra voda	ozn	Pipeline	besedilo		{TblLookup,\$QAD9D18F,\$00008FC7,\$7CBFCF44	1 -
Oznaka voda	sf	Pipeline	besedilo		{TblLookup,\$QAD9D18F,\$00009DA5,\$7CBFCF44	3 -
Opis voda	opis	Pipeline	besedilo		{TblLookup,"\$QAD9D18F.vodi TRASE",\$000032AF,\$7CBFCF44	2 -
Magistralna pripadnost	mvod	Link to a	besedilo		{TblLookup,\$QAD9D18F,\$0000C897,\$7CBFCF44	1 -
Leto izgradnje	leto	Year of	številka		{TblLookup,\$QAD9D18F,\$00008D36,\$7CBFCF44	1 -
VKLetozajema	Year of	besedilo			{TblLookup,\$QAD9D18F,\$00008D64,\$7CBFCF44	1 -
Opomba	Remark	besedilo			{TblLookup,\$QAD9D18F,\$00004C56,\$7CBFCF44	1 -
Mestna mreža	MM	besedilo			{TblLookup,"\$QAD9D18F.vodi TRASE",\$00007375,\$7CBFCF44	1 -
Profil cevi	profil	Pipeline	številka	Byte		
Profil cevi	profil	Pipeline	besedilo		{TblLookup,"\$QA857F27.vodi PROFIL",\$00007898,\$7CBF3241	1 -
Tlak	TlakID	Pipeline	številka	0.00		
Tlak opisno	TlakID	Pipeline	besedilo		{TblLookup,\$QAD9D18F,\$00008D6C,\$7CBFCF44	1 -
MaterialID	mat	Pipeline	številka	Byte		
Material	mat	Pipeline	besedilo		{TblLookup,\$QAD02816,\$000059EA,\$7CBF4822	1 -
Debelina stene	deb	Wall	številka	Byte		
Debelina stene	deb	Wall	besedilo		{TblLookup,\$QAF97139,\$0000C777,\$7CBF59D2	1 -
Varnostni razred	raz	Safety	številka	Ryte		
Varnostni razred	raz lookup	Safety	besedilo		{TblLookup,\$QAD087C,\$0000743F,\$7CBFD031	1 -
PrestavitevID	prest	Pipeline	številka	Byte		
Prestavitev	prest	Pipeline	besedilo		{TblLookup,"\$QAE20CC.vodi PRESTAVITVE",\$0000EA6F,\$7CBF97C8	1 -
Datum prestavitve	datum	Pipeline	besedilo		{TblLookup,"\$QAE20CC.vodi PRESTAVITVE",\$00006D11,\$7CBF97C8	1 -
IzolacijaID	izol	Pipeline	številka	Byte		
Izolacija	izolacija	Pipeline	besedilo		{TblLookup,\$QAA0A494,\$000090FE,\$7CBF5560	1 -
Pisna stac. začetka	Zacetek	Stationing	številka	0.00		
Pisna stac. konca odseka	Konec	Stationing	številka	0.00		
Razlika Konec:Zacetek	Razlika	Stationing	številka	0.00	[Plinovod].[Pisna stac. konca odseka] - [Plinovod].[Pisna stac. začetka odseka]	
Računana dolžina	RacDol	Calculated	številka	0.00	CurRec.PolyLength	
Razlika rac.dol - razlika	Difference	številka	0.00		[Plinovod].[Računana dolžina] - [Plinovod].[Razlika Konec:Zacetek]	
Začetek poševna	ZacetekP	Abs.	številka	0.00		
Konec poševna	KonecPos	Abs.	številka	0.00		
Poševna dolžina	PosDol	Abs.	številka	0.00	[Plinovod].[Konec poševna]-[Plinovod].[Začetek poševna]	
Razlika dolžin	Difference	številka	0.00		[Plinovod].[Poševna dolžina]-[Plinovod].[Računana dolžina]	
Varnostni faktor	s	Safety	številka			
Varnostni odmik	Odmik-1	Safety	številka	0.00	If [Plinovod].[Tlak-] > 16 Then	
Minimalni varnostni odmik	Odmik-2	Min. safety	številka	0.00	VarnostniOdmikMini ([Plinovod].[Profil cevi],[Plinovod].[Tlak] asNumber)	
Varnostni pas (nizek tlak)	Odmik-1nt	Safety	številka	0.00	If [Plinovod].[Tlak] < 15.1 Then	
Varnostni razred krajše	razFR	Safety	besedilo		{TblLookup,\$QAD087C,\$00000E68,\$7CBFD031	
Vista voda	Pipeline	besedilo			{LyrLookup,\$Q45A3CB0,Plinovod;GPVodi,\$7CBFA686;1,0,,0	
Poševna levo	številka				{LyrLookup,"\$Q4B843E8,Plinovod;(tocke);GPTocke",\$652460B5,2,0,,0	
Poševna desno	številka				{LyrLookup,"\$Q4B843E8,Plinovod;(tocke);GPTocke",\$652460B5,3,0,,0	
Veter	številka					
Blodeči tokovi	številka				{TblLookup,"\$QAD9D18F.vodi TRASE",\$00007053,\$7CBFCF44	

Slika 34: Prikaz razreda Plinovodni (odseki)

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Fig. 34: Class Pipe line section

## Preglednica 1: Točke na plinovodu

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Table 1: Pipeline points

Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip	Oblika
Točke na plinovodu	PLT		Enojni	
ID	vodid	Pipeline ID	Number	Integer
Šifra voda		Pipeline code	String	
Oznaka voda		Pipeline name	String	
Leto		Year	Number	Integer
Ime		Descriptive point name	String	
Status vodaID			Number	Byte
Status voda			String	
PIMSID		PIMS ID	Number	Long Integer
Zap		Point sequence	Number	
Veljavnost			Number	Byte
Številka tocke	StTock	Point number	String	
Številka vara		Girth weld number	String	
Objekt-1		Object 1	Number	Byte
Objekt	opis	Point description	String	
Objekt-2		Object 2	String	
Na trasi num	NT	On the pipeline ID	Number	Byte
Na trasi	NT lookup	On the pipeline (yes/no)	String	
Is calculated num	IC	Calculated ID	Number	Byte
Is calculated	IC lookup	Calculated	String	
Zcevi	ZC	Pipeline height (over sea)	Number	0.00
Zterena	ZT	Ground height (over sea)	Number	0.00
Globina		Pipeline depth	Number	0.00
Zk		Crossing height (over sea)	Number	0.00
Ygk		Y coordinate (Gauss-Krueger)	Number	###0.00
Xgk		X coordinate (Gauss-Krueger)	Number	###0.00
Razdalja		Distance to previous point	Number	0.00
Pisna stacionaža	stac1	Stationing of point (formal)	Number	0.00
Poševna stacionaža	stacpos	Stationing of point (absolute)	Number	0.00
Vodoravna stacionaža	stac	Stationing of point (calculated)	Number	0.00
Krizanje		Crossing 1	Number	Byte
Kri-anje			String	
Krizanje1	krizanj1	Crossing 2	String	
Opomba		Remark	String	
Preveriti		To verify	String	

PrestavitevID		Section relocation ID	Number	Integer
Prestavitev		Section relocation	String	
IzolacijaID		Pipeline wrap ID	Number	Byte
Izolacija		Pipeline wrap	String	
Status višinID	STATVIS	Heights status ID	Number	Byte
Status višin		Heights status	String	
Popravljeno	EDIT	Edited	Number	Byte
Ostane tudi v OB	OSTANE	Remains in ground database	Number	Byte
AliJeParcela			Number	Integer
Tlak		Pipeline pressure	Number	#,##0.00
Profil cevilID	ProfID	Pipeline diameter	Number	Byte
Profil			String	
KO		Cadastre community code	Number	
KOIME		Cadastre community name	String	
Hor. odklon			Number	0.00
Ver. odklon			Number	0.00
Smer		Pipeline direction	Number	Integer
Blodeči tokovi			String	
Fitting			Boolean	
Accessory			Boolean	
Kategorije			String	
KatVolumen			Number	
Kat1			Number	
Kat2			Number	
Kat3			Number	
Kat4			Number	
GJI	19542882200CCCCCCC 01_ITL		Enojni	
TIP_SPR		- N -ni spremembe D - objekt je dodan B -objekt je brisan A -objektu so se spremenili samo atributni podatki S -objektu so se spremenili lokacijski in lahko tudi atributni podatki	String	
ID		- 10N Enolična identifikacijska številka objekta v sistemu zbirnega katastra GJI	Number	Long Integer
ID_UPR		- 20C Enolična identifikacijska številka objekta v sistemu katastra upravljavca	String	
SIF_VRSTE		- 4N Šifrant vrste objektov GJI	Number	Integer
CC_KLAS		- 5N Šifra vrste objekta po CC-SI klasifikaciji	Number	Long Integer
TOPO		- 1- točka 2 - linija 3 - poligon	Number	Byte
NAT_YX		- 1-0,1m in manj 2-od 0,1m do 1m 3-od vključno 1m do 5m 4-od vključno 5m do 10m 5-od vključno 10m do vključno 20m 6-nad 20m	Number	Byte



Z			Number	###0.00
NAT_Z		- 1-0,1m in manj 2-od 0,1m do 0,5m 3-od vključno 0,5m do vključno 1m 4-več kot 1m	Number	Byte
GJI		- Šifrant statusa GJI 1-gospodarska javna infrastruktura 2-druga infrastruktura	Number	Byte
VIR		- 1-geodetska izmera 2-geodetska izmera po zasutju 3-analogni geodetski načrt merila 1 : 500 4-analogni geodetski načrt merila 1 : 1000 5-analogni geodetski načrt merila 1 : 2880 6-analogni geodetski načrt merila 1 : 5000 7-analogni geodetski načrt merila 1 : 10.000 ali manj 8-PGD,PZI projekti 9-fotogrametrični zajem s pomočjo stereoparov (CAS, PAS) 10-DOF5 11-GPS 12-kartografske podlage merila 1 : 25.000 ali manj 99 drugo	Number	Byte
DAT_VIR		- 8C	String	
MAT_ST		- 7N	Number	Long Integer
MAT_GJS		- 7N	Number	Long Integer
ID_EL		- 15C	String	
DAT_EL		- 8C	String	
DIM_YX		- 6N2 /največja prečna tlorisna dimenzija objekta/ Podatek se ne vpisuje pri poligonskih objektih! Pri točkovnih objektih velja: za okrogle objekte = premer; za pravokotne objekte = diagonala. Pri linijskih objektih velja: za cevovode=zunanji premer cevi.	Number	###0.00
DIM_Z		- 6N2 Pomeni razliko med najvišjo in najnižjo točko objekta. V primeru točkovnih in poligonskih objektov je to višina objekta, v primeru linijskih objektov (npr. vodov) pa je to vertikalni premer cevi, ki je v večini primerov enak kot zunanji premer cevi.	Number	###0.00
OPU		- 1-neopuščeni objekt 2-opuščeni objekt	Number	Byte
ATR1		- 2N	Number	00
ATR2		- 2N 1 omrežni plinovod 2 priključni plinovod	Number	00
ATR3			Number	00000
ATR4			Number	0
ATR5		- 5C	String	

OPIS		- 30C	String	
GJI2	19542882200CCCCCCC 01_IVLL		Enojni	
ID_V		- 10N Enolična identifikacijska številka objekta v sistemu zbirnega katastra GJI	Number	Long Integer
ID_UPR_V		- 20C Enolična identifikacijska številka objekta v sistemu katastra upravljavca	String	
ID		- 4N Šifrant vrste objektov GJI	Number	Integer
ID_UPR		- 5N Šifra vrste objekta po CC-SI klasifikaciji	Number	Long Integer
Z			Number	#,##0.00
NAT_Z		- 1-0,1m in manj 2-od 0,1m do 0,5m 3-od vključno 0,5m do vključno 1m 4-več kot 1m	Number	Byte
MAT_GJS		- 7N	Number	Long Integer

## Preglednica 2: Plinovodni odseki

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Table 2: Pipeline section

Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip	Oblika
VodID		Pipeline ID	Number	0000
Šifra voda	ozn	Pipeline code	String	
Oznaka voda	sif	Pipeline name	String	
Opis voda	opis	Pipeline description	String	
Magistralna pripadnost	mvod	Link to a major pipeline	String	
Leto izgradnje	leto	Year of construction	Number	
VKLetozajema		Year of transfer from Welding Book	String	
Opomba		Remark	String	
Mestna mreža	MM		String	
Profil ceviID	profil	Pipeline diameter ID	Number	Byte
Status vodaID			Number	Byte
Status voda			String	
Profil cevi	profil lookup	Pipeline diameter	String	
Tlak	TlakID	Pipeline pressure ID	Number	0.00
Tlak opisno		Pipeline pressure	String	
MaterialID	mat	Pipeline material ID	Number	Byte
Material	mat lookup	Pipeline material	String	
Debelina steneID	deb	Wall thickness ID	Number	Byte
Debelina stene	deb lookup	Wall thickness	String	
Varnostni razredID	raz	Safety class ID	Number	Byte

Varnostni razred	raz lookup	Safety class	String	
PrestavitevID		Pipeline section relocation ID	Number	Byte
Prestavitev	prest	Pipeline section relocation	String	
Datum prestavitve		Pipeline section relocation date	String	
IzolacijID		Pipeline wrap ID	Number	Byte
Izolacija		Pipeline wrap	String	
Pisna stac. začetka odseka	Zacetek	Stationing of section (begin)	Number	0.00
Pisna stac. konca odseka	Konec	Stationing of section (end)	Number	0.00
Razlika Konec-Zacetek	Razlika	Stationing of section (difference)	Number	0.00
Računana dolžina	RacDol	Calculated section length	Number	0.00
Razlika rac.dol - razlika		Difference between formal and calc. length	Number	0.00
Začetek poševna	ZacetekPos	Abs. stationing of section (begin)	Number	0.00
Konec poševna	KonecPos	Abs. stationing of section (end)	Number	0.00
Poševna dolžina	PosDol	Abs. stationing of section (difference)	Number	0.00
Razlika dolžin		Difference between calc. and calc. abs. length	Number	0.00
Varnostni faktor	s	Safety factor	Number	
Varnostni odmik	Odmik1	Safety distance	Number	0.00
Minimalni varnostni odmik	Odmik2	Min. safety distance	Number	0.00
Varnostni pas (nizek tlak)	Odmik1nt	Safety distance (low pressure)	Number	0.00
Varnostni razred krajše	razKR	Safety class	String	
Vrsta voda		Pipeline type (magistral, regional, ...)	String	
Poševna levo			Number	
Poševna desno			Number	
Veter			Number	
Blodeči tokovi			String	
ID1			Number	000000
ID2			Number	000000
VodStac1			Number	0.00
VodStac2			Number	0.00
Tlak po razredih			String	

### Preglednica 3: Plinovodi

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Table 3: Pipeline

Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip	Oblika
Plinovodi	vodi		Enojni	
ID		Pipeline ID	Number	Integer
Šifra voda	sif	Pipeline code	String	
Oznaka voda	ozn	Pipeline name	String	
Opis voda	opis	Pipeline description	String	
VKLetoZajema		Year of transfer from Welding Book	Number	Integer
Opomba		Remark	String	
Mestna mreža	MM		String	
Kontrolor			String	
Status vodaID			Number	Byte
Status voda			String	
Računana dolžina		Calculated pipeline length	Number	###0.00
Tlak plinovoda	TLAKNUM	Pipeline pressure	Number	
Tlak plinovoda opisno	TLAK	Pipeline pressure (high/low)	String	
Leto izgradnje		Year of construction	Number	Integer
Magistralna pripadnost	MP	Link to a major pipeline	String	
Vrsta vodaID		Pipeline type ID	Number	
Vrsta voda		Pipeline type (magistral, regional,...)	String	
Tehnična dovoljenja	TD	Technical permissions	String	
Debelina cevi	deb	Wall thickness PoisciIzOdseka ([ID], "deb lookup") as String	String	
Varnostni razred	raz	Safety class PoisciIzOdseka ([ID], "razKR") as String	String	
Profil cevi	prof	Pipeline diameter PoisciIzOdseka ([ID], "profil lookup") as String	String	
Varnostni odmik		Safety distance PoisciIzOdseka ([ID], "Odmik1") as String	Number	
Minimalni varnostni odmik		Min. safety distance PoisciIzOdseka ([ID], "Odmik2") as String	Number	
Varnostni pas (nizek tlak)		Safety distance (low pressure)	Number	
Material		Pipeline material	String	
Stacionaža od	STAC-OD	Stationing (begin)	Number	###0.00
Stacionaža do	STAC-DO	Stationing (end)	Number	###0.00
Skupaj			String	
Sedanja vrednost	SV		Number	###0.00
Nabavna vrednost	NV		Number	###0.00

Inventarne številke			String	
ISS			Number	Integer
Poševna dolžina	POSDOL		Number	###0.00
Predvideni vod	PREDVID		Boolean	
Profil cevi lookup			String	
MaxProfil			Number	
Blodeči tokovi			String	
Pretezni profil ID			Number	Integer
Pretezni profil			String	
Dekada starosti ID	DS1		Number	
Dekada starosti	DS2		String	
Odstotek vod. dolzine	OV		Number	0.000
Odstotek pos. dolzine	OP		Number	0.000
GJI	19542882200CCCCCCC C01_ILL		Enojni	
TIP_SPR		- N -ni spremembe D - objekt je dodan B -objekt je brisan A -objektu so se spremenili samo atributni podatki S -objektu so se spremenili lokacijski in lahko tudi atributni podatki	String	
ID		- 10N Enolična identifikacijska številka objekta v sistemu zbirnega katastra GJI	Number	Long Integer
ID_UPR		- 20C Enolična identifikacijska številka objekta v sistemu katastra upravljavca	String	
SIF_VRSTE		- 4N Šifrant vrste objektov GJI	Number	Integer
CC_KLAS		- 5N Šifra vrste objekta po CC-SI klasifikaciji	Number	Long Integer
TOPO		- 1- točka 2 - linija 3 - poligon	Number	Byte
NAT_YX		- 1-0,1m in manj 2-od 0,1m do 1m 3-od vključno 1m do 5m 4-od vključno 5m do 10m 5-od vključno 10m do vključno 20m 6- nad 20m	Number	Byte
Z			Number	###0.00
NAT_Z		- 1-0,1m in manj 2-od 0,1m do 0,5m 3-od vključno 0,5m do vključno 1m 4-več kot 1m	Number	Byte
GJI		- Šifrant statusa GJI 1- gospodarska javna infrastruktura 2-druga infrastruktura	Number	Byte
VIR		- 1-geodetska izmera 2- geodetska izmera po zasutju 3-analogni geodetski načrt merila 1 : 500 4-analogni geodetski načrt merila 1 : 1000 5- analogni geodetski načrt	Number	Byte

		merila 1 : 2880 6-analogni geodetski načrt merila 1 : 5000 7-analogni geodetski načrt merila 1 : 10.000 ali manj 8-PGD,PZI projekti 9-fotogrametrični zajem s pomočjo stereoparov (CAS, PAS) 10-DOF5 11-GPS 12-kartografske podlage merila 1 : 25.000 ali manj 99 drugo		
DAT_VIR		- 8C	String	
MAT_ST		- 7N	Number	Long Integer
MAT_GJS		- 7N	Number	Long Integer
ID_EL		- 15C	String	
DAT_EL		- 8C	String	
DIM_YX		- 6N2 /največja prečna tlorisna dimenzija objekta/ Podatek se ne vpisuje pri poligonskih objektih! Pri točkovnih objektih velja: za okrogle objekte = premer; za pravokotne objekte = diagonalna. Pri linijskih objektih velja: za cevovode=zunanji premer cevi.	Number	###0.00
DIM_Z		- 6N2 Pomeni razliko med najvišjo in najnižjo točko objekta. V primeru točkovnih in poligonskih objektov je to višina objekta, v primeru linijskih objektov (npr. vodov) pa je to vertikalni premer cevi, ki je v večini primerov enak kot zunanji premer cevi.	Number	###0.00
OPU		- 1-neopuščeni objekt 2-opuščeni objekt	Number	Byte
ATR1		- 2N	Number	00
ATR2		- 2N 1 omrežni plinovod 2 priključni plinovod	Number	00
ATR3		- 5N 1-polietilen visoke gostote (PE 80, PE 100,...) 2-jeklo 3-polivinilklorid	Number	00000
ATR4		- 8C 1- Pe 32, JE 2- Pe 63	Number	0
ATR5		- 5C	String	
OPIS		- 30C	String	

## Preglednica 4: Plinovodni Objekti

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplan plinovodi d.o.o.)

Table 4: Pipeline station

Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip Enojni	Oblika
Šifra objekta	SIFRA		String	
Zaporedna številka	ZAP		Number	Integer
Številka objekta	ST		Number	Integer
Podobjekt			String	
Mestna mreža			String	
TIP			String	
Trasa			String	
Osnovna šifra	Šifra1		String	
Objekt	obj		String	
Ime objekta	IME		String	
Dodaten opis	DOD		String	
IDPlinovoda			Number	Integer
Plinovod			String	
TlakID			Number	Byte
Tlak			String	
Tlak iz plinovoda			String	
LastništvoID			Number	Byte
Lastništvo			String	
Leto izgradnje			Number	Integer
Shema			String	
Naselje			String	
Tehnična dovoljenja		-, 1,0 Vsa tehnična, 1,1 samo uporabna	String	
POP			Number	Byte
SKUPNA			String	
P			Number	
Površina			Number	0
NV objekta			Number	#,##0.00
Višina			Number	#,##0
Sedanja vrednost 31.12			Number	#,##0.00
Nabavna vrednost			Number	#,##0.00
Inventarne številke			String	
Spisek inventarnih			String	
Število inventark			Number	Integer
Vodovarstvena območja			String	
Vodovarstvena območja režim			String	
Obseg			Number	0.00
Plinovodi v objektu			String	
WGS			String	

## Preglednica 5: Soglasja

(Vir: GIS prenosnega omrežja 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.)

Table 5: Documents of permission

Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip	Oblika
DataSoglasja			Enojni	
Številka soglasja	stsog		String	
Javna šifra soglasja	stsog2		String	
Številka ZUP	ZUP_ID		Number	Integer
Vrsta postopkaID			Number	Byte
Vrsta postopka			String	
Šifra vlagatelja	sifvlag		Number	Integer
Vlagatelj	vlag		String	
Vlagatelj2	vlag2		String	
Naslov vlagatelja	navslag		String	
Mesto vlagatelja	mesvlag		String	
Šifra investitorja	sifinvest		Number	Integer
Investitor	invest		String	
Investitor2	invest2		String	
Naslov investitorja	nasinvest		String	
Mesto investitorja	mesinvest		String	
Številka vloge	stvloge		String	
Datum vloge	datvloge		DateTime	
Datum prejema	datprejem		DateTime	
Datum zadnje dopolnitve			DateTime	
Predmet soglasja	predmet		String	
Priloge			String	
Predmet - tip posega	predmettip		String	
Tip posega staro			String	
Tip posegaID			Number	Byte
Tip posega			String	
Šifra - tip soglasja	siftipsog		Number	Byte
Tip soglasja	tipsog		String	
VodID			Number	Integer
Šifra voda	sifvod		String	
Oznaka plinovoda	oznakaplin		String	
Ime plinovoda	imeplin		String	
Plinska postaja	PLINPOSTAJA		String	
Premer	fi		String	



Tlak			Number	Byte
Varnostni razred			String	
Z - cevi	zc		Number	
Z - terena	zt		Number	
Stacionaža	stac		String	
Najdena stacionaža	stacget		Number	
Oddaljenost	oddalj		Number	#0.00
Dovoljenja			String	
Datum soglasja	datzog		DateTime	
Šifra - tarifa obračuna	siftarifa		Number	Byte
Tarifa obračuna	tarifa		String	
IDIzjava_Realizacija	IDIzRe		Number	Byte
Izjava Realizacija	izjreliz		String	
Številka izjave	stizj		String	
Datum izjave	datizj		DateTime	
Zaporedna številka	zapst		Number	
Opombe - razno	opomba		String	
Šifra nove občine	nobid		Number	Byte
Nova občina	nob		String	
Šifra naselja	nasid		Number	Integer
Naselje	nas		String	
Šifra KO	IDKO		Number	Integer
Katastrska občina	KO		String	
Parcela	parc		String	
Parcela iz GIS-a			String	
Stara občina	oldobc		String	
Po predlogi	predloga		String	
FileSoglasja			String	
Vloga			String	
Mapa			String	
Obracun			Number	Byte
Arhiv			Number	Byte
I3			Number	Byte
I4			Number	Byte
Pot do skenograma			String	
DanObracuna			DateTime	
ArhivDan			DateTime	
s	VarnostniKoefficient		Number	Byte
k	MinimalnaMejaElastičnosti		Number	Byte
t	DebelinaSteneCevi		Number	Byte

D	ZunanjiPremerCevi		Number	Byte
P	RačunskiTlak		Number	Byte
SogInfo			String	
Soglasje uredilID	AVTOR		Number	Byte
Soglasje uredil	AVTORNAME		String	
Oznaka urejevalca			String	
SogY			Number	###0.00
SogX			Number	###0.00
ZavedenID			Number	Byte
Zaveden			String	
Datum poziva na dopolnitev	datpoziva		DateTime	
Datum odgovora	DATODGOVOR		DateTime	
Datum dokumenta	DATDOK		DateTime	
Datum dokumenta WORD			DateTime	
Datum analize tveganja			DateTime	
Opis analize tveganja			String	
Investitor analize tveganja			String	
Geolokacija pregledana			Number	Byte
Vrsta objektaID			Number	Byte
Vrsta objekta			String	
Leto soglasja			String	
Predaja podatkov vlagatelju			Boolean	
Predaja podatkov investitorju			Boolean	
Podatki predani vlagatelju			DateTime	
Podatki predani investitorju			DateTime	
Število spremljajočih dokumentov			Number	Integer
Zadnja sprememba	DATUM_ZS	auto	DateTime	
Uporabnik	USER	auto	String	
Število popravkov	POP	auto	Number	Byte
Leto prejema vloge	gbLetoPrejema		Number	Integer
Kvartal prejema vloge	gbKvartalPrejema		String	
Leto odgovora	gbLetoOdgovora		Number	Integer
Kvartal odgovora	gbKvartalOdgovora		String	
Število ZUP	gbZup		Number	Integer
Nerešene vloge	gbOdg1		Number	Integer
Čakajoce na dopolnitev	gbOdg2		Number	Integer
Rešene vloge	gbOdg3		Number	Integer

## 12 ZAKLJUČEK

V današnjem času smo priča velikemu številu metodologij, ki jih lahko uporabljamo pri modeliranju sistemov. Načrtovanje sistema vodenja GIS je velik izziv že od samega začetka uvajanja takih sistemov v procese obvladovanja prenosnega omrežja zemeljskega plina.

Modeliranje podatkov in procesov z uporabo objektno orientirane tehnologije omogoča učinkovito in odprto gradnjo podatkovnih baz in sistemov. Objekti imajo svojo lastno identiteto, kar omogoča enostavno odstranjevanje obstoječih objektov in dodajanje novih na način, da se posledice tovrstnih sprememb lokalizirajo na objektih, ki so v interakciji s spremenjenimi objekti. S tem je možnost neželenih stranskih učinkov zmanjšana na način minimuma in zagotovljena maksimalna konsistentnost delovanja sistema.

Navedeno omogoča predvsem objektni koncept razrednega dedovanja v času izgradnje in dodajanja novih objektov. Zgrajeni razred je možno ponovno uporabiti in dodati lastnosti. Objektni pristop je omogočil izključevanje podvajanja vnosa posameznih podatkov v različnih tabelah.

Podatkovne baze GIS grajene na osnovi objektno tehnologije izkazujejo prednosti ne le v fazi modeliranja, izgradnje, nadgradnje in vzdrževanja, temveč tudi takrat, ko izvajamo analize dogodkov in procesov v informacijskem sistemu, ki ga obvladujemo.

Objektni pristop nam omogoča večji nadzor nad sistemom, ko le-ta zaradi potreb po novih funkcionalnostih dobiva na obsežnosti in kompleksnosti.

Aplikativni razvoj SDMS omogoča izpis objektnega kataloga in s tem preglednejši razvoj podatkovnega modela z definicijo posameznih funkcionalnosti nad objekti. V nadaljevanju omogoča pregled nad obstoječim modelom in sledenjem posameznim spremembam v strukturi podatkovnega modela in novim funkcionalnostim, ki jih narekujejo delovni procesi.

V zaključku potrjujem svojo generalno hipotezo, da metoda objektnega modeliranja v okviru geografskega informacijskega sistema za vodenje in spremljanje podatkov o prenosnih plinovodov omogoča lažje in kakovostnejše povezovanje podatkovnih baz znotraj informacijskega sistema. Uporabljeni pristop je bistveno povečal učinkovitost modeliranja procesov in podatkov ter poenostavil nadgradnje in vzdrževanje geografskega informacijskega sistema.

Ta metoda se je izkazala za uspešno. Kar potrjujejo številni uporabniki posameznih aplikacij znotraj GIS GPP. Sodobnejši pogled na razvoj objektnega orientiranega GIS.

Kot mi je poznano, gre za prvi objektni model GIS prenosnih plinovodov zgrajen v realnem okolju.

Naše empirično potrjene ugotovitve so lahko dobra izhodišča za nadaljnjo raziskovalno delo na področju objektnega pristopa v povezavi s sodobnimi relacijskimi bazami podatkov.

Potrjujem delovno hipotezo, da je razvoj objektno podprtega geografskega sistema za vključevanje nekaterih podatkovnih baz v sistem SCOPO (Sistem celostnega obvladovanja prenosnega omrežja), potreben že sedaj.

Pomembnejši razlogi za potrditev delovne hipoteze so:

- Sodobnejša orodja na tržišču omogočajo objektno orientiran razvoj.
- Znanja glede objektnega razvoja v delovni skupini ni primanjkovalo.
- Sodelovanje s tujimi partnerji, ki jim je objektno orientiran pristop v takšnih razsežnostih predstavljal svojevrsten izziv glede reševanja zastavljenih ciljev ob podpori domačih izkušenih strokovnjakov.
- Velik izziv je predstavljal uporabo naprednih metod pri razvoju aplikacije za geografski informacijskem sistem.

- Dejstvo, da je obstoječa podatkovna baza deloma že bila objektno orientirana, je našo odločitev samo še poenostavilo.
- Dodajanje nove temeljne funkcionalnosti sistema na podatkovni bazi, ki postavlja uvedbo sposobnosti logičnega vodenja zgodovine sprememb posameznega podatka.

### **12.1 Primerjava med Esri ArcGIS podatkovnim modelom prenosnih plinovodov in podatkovnim modelom Geoplin plinovodi**

Model za vodenje prenosnih plinovodov predstavljen s strani korporacije ESRI temelji bolj pri problematiki povezovanja s pomočjo stacionaž. V praksi se je izkazalo, da vodenje organiziranosti podatkovnih baz temelječ na stacionaži ni bila uspešna odločitev. Problem vodenja preko stacionaže je v tem, da nastajajo večji problemi pri predstavitev plinovodov. V ta namen smo uvedli dodatne ukrepe in sicer dodatno stacionažo. Trenutno v bazi podatkov prenosnih plinovodov v sistemu SDMS vodimo posamezni plinovod z naslednjimi tremi stacionažami: pisna stacionaža iz časa gradnje, pisna računana stacionaža in poševna stacionaža (dejanska dolžina plinovodne cevi).

Osnovo podatkovnih baz nam predstavlja geokodirani podatek v Gauss-Kruegerjevem koordinatnem sistemu(D48/GK). Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem bo zamenjan za sodoben koordinatni sistem z nazivom D96/TM oziroma ETRS89/TM (European Terrestrial Reference System 1989, TM – Tranverzalna Mercatorjeva projekcija). Gre za sodoben evropski geocentrični geodetski datum, sprejet s strani EUREF.

Zamenjava koordinatnega sistema v GIS-u bo izvedena po posameznih fazah. Pretvorba osnovne baze in ostalih podatkovnih baz GIS GPP bo izvedena na kompleksni način in sicer skladno z objavljenimi parametri za transformacijo po določenih območjih in sicer po objavi datuma »D«, kot ga imenujejo na GURS-u. Zbirke podatkov GURS, ki se uporabljajo kot podlage in zunanje podatkovne baze bodo ponovno pridobljene.

Primerjavo med modeloma lahko opravimo na nivoju teoretične primerjave, ker prikazanega modela s strani Esri-ja ni bilo mogoče dobiti v dejanski obliki s primeri podatkov. Njihov

abstraktni in logični model je prikazan na zelo enostaven način. Prikazana podatkovna struktura je podobna naši strukturi z nekaj izjemami. Podaja problematiko urejanja objektno orientiranih podatkovnih baz prenosnih plinovodov na izredno razumljivejši in preglednejši način.

Poznavalcem tako vrstnih baz(APDM) predstavlja dober zgled za razvoj svojih baz in sledenje novim trendom objektno orientiranih pristopov pri modeliranju podatkovnih baz prenosnih plinovodov.

### 13 POVZETEK

Magistrsko delo »Objektno modeliranje baze podatkov geografskega informacijskega sistema prenosnih plinovodov« obravnava objektno orientiran pristop pri vodenju in organiziranosti podatkovnih baz Geografskega informacijskega sistema.

Prehod na objektno tehnologijo ni enostaven in predstavlja dolgotrajen proces. Uporabo osnovnih objektnih operacij zahteva temeljno spremembo v razmišljanju in načinu dela.

Objektni model je eden od pričakovanih delov načrta informacijskega sistema ob predhodni sistemski analizi, ki vsebuje popis procesov in funkcij, ki jih mora podpirati informacijski sistem.

Med važnejšimi vzroki za pristop k izdelavi objektnega modela geografskega informacijskega sistema prenosnih plinovodov je vključevanje omenjenega informacijskega sistema v poslovni informacijski sistem oziroma v sistem celostnega obvladovanja prenosnega omrežja (SCOPO).

Načrt izgradnje podatkovnih baz GIS-a je v prvi fazi zajemal vnos podatkov iz analognih virov. Vodenje projekta sprva temeljilo na pravilnosti zajema podatkov. Temeljna faza je nadgradnja celotnega sistema podatkovnih baz z analizami, ki jih uporabnik pri svojih delovnih procesih potrebuje. V nadaljevanju razvoja se skladno s povezovanjem PIS-a na osnovi objektnega modeliranja lahko omogoči tudi mobilno zajemanje in pregledovanje podatkovnih baz.

Posamezne faze magistrske naloge predstavljajo: študij jezika za objektno modeliranje in objektnih modelov ter spletnih standardov za povezovanje OM, analizo doslej znanih objektnih modelov na področju vodenja podatkovnih baz geografskega informacijskega sistema prenosnih plinovodov, izbiro ustrezne rešitve in implementacijo le te za prikaz objektnega modela v sklopu GIS prenosnih plinovodov programskega orodja SDMS (Spatial data management system) in prikaz objektnega modela (osnovna baza).

Razvoj prvega objektnega modela baze podatkov prenosnih plinovodov v Republiki Sloveniji je prispevek k znanosti, ki predstavlja osnovo za komuniciranje med posameznimi bazami znotraj ali zunaj poslovnega informacijskega sistema in je hrbtnica ostalim podatkovnim

bazam s temeljnim geo-kodiranim podatkom. Osnova komuniciranja je grajena s spletnimi servisi – na osnovi standardnega XML zapisa.

Odpiranje baz podatkov Geografskega informacijskega sistema ostalim aplikacijam v družbi je postalo neizogibno. Predvsem za potrebe PIMS-a (Pipe line integrity management system), vzpostavitev dokumentnega sistema, povezovanje z aplikacijo za vodenje delovnih nalogov, bazami računovodskih služb, GMS-jem (Gas Management System) in ostalim.

Komuniciranje mora biti skladno s smernicami razvoja na področju informacijske tehnologije ter podprto z objektivnimi modeli in spletnimi servisi.

Namen naloge je tudi analiza obstoječega sistema, kar predstavlja prvi korak na poti k neodvisnosti, ter prehod iz zaprtega na izredno odprti sistem v smislu zagotavljanja operativnosti med drugimi podatkovnimi bazami v poslovnem informacijskem sistemu.

Aplikativni razvoj SDMS omogoča izpis objektivnega kataloga in s tem preglednejši razvoj podatkovnega modela z definicijo posameznih funkcionalnosti nad objekti. V nadaljevanju omogoča pregled nad obstoječim modelom in sledenjem posameznim spremembam v strukturi podatkovnega modela in novim funkcionalnostim, ki jih narekujejo delovni procesi.

Pomembnejši razlogi za pristop k objektivnemu orientiranem modeliranju so bili naslednji: sodobnejša orodja na tržišču omogočajo objektivno orientiran razvoj, znanja glede objektivnega razvoja v delovni skupino ni primanjkovalo, sodelovanje s tujimi partnerji, ki jim je objektivno orientiran pristop v takšnih razsežnostih predstavljal svojevrsten izziv glede reševanja zastavljenih ciljev ob podpori domačih izkušenih strokovnjakov, velik izziv je predstavljal uporabo naprednih metod pri razvoju aplikacije za geografski informacijskem sistem, dejstvo, da je obstoječa podatkovna baza deloma že bila objektivno orientirana je našo odločitev samo še poenostavilo ter dodajanje nove temeljne funkcionalnosti sistema na podatkovni bazi in sicer uvedba sposobnosti logičnega sledenja zgodovine sprememb posameznega podatka.



## 14 SUMMARY

The master science thesis work is focused on object modelling data base of geographical information system of transmissions pipelines.

Transition on object technology is not simple and it represents a long duration process. Basis object operations need a different way of programming and consideration.

Object model is one of the expected parts of information system design by preliminary system analyzed which contain list of process and function.

The main reason for object modelling geographical information system is integrated in this in business information system of the company and Integrity management system of transmission infrastructure. The first of the system design was digitizing the data. A lot of work was done by checking the data. The main phase was creating an application for making analyze, which was used for client of geographical information system in the organization. In the future is possible to make a development for mobile application to import the data and use for viewing on mobile devices.

Phases of the master science thesis work are: studying object modelling language, object models and standards internet services for linking object models, analyzing known object models for gas transmission data bases in geographical information system, choosing the best solution and implementing object model data bases of geographical information system in application SDMS (Spatial data management system).

Contribution of science is in development the first object model of data base transmissions pipelines in Republic of Slovenia which is present basis for communication by others spatial data basis. The basic of communicating is designed with internet services by extensible mark-up language.

Opening data bases for other application in the organization has become very important. In the future it will be very important for GPP to upgrade linking a GIS data bases with other business applications and their data bases especially for Pipe line integrity management system, application for document management, and programming of work documenting, data bases department of accounting, Gas management system and the others.

Communicating has to be accordance with the direction development on information technology and support by object technology and internet services.

The main point of master sciences is also analyzed existing system and it is the first step k independent and transition closed system to open system in the main mining assurance operative by others data bases in business information system.

Application design SDMS make possible print object catalo and clearly review development data model with the functionality over object.

Main reasons for object modelling are: a lot of application tools for object modelling is on market place, knowledge of the object modelling was present in group, cooperation with the foreign partners which are object modelling in this situation extensiveness presentation unit challenge by support home experience experts, big challenge is also represent use advanced meted with the development application for Geographic information system, the fact that existent data base which is partly already be object oriented is our decision just to simplify and upgraded application basis functionality of the system on data base and introduction ability logical to follow history changes particular data.

## VIRI

Aggarwal, Y. Singh, A. Kaur, Malhotra R. 2006. Investigating the Effect of Coupling Metrics on Fault Proneness in Object-Oriented Systems Software Quality Professional. Milwaukee: Vol. 8, Iss. 4.

Arctur D. Zeiler M. 2004. Designing Geodatabases: Case Studies in GIS Data Modeling. New York, ESRI.

Bauer C., King G. 2005. Hibernate in action A guide to the concepts and practice of object/relational mapping. Greenwich, Manning Publications Co.

Bataveljic P, M. Eastwood, Heinz Seefried. 2006. An Approach to Teaching Object-Oriented Analysis and Design, Journal of Information Systems Education. Vol. 17, Iss. 3: 267 str.

Bian L. Jun 2007. Object-Oriented Representation of Environmental Phenomena: Is Everything Best Represented as an Object?. Washington. Association of American Geographers. Annals of the Association of American Geographer: Vol. 97, Iss. 2 :267-281 str.

Brown G. D., Riolo R., Robinson T. D., North M., Rand W. 2005. Spatial process and data models: Toward integration of agent-based models and GIS. Journal of Geographical Systems: Vol. 7, Iss. 1: 25 str.

Burton-Jones A., Meso P. N. Mar 2006. Conceptualizing Systems for Understanding: An Empirical Test of Decomposition Principles in Object-Oriented Analysis. Linthicum Information Systems Research: Vol. 17, Iss. 1: 38 str.

Dobing B., Parsons J. Oct-Dec 2000. Understanding the role of use cases in UML: A review and research agenda. Journal of Database Management: Vol. 11, Iss. 4: 28-36 str.

Evermann J., Wand Y. 2006 Ontological modeling rules for uml: an empirical assessment. The Journal of Computer Information Systems: Vol. 46, Iss. 5: 14 str.

Geografski informacijski sistem. 2007. Ljubljana, Geoplin plinovodi d.o.o.

Geoplin d.o.o. 1998. 20 let zemeljskega plina v Sloveniji. Ljubljana, Geoplin-

Grimes S. Apr 1998. Modeling object/relational databases, DBMS. San Francisco Vol. 11, Iss. 4: 51-55 str.

Harder C. 1999. Enterprise GIS for Energy Companies. New York. Published by ESRI.

Hoffman D. R. 2003. Effective Database Design for Geoscience Professionals. South Sheridan. Pennwell Books

Lehmann H. Jul-Sep 2003. An object-oriented architecture model for international information systems?. Journal of Global Information Management: Vol. 11, Iss. 3: 1-18 str.

Lin J., Lin T. Mar 15, 2004. Object-oriented conceptual modeling for commitment-based collaboration management in virtual enterprises. Information and Software Technology: Vol. 46, Iss. 4: 209-217 str.

Lee J., Fanjiang Y. May 1, 2003. Modeling imprecise requirements with XML. Information and Software Technology: Vol. 45, Iss. 7: 445-460 str.

Mateo S., Bjorkander M. Jun 2001. Programming in SDL & UML, Dr. Dobb's Journal. Vol. 26, Iss. 6: 93-99 str.

Muhlbauer K. W. 2004. Pipeline risk management manual. Washington, The National Academy of Sciences.

Neal D. R., Weistroffer H. R., Coppins J. R. 2005. AN IMPROVED SUITE OF OBJECT ORIENTED SOFTWARE MEASURES. Stillwater, The Journal of Computer Information Systems.: Fall 2005. Vol. 46, Iss. 1: 71 str.

Philippi S. Aug. 2005. Model driven generation and testing of object-relational mappings. New York, The Journal of Systems and Software: Vol. 77, Iss. 2: 193 str.

Podobnikar T., Perko D., Hladnik D., Krevs M., Čeh M., Stančič Z., 2004, Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2003-2004, Ljubljana. Znanstveno raziskovalni center Slovenske akademije za znanost in umetnosti.

Rakar A., 2004. Kataster gospodarske javne infrastrukture. Ljubljana. Geodetski vestnik, letnik 48, št. 1: 7-17 str.

Rakar A. 1995, Kataster komunalnih naprav med mojstrsko miselnostjo in računalniško obsedenostjo. Ljubljana, Geodetski vestnik, letnik 39, št. 3: 215-221 str.

Rumbaugh J. Jacobson I., 1999. The unified modeling language reference manual, Grady booch.

Rob M. A., Spring 2006. Dilemma between the structured and object-oriented approaches to systems analysis and design, Stillwater, The Journal of Computer Information Systems. Vol. 46, Iss. 3: 33 - 42 str.

Vadaparty K. Jul/Aug 1999. Mapping objects to tables. New York Journal of Object - Oriented Programming: zvez 12, Iss. 4: 45-47 str.

Selonen P., Koskimies K., Sakkinen M. Jul-Sep 2003. Transformations between UML diagrams. Journal of Database Management: Vol. 14, Iss. 3, : 37-55 str.

Slokar, T., 2005. Objektno orientirano modeliranje informacijskega sistema operativnega procesa v centru vodenja elektrodistribucije, Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta.

Trtnik, J. 2007. Spatial data management system. Priročnik za programsko opremo. Ljubljana, Softdata d.o.o. Ljubljana.

Žura M. 2004. Temelji informacijskih upravljaljskih sistemov, Študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z delovnim tlakom nad 16 bar - Uradni list RS, št. 60-3175/2001: 6192 str.

Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z največjim delovnim tlakom do vključno 16 barov Uradni list RS, št. 26-1152/2002: 2168 str.

ESRI – GIS and MAPPING SOFTWARE – Pipeline Industry  
<http://www.esri.com/industries/pipeline/business/literature.html> (4.12.2007)

ArcGIS Pipeline Data Model (APDM)  
<http://www.apdm.net/html/resources.htm> (14.1.2008)

Inštitut za informatiko, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko  
<http://lisa.uni-mb.si/> (27.3.2007)

Geoplin d.o.o.  
<http://www.geoplin.si> (20.8.2008)

Geoplin plinovodi d.o.o.  
<http://www.geoplin-plinovodi.si> (20.08.2008)

University of London, External System

<http://www.londonexternal.ac.uk/> (5.6.2007)

Softdata d.o.o.

<http://www.softdata.si/> (20.8.2008)

Safe software

<http://www.safe.com/> (4.8.2008)

University of Cambridge- Institute of Continuing Education

<http://www.cont-ed.cam.ac.uk/> (4.7.2007)

PODS - Pipeline Open Database Standard

<http://www.pods.org> (20.11.2007)

Kennesaw State University - Object Oriented Analysis and Design Team

<http://atlas.kennesaw.edu/> (20.11.2007)

## Seznam uporabljenih kratic

**APDM – Arcgis pipe line data model**  
**ASCII - American standard code for information interchange**  
**CAD - Computer aided design**  
**DOF - digitalni orto foto**  
**ETL - Extract, Transform, and Load**  
**ETRS89 - European terrestrial reference system 89**  
**ESRI - Environmental systems research institute**  
**EUREF - European Terrestrial Reference Frame**  
**FME – Feature manipulation engine**  
**GPP – Geoplin plinovodi, d.o.o.**  
**GP – Geoplin, d.o.o.**  
**GURS – Geodetska uprava Republike Slovenije**  
**GIS - geografski informacijski sistem**  
**GPS - Global positioning system**  
**KGJI – Kataster gospodarske javne infrastrukture**  
**KP - kompresorska postaja**  
**M - magistralni prenosni plinovod**  
**MM - mestna mreža**  
**MP - merilna postaja**  
**MRP - merilna regulacijska postaja**  
**MMRP - mejna merilna regulacijska postaja**  
**ODBC - Open Database Connectivity**  
**OO - Object oriented**  
**OMG - Object Management Group**  
**OOA&D - Object Oriented Analysis and Design**  
**OMT - Object Modeling Technique**  
**OOSE - Object Oriented Software Engineering**  
**OM - objektno modeliranje**  
**P - priključni prenosni plinovod**  
**PGD - projekt gradbenih del**  
**R - razdelilni prenosni plinovod**  
**RP - razdelilna regulacijska postaja**  
**RDBMS - Relational database management system**  
**SDMS – Spatial data management system**  
**SCOPO - Sistem celostnega obvladovanja prenosnega omrežja**  
**XML - Extensible Markup Language**  
**UML - Unified Modeling Language**  
**UM - Unified Method**



## **PRILOGA**