

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:
Nikolaj Šarlah

Izmenjevalni formati informacijskega sistema zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture v podporo interoperabilnosti

Magistrska naloga št. 201

Mentor:
doc. dr. Marijan Žura

Ljubljana, 1. 7. 2008

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*

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



Kandidat:

NIKOLAJ ŠARLAH, univ.dipl.inž.geod.

**IZMENJEVALNI FORMATI INFORMACIJSKEGA
SISTEMA ZBIRNEGA KATASTRA GOSPODARSKE
JAVNE INFRASTRUKTURE V PODORO
INTEROPERABILNOSTI**

Magistrsko delo štev.: 201

**EXCHANGE FORMATS TO INTEROPERABILITY
SUPPORT OF THE CONSOLIDATED CADASTRE OF
PUBLIC INFRASTRUCTURE INFORMATION SYSTEM**

Master of Science Thesis No.: 201

Mentor:
doc.dr. Marijan Žura

Predsednik komisije:
izr.prof.dr. Albin Rakar

Član:
dr. Tomaž Podobnikar

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **NIKOLAJ ŠARLAH** izjavljam, da sem avtor magistrskega dela z naslovom:
**»IZMENJEVALNI FORMATI INFORMACIJSKEGA SISTEMA ZBIRNEGA
KATASTRA GOSPODARSKE JAVNE INFRASTRUKTURE V PODPORO
INTEROPERABILNOSTI«.**

Celje, marec 2008

Nikolaj Šarlah

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

ZAHVALA

V mislih imam profesorje na podiplomskem študiju komunalne smeri, ki so mi odpirali nova znanja. V prvi vrsti se imam za to, da danes pišem to besedilo, zahvaliti mentorju doc. dr. Marijanu Žuri. Zahvala mu gre za celotno obdobje nastajanja naloge, za strokovno pomoč in usmerjanje. Seveda so tu še vsi ostali, ki so mi bili v pomoč v različnih obdobjih skozi čas študija.

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004.6:338.465:528.44:659.2(043.3)
Avtor:	Nikolaj Šarlah, univ. dipl. inž. geod.
Mentor:	doc. dr. Marijan ŽURA
Naslov:	Izmenjevalni formati informacijskega sistema zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture v podporo interoperabilnosti
Obseg in oprema:	182 str., 34 pregl., 52 sl.
Ključne besede:	zbirni kataster javne infrastrukture, informacijski sistemi, interoperabilnost, izmenjevalni formati, GML, spletni servisi, odjemalci, komprimiranje

Izvleček

Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (ZKGJI) v širšem pomenu predstavlja okolje, v katerem se srečujejo uporabniki in lastniki podatkov, ki na podlagi določenih postopkov posredujejo podatke ali dostopajo do podatkov v ZKGJI. V širšem smislu zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture ni le tehnična rešitev, zbirka podatkov ali aplikacija, ampak celoten organizacijski model, katerega namen je zagotavljati pogoje za uspešno evidentiranje in posredovanje podatkov o objektih GJI. Naloga obravnava predvsem posredovanje podatkov in problematiko s katero se srečujemo pri spletnih servisih. Rezultati naloge so v interoperabilnosti podatkov, prednosti GML in njegovega mehanizma za interoperabilnost podatkov, ki jih nosi. Naloga podaja predlog rešitve sistema zaščite infrastrukture pred poškodbami, kot se je izoblikoval na primerih dobre prakse v tujini, podaja predloge za uspešno nadgradnjo sistema ter končno preko empiričnega dela komprimiranja zagotavlja najboljšo možno rešitev komprimiranja datotek GML pri prenosu k uporabniku. Komprimiranje je izredno pomembno za uspešno spletno interoperabilno GIS bazo podatkov ter predvsem za hitro prenašanje zahtevanih podatkov. Preprosta GML osnovana baza podatkov je narejena in sestavljena kot primer, da bi pokazala interoperabilnost GML baz podatkov. Kot dodatek smo preizkusili in prikazali rezultate pretvorbe GML v KML format, s pomočjo XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) ter uporabnost izbranega izmenjevalnega formata v spletnih GIS aplikacijah kot sta Google Earth in Geopedia.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 004.6:338.465:528.44:659.2(043.3)
Author: Nikolaj Šarlah, univ. dipl. inž. geod.
Supervisor: Assoc. Prof. Marijan ŽURA, Ph. D.
Title: Exchange formats to interoperability support of the consolidated cadastre of public infrastructure information system
Notes: 182 p., 34 tab., 52 fig.
Key words: consolidate cadaster of public infrastructure, information system, interoperability, exchange formats , GML, web services, clients, compression, protection of infrastructure

Abstract

In a broad sense the consolidated cadastre of public infrastructure (ZKGJI) represents an environment in which the owners of data and users of the data can access or forward the data in ZKGJI on the basis of certain procedures. In a broad sense, the cadastre is not only a technical solution, a database or an application but is a whole organizational model of which the purpose is to ensure conditions for a successful supervision and forwarding of data about ZKGJI objects. The assignment considers mostly forwarding the data and problems which we encounter in web services. The results of the assignment are in the interoperability of the data, the advantages of the GML and its mechanism for data interoperability. The assignment represents the proposition of how to protect infrastructure against damages (that had developed on cases of good practice abroad); it also assigns the propositions for an improvement of the system, and finally, through empirical part of compressing it proposes the best possible solution of compressing the GML files whilst transferring to the user. Compressing is extremely important for a successful web interoperable GIS database and mostly for a quick transfer of the demanded data. A simple GML- based database is made as an example to demonstrate the interoperability of GML databases. As an extra, we tested and showed the results of transferring the GML into KML format with a help of XSLT; and the employability of a chosen transferring format in web GIS applications such as Google Earth and Geopedia.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	IZHODIŠČE RAZISKOVANJA IN DELOVNA HIPOTEZA	2
1.2	NAMEN IN CILJ RAZISKOVANJA	3
1.3	METODE DELA	4
2	ZBIRNI KATASTER GOSPODARSKE JAVNE INFRASTRUKTURE	7
2.1	PRAVNE PODLAGE	8
2.2	ORGANIZACIJSKI MODEL	12
2.3	POSTOPKOVNI MODEL	14
2.4	PODATKOVNI MODEL	18
2.5	INFORMACIJSKI SISTEM ZBIRNEGA KATASTRA GOSPODARSKE JAVNE INF.	21
2.6	PREVZEM PODATKOV	23
2.6.1	PREVZEM PODATKOV ZA LASTNIKE IN UPRAVLJAVCE INFRASTRUKTURE	23
2.6.2	PREVZEM PODATKOV ZA JAVNO UPRAVO	27
2.7	ZAKLJUČEK	29
3	PRIMERI DOBRE PRAKSE V TUJINI	31
3.1	MALEZIJA	32
3.1.1	ZGODOVINA IN ZAKONODAJA.....	32
3.1.2	KONCEPT IN ZASNOVA	33
3.1.3	RAZVOJ.....	33
3.1.4	TEŽAVE IN IZZIVI.....	34
3.2	VELIKA BRITANIJA	34
3.2.1	ZGODOVINA IN ZAKONODAJA.....	35
3.2.2	PODATKI SHRANJENI NA RAZLIČNIH MEDIJIH	35
3.2.3	USTANOVITEV NUAG	36
3.2.4	PRIDOBIVANJE IN ANALIZA PODATKOV	38
3.2.5	CILJI PRVE FAZE PROJEKTA NUAG	40
3.3	KUVAJT	40
3.3.1	VZPOSTAVITEV DIG. DRŽAVNEGA KATASTRA PODZEMNIH VODOV IN NAPRAV	41
3.4	NIZOZEMSKA	42
3.4.1	EVIDENTIRANJE STVARNO-PRAVNIH PRAVIC NA INFRASTRUKTURI	45
3.5	DANSKA	46
3.5.1	PRINCIP DELOVANJA LER	47
3.5.2	DOSTOP.....	47
3.6	ZDRUŽENE DRŽAVE AMERIKE IN KANADA	49
3.6.1	PRINCIP DELOVANJA STORITVE POKLIČI PREDEN KOPLJEŠ »CALL BEFORE YOU DIG«. 50	
3.7	PREDLOG REŠITVE SISTEMA ZAŠČITE GOSPODARSKE INFRASTRUKTURE V SLO	51
3.8	PREDLOGI ZA USPEŠNO NADGRADNJO SISTEMA	52

4	INTEROPERABILNOST IN STANDARDI	55
4.1	IZZIVI RAZVOJA INTEROPERABILNOSTI OPREDELJENI V STRATEGIJI RAZVOJA INFORMACIJSKE DRUŽBE V REPUBLIKI SLOVENIJI.....	56
4.1.1	INTEROPERABILNOST IN ODPRTI STANDARDI	61
4.2	ORGANIZACIJSKA INTEROPERABILNOST Z VIDIKA PROSTORSKIH PODATKOV	64
4.2.1	MODEL OPREDELITVE ELEMENTARNIH STORITEV	66
4.2.2	PREDSTAVITEV SISTEMA ZBIRNEGA KATASTRA GJI.....	66
4.2.3	SPLOŠNA MATRIKA PROCESOV IN AKTERJEV NA PODROČJU PROSTORSKIH PODATKOV	70
4.2.4	STORITVE ZBIRNEGA KATASTRA ZA UPORABNIKE PODATKOV	72
4.2.5	ORGANIZACIJSKI VIDIK INTEROPERABILNOSTI GJI	73
4.3	SEMANTIČNI VIDIK INTEROPERABILNOSTI PROSTORSKIH PODATKOV	74
4.3.1	SEMANTIKA NA PODROČJU PROSTORSKIH PODATKOV	74
4.3.2	NA KRATKO O METAPODATKOVNEM SISTEMU ZA PROSTORSKE PODATKE.....	76
4.3.2.1	Standardi za povezovanje zbirk prostorskih podatkov	77
4.3.2.2	Standardi informacijskih sistemov za podporo interoperabilnosti	80
4.3.2.3	Implementacija v Sloveniji.....	81
4.3.3	SEMANTIKA V ZBIRNEM KATASTRU GJI.....	83
4.3.4	SEMANTIČNI VIDIK INTEROPERABILNOSTI GJI.....	83
4.4	TEHNIČNI VIDIK INTEROPERABILNOSTI PROSTORSKIH PODATKOV	84
4.4.1	GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEMI IN INTEROPERABILNOST	86
4.4.1.1	OpenGIS konzorcij	87
4.4.1.2	XML (Extensible Markup Language)	88
4.4.1.2.1	XML v Zbirnem katastru gospodarske javne infrastrukture	91
4.4.1.3	GML (Geographical Markup Language).....	93
4.4.2	STAND. INFRASTRUKTURA ZA INTEROPERABILNOST GIS PO KONZORCIJU OGC.....	96
4.4.2.1	Opisi najpomembnejših storitev za dostop in obdelavo podatkov v OpenGIS.....	96
4.4.3	TEHNIČNI VIDIKI INTEROPERABILNOSTI GJI	104
5	PRIMERJAVA GML IN OSTALIH FORMATOV	107
5.1	MEHANIZMI GML V PODORO PODATKOVNI INTEROPERABILNOSTI.....	114
5.2	GEOGRAFSKA INTEROPERABILNA GML BAZA PODATKOV ZBIRNEGA KATASTRA GOSPODARSKE JAVNE INFRASTRUKTURE.....	117
5.3	SESTAVA BAZE PROSTORSKIH PODATKOV	118
5.3.1	NAMESTITEV IN KONFIGURACIJA WFS	121
5.3.2	NAMESTITEV IN KONFIGURACIJA ODJEMALCA	125
5.3.3	REZULTATI	128
5.3.4	PRIKAZOVANJE GML IZVOZNEGA FORMATA NA DRUGIH SPLETNIH IZDELKIH GIS..	129
5.3.4.1	Geopedia.....	133
5.3.4.2	Google Earth.....	135
5.3.4.2.1	Spremembe zaradi uvedbe novega koordinatnega sistema	137
6	KOMPRIMIRANJE	141
6.1	KODIRANJE	142

6.1.1	KODIRANJE V RAČUNALNIŠTVU	143
6.2	METODE KOMPRIMIRANJA.....	146
6.2.1	KOMPRIMIRANJE Z IZGUBO INFORMACIJ.....	147
6.2.2	KOMPRIMIRANJE BREZ IZGUBE INFORMACIJ	148
6.2.2.1	BWT transformacija.....	150
6.2.2.2	RLE kodiranje	152
6.2.2.3	Huffmanovo kodiranje	153
6.2.2.4	Aritmetično kodiranje	155
6.2.2.5	Slovarske metode komprimiranja	158
6.2.2.5.1	LZ77 in LZW komprimiranje	159
6.2.2.5.2	DEFLATE komprimiranje	161
6.2.2.5.3	Besedno zasnovano Huffmanovo kodiranje (PHC in THC).....	161
6.2.2.5.4	Besedno zasnovano kodiranje (ETDC).....	162
6.3	FORMATI KOMPRIMIRANJA IN PROGRAMSKA OPREMA	162
6.3.1	KOMPRIMIRANJE GML	165
6.3.1.1	Strategije za izboljšanje GML komprimiranja.....	167
6.4	EMPIRIČNI PODATKI.....	168
7	ZAKLJUČKI.....	175
7.1	ZAKLJUČEK EMPIRIČNEGA DELA KOMPRIMIRANJA.....	177
8	POVZETEK	179
9	SUMMARY	181
	VIRI.....	182

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Nivoji zbiranja podatkov (Geodetski zavod Celje, 2005)	12
Preglednica 2: Institucije odgovorne za posamezne nivoje.....	13
Preglednica 3: Podrobnejši prikaz postopka za vpis podatkov v zbirni kataster GJI (GURS, 2007).....	17
Preglednica 4: Infrastruktura zbirnega katastra GJI	18
Preglednica 5: Obvezni in dodatni atributi objektov	20
Preglednica 6: Čas, ki je potreben od zajema podatkov do njihovega prikaza	39
Preglednica 7: Mediji preko katerih organizacije in podjetja izmenjujejo podatke	39
Preglednica 8: Minimalna natančnost, ki bi jo naj omogočale posamezne organizacije in podjetja, +/- 300mm (merske metode) in +/-500mm (druge metodame).....	40
Preglednica 9: Postopkovni model	44
Preglednica 10: Letna rast zahtevkov	45
Preglednica 11: Pregledna shema sistema zbirnega katastra GJI po metodologiji WCA	69
Preglednica 12: Povezovalna matrika proces/akter (MID, 2004).....	70
Preglednica 13: Matrika uporabnosti podatkov GJI/elementarne storitve	72
Preglednica 14: Tehnična interoperabilnost GJI in njeni termini vzpostavitve.....	105
Preglednica 15: Število oddanih elaboratov na dan 02. 01.2008.....	119
Preglednica 16: Skupna dolžina evidentirane gospodarske infrastrukture.....	120
Preglednica 17: Tipi koda vira.....	144
Preglednica 18: Kodiranje stalna dolžina – stalna dolžina	145
Preglednica 19: Kodiranje spremenljiva dolžina – spremenljiva	145
Preglednica 20: Komprimiranje kot pretočna struktura	146
Preglednica 21: Delitev glede na dolžino vhodnega in izhodnega zapisa	148
Preglednica 22: Nesortirana matrika rotacij	151
Preglednica 23: Sortirana matrika rotacij	151
Preglednica 24: Pregled verjetnosti.....	155
Preglednica 25: Pregled verjetnosti in razpona	156
Preglednica 26: Slovarske metode komprimiranja.....	159
Preglednica 27: Kodiranje vhodnega niza BARBARBARA	160
Preglednica 28: Najpogosteje uporabljene metode komprimiranja in formati.....	163
Preglednica 29: Format in orodja	163
Preglednica 30: Windows orodja komprimiranja.....	164
Preglednica 31: Razvrstitev glede na komprimirano razmerje in hitrost komprimiranja (http://www.cmetge.dixinet.com).....	165
Preglednica 32: Komprimiranje brez in z presledki na primeru GML datoteke (310024122007_1031_ITL.gml)	172
Preglednica 33: Komprimiranje brez presledkov (GML datoteke celjskega vodovoda)	172
Preglednica 34: Primerjava posameznih algoritmov komprimiranja	173

KAZALO SLIK

Slika 1: Ključni udeleženci v sistemu zbirnega katastra (GURS, 2007)	8
Slika 2: Globalni model sistemov (GURS, 2004).....	13
Slika 3: Shematski prikaz vpisa podatkov o objektih v zbirni kataster GJI (GURS, 2007)	15
Slika 4: Podatkovni model (GURS, 2004).....	19
Slika 6: Komponente produkcijskega sistema ZK GJI (GURS, 2008).....	22
Slika 5: Visokonivojski pogled na informacijski sistem ZK GJI (GURS, 2008)	23
Slika 7: Spletna aplikacija za prevzem podatkov GJI.....	24
Slika 8: Postopek pridobitve spletnega potrdila sigov-ca in sigen-ca (GURS, 2006b)	25
Slika 9: Komponenta za prevzem zadnjega stanja podatkov enega lastnika ali upravljavca ..	26
Slika 10: Modul za prevzem zadnjega stanja podatkov GJI v zbirnem katastru	26
Slika 11: Spletna aplikacija za prevzem podatkov.....	27
Slika 12: Prevzem zadnjih veljavnih podatkov in paketni prevzem podatkov	28
Slika 13: Privzeti podatki z označenim vplivnim območjem	29
Slika 14: Posamezni sektorji.....	34
Slika 15: Povezanost ustanov (NUAG, 2006).	37
Slika 16: Obseg prve faze projekta standardizacije (NUAG, 2006).....	38
Slika 17: Eksplozija plina v Belgiji (http://mailman.mcmaster.ca/mailman/private/cdn-nucl-1/0407/msg00052.html , 2007)	42
Slika 18: Klicni center KLIC (Študijski obisk: Šarlah, 2008)	43
Slika 19: Spletna stran LER (http://www.ler.dk , 2008).....	48
Slika 20: Prikaz poizvedovanja in rezultat poizvedovanja (http://www.ler.dk , 2008)	49
Slika 21: Spletna stran storitve »Call before you dig« (http://www.call811.com/ , 2008).....	50
Slika 22: Interoperabilnost na nivoju informacijskih sistemov (Bishr, 1997)	56
Slika 23: Struktura strategije si2010, ki informacijsko družbo in družbo znanja obravnava na treh področjih delovanja in z vidika več horizontalnih načel delovanja (Si2010, 2007).....	57
Slika 24: Piramida WCA metodologije (Alter, 1999).....	67
Slika 25: Pogled razvijalcev na podatke (Lavbič, Krisper, 2005)	75
Slika 26: Grafična predstavitev vloge konceptualnega modeliranja (Ažman, 2005)	79
Slika 27: Primer WFS/GML predstavitev grafičnih elementov (De Vrise, Zlatanova, 2004). 100	
Slika 28: Primer rastrske slike WTS spletne storitve (De Vries, Zlatanova, 2004).....	101
Slika 29: Primer veriženja storitev (Nebert, 2004)	103
Slika 30: GML dostop in pridobivanje geoprostorskih podatkov prek svetovnega spleta	117
Slika 31: Prikaz kategoriziranih cest v zbirnem katastru GJI (Potočnik, 2007)	120
Slika 32: Proces graditve prostorske interoperabilne GML baze podatkov.....	121
Slika 33: OGC spletna storitev.....	122
Slika 34: Princip komuniciranja odjemalca/server	123
Slika 35: Arhitektura GeoServerja (http://geoserver.org/ , 2008).....	124
Slika 36: Arhitektura IS za posredovanje prost. pod. po WFS standardu (IGEA, 2007)	124
Slika 37: JUMP, vektorski podatki (Celjski vodovod) prekriti z rastrsko sliko (DOF).....	126
Slika 38: Primer deegree iGeoPortala (http://geoportal.wuppertal.de/).....	127
Slika 39: Povpraševanje po atributih	128
Slika 40: GML podatki zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture.....	134
Slika 41: Zamiki koordinatnih osi novega koordinatnega	137
Slika 42: Online spletni program XSLT za transformacijo GML v KML (http://members.home.nl/cybarber/geomatters/KmlGpxGmlTransform.hta)	138

Slika 43: Celjski vodovod na Google Earth (www.googleearth.com)	139
Slika 44: Kodiranje informacij (Dobnikar, 2006)	143
Slika 45: Kod vira (Dobnikar, 2006)	144
Slika 46: Prikaz vodovodnega sistema mesta Celje	168
Slika 47: Primer uporabe bzip2	170
Slika 48: Primer uporabe kzip	171
Slika 49: Primer ukazne vrstice scmppm algoritma	171
Slika 50: Primer uporabe GCC ter podajanja statistike ETDC komprimiranja.....	172
Slika 51: Stroški za odpravo poškodb (Delo, 7.8.2007).....	177
Slika 52: Posegi v prostor so neorganizirani (Delo, 13.5.2006).....	177

1 UVOD

Gospodarska javna infrastruktura (v nadaljevanju GJI), med katere spadajo omrežja in naprave, ki zadovoljujejo osnovne potrebe sodobnega človeka, od oskrbe z vodo, energijo, ravnanja z odpadki, prometnega omrežja, do zagotavljanja sodobnih telekomunikacijskih naprav, je eden temeljnih meril razvitosti vsakega okolja in tudi eden temeljev bodoče gospodarske rasti. Zato so projekti vzpostavitve in posodobitve naprav in objektov GJI eden izmed ključnih elementov vseh razvojnih programov na ravni občin in regij. (Pred)pogoj za uspešno realizacijo takih projektov je zagotovo vzpostavitev takšnega informacijskega sistema, ki bo omogočal upravljanje z obstoječo GJI na primeren, predvsem učinkovit (in tudi gospodaren način) ter podpiral interoperabilnost prostorskih podatkov.

Geodetska uprava je na osnovi prostorske zakonodaje, ki je stopila v veljavo leta 2003, v preteklih letih pričela z vzpostavitvijo zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture, katerega prvotni osnovni cilj je bil zbir podatkov iz vseh katastrov GJI, za katere so zadolženi upravljavci GJI, z namenom, da se na enem mestu zberejo podatki, ki bodo omogočili pregled nad stanjem v prostoru in bodo predvsem informacija o zasedenosti prostora, ki je predpogoj za kvalitetno načrtovanje, vodenje in vzdrževanje. Geodetska uprava se je projekta vzpostavitve zbirnega katastra GJI lotila zelo smelo, tako da je pri postavitvi modela zbirnega katastra GJI, kakor tudi pri operativnem polnjenju baze podatkov vzpostavila sodelovanje s pristojnimi resorji, ki so zadolženi za določitev vsebine katastra GJI za različna omrežja GJI.

Naloga je bila vzpostaviti zbirko podatkov o GJI, kjer bodo zbrani in dostopni podatki na enem mestu v okviru enovitega sistema, ki bo omogočal poenostavitev in poenotenje procesov na eni strani in preglednost oz. transparentnost, ki prinaša večjo učinkovitost in s tem zmanjšanje stroškov na drugi strani. V okviru magistrske naloge razvoja izmenjevalnih formatov informacijskega sistema ZK GJI je bilo potrebno definirati okvire, v katerih bo izdelana informacijska rešitev sistema izmenjevalnih formatov. Preko osnovnih strateških elementov planiranja (poslanstvo, namen, ciljev,...) je potrebno izdelati logično in organizacijsko shemo sistema ter identificirati procese, ki se povezujejo z upravljanjem z zbirnim katastrom GJI. Načrt in definiranje izmenjevalnih formatov informacijskega sistema

ZKGJI mora biti toliko fleksibilen, da bo mogoče sistem prilagoditi na novo sprejetim formatom in predvsem omogočal komprimiranje in interoperabilnost.

1.1 Izhodišče raziskovanja in delovna hipoteza

Generalna hipoteza, ki mi bo vodilo v okviru moje raziskave se glasi:

Uporaba dobro načrtovanega informacijskega sistema zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture ter njegovih izmenjevalnih formatov nam bo omogočalo lažje, kakovostnejše in učinkovito odločanje ter gospodarjenje z GJI, kar je posredno tudi temelj prostorskega in gospodarskega razvoja ter kvalitete bivanja na določenem področju.

Iz tako postavljene generalne hipoteze lahko izvedemo naslednjo delovno hipotezo:

- Uvedba informacijskega sistema in vpis podatkov v produkcijo ZK GJI, ki bi naj bil v enem izmed treh formatov, in sicer ASCII, SHP (DBF) ali GML, posredovan v dveh tipih elaboratov je smiseln za izdelovalce elaboratov sprememb predvsem pa za lastnike oziroma upravljavce javne gospodarske infrastrukture v smislu interoperabilnosti ter sistema za zaščito gospodarske javne infrastrukture.

Pri raziskovanju smo izhajali tudi iz naslednjih pomožnih delovnih hipotez:

- Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture je interoperabilen na vseh treh nivojih formalne interoperabilnosti po Evropskem interoperabilnostnem okvirju (EIF).

Sistem za zaščito gospodarske infrastrukture, kot ga poznajo v tujini »Pokličiči preden koplješ« bi bilo smiselno uvesti tudi v Sloveniji. Vsa izmenjava podatkov lahko poteka zgolj med izvajalci posegov v prostor in Geodetsko upravo, ki omogoči interoperabilni izmenjevalni format in spletne servise.

Slovenija se je zavezala, da bo dejavno podpirala vzpostavljanje interoperabilnosti pri razvoju izdelkov in storitev informacijske družbe v skladu z EIF, vključno z razvojem in uporabo odprtih standardov. Glavnemu načelu razvoja in uporabe odprtih standardov poizkušamo razvijalci Zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture slediti v smislu definiranja pravilnega izmenjevalnega formata, zagotavljanja informacijske infrastrukture ter uporabe odprtih standardov, ki bi v nadaljevanju omogočali sistem za zaščito gospodarske infrastrukture.

Pozornost smo posvetili posameznim značilnostim (karakteristikam) GML (Geography Markup Language). Mislimo da bi bilo priročno razviti aplikacije, ki vključujejo WFS (Web Feature Service) ali WMS (Web Mapping Service) standarde in komprimirajo to je stiskajo posamezne GML že pred prenosom k uporabniku. To je, izhodna GML datoteka vira je lahko komprimirana s primernim algoritmom, in preden je taka zgoščena datoteka zagotovljena kot vhodna GML datoteka uporabniku, ga modul za dekomprimiranje lahko dekomprimira, da bi zagotovil informacije v naravni (preprosti) obliki. Pri raziskovanju zgornjega problema smo izhajali iz pomožnih delovnih hipotez:

- Posamezne GML značilnosti, se lahko izkoristijo za povečanje stopnje komprimiranosti.
- Frekvenca besed distribuirana v GML datotekah je zelo različna od tipičnih naravnih jezikovnih dokumentov.
- Komprimirano razmerje je boljše, če odstranimo prostor v GML datotekah.

1.2 Namen in cilj raziskovanja

Namen in prispevek k znanosti je v razvoju informacijskega sistema in izmenjevalnih formatov, ki predstavljajo osnovo za komuniciranje med posameznimi bazami znotraj ali zunaj ločenih informacijskih sistemov, ki jih vodijo posamezni lastniki gospodarske javne infrastrukture, z drugimi besedami zagotavljanje interoperabilnosti ZK GJI. Komuniciranje je grajeno na osnovi prenosa atributnih in grafičnih podatkov elaborata v formatu GML, njegova implementacija v spletne GIS aplikacije (Google Earth, Geopedija) ter prenos in

prikazovanje podatkov na teren, ki bo v vseh pogledih koristil predvsem lastnikom oziroma upravljalcem gospodarske javne infrastrukture v smislu interoperabilnosti.

Eden izmed širših ciljev je predlagati in postaviti temelje sistem za varovanje gospodarske infrastrukture ter predlagati evidentiranje stvarno pravnih pravic na gospodarski infrastrukturi. Sistem bo omogočal lastnikom infrastrukture zaščito infrastrukture pred poškodbami. Če je lastnik infrastrukture svojo infrastrukturo evidentiral, ima vsak, ki posega v prostor, možnost pridobiti informacijo o lokaciji te infrastrukture v prostoru (ZK GJI je javna evidenca), kjer bodo spletni servisi WFS, izmenjevalni format in komprimiranje igrali ključno vlogo.

Cilji raziskovanja so:

- pregled metodologije razvoja informacijskega sistema v podporo ZK GJI,
- definicija omejitev in zahtev informacijskega sistema ZK GJI,
- pregled podatkovnega modela informacijskega sistema ZK GJI,
- študij in analiza posredovanja podatkov (elaboratov sprememb) GJI,
- organizacijski, tehnični in semantični vidiki interoperabilnost prostorskih podatkov,
- primerjava primerljivih katastrov ter izmenjevalnih formatov v tujini,
- študij standardnega jezika, ki omogoča nedvoumno komunikacijo v inženirskem področju,
- zgodovina izmenjevalnih formatov in njihova standardizacija (OGC),
- definicija ter izbira ustreznega izmenjevalnega formata,
- možnost komprimiranja ter transformacije posameznih izmenjevalnih formatov,
- preizkus ter definiranje pretvorbe GML v KML,
- uporabnost izbranega izmenjevalnega formata v spletnih GIS aplikacijah (Google Earth, Geopedia).
- postaviti temelje sistem za varovanje gospodarske infrastrukture,
- pregled evidentiranja stvarno pravnih pravic na gospodarski infrastrukturi.

1.3 Metode dela

Metodološki prijemi pri izdelavi magistrskega dela so temeljili na metodah znanstvenega raziskovanja. Teoretični del je zasnovan na večjem številu metod znanstvenega raziskovanja.

Izhodišče pri preučevanju teme magistrske naloge je bilo preučevanje strokovne literature in zaključnih poročil razvijalcev informacijskih sistemov (Igea d.o.o.). V praktičnem delu raziskave je uporabljena metoda kvalitativne analize (globinski intervju, ciljnih skupin) kot osnovna podpora pri razvoju informacijskega sistema ter izmenjevalnih formatov.

Opravljeni so bili intervjuji z vodjo Oddelka za gospodarsko javno infrastrukturo (g. Jurijem Mlinarjem), z razvijalci informacijskih sistemov (g. Andrejem Mesnerjem) in z direktorjem Oddelka za geodezijo in kartografijo geodetske uprave Malezije (g. Ahmad Fauzi Nordin). V okviru magistrske naloge sem obiskal Nizozemsko geodetsko upravo »Kadaster« (g. Paul van der Molen, g. Ruben Roes, ga. Barbra Janssen) v okviru katere je bil vzpostavljen sistem za zaščito infrastrukture (ga. Ellis Weerman, g. Martin Heeling) ter Angleško združenje podjetji podzemne gospodarske infrastrukture (NJUG - National Joint Utilities Group) in Nacionalno skupina za podzemno gospodarsko infrastrukturo (NUAG - The National Underground Assets Group), kjer sem sodeloval z (g. Marc Hobell, ga. Ellen Duffy, g. Les Guest). Poleg strokovne literature sem pri snovanju magistrskega dela uporabil lastna znanja, pridobljena med študijem v okviru podiplomskega študija, komunalne smeri na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani ter obiska Geodetske uprave Malezije (JUPEM).

Pri raziskovanju sem uporabljal naslednje metode in tehnike raziskovalnega dela:

Metodo analogije (primerjava obstoječega sistema z drugimi državami), intuitivno metodo (metoda subjektivnih ocen), deskriptivno metodo za pregled literature s področja obravnavane tematike, razgovore oziroma intervjuje v obsegu systemske analize obravnavanja podatkov, metodo analize (obstoječega stanja na področju ZK GJI, izmenjevalnih formatov in interoperabilnosti), kvantitativno in kvalitativno modeliranje znanja za izgradnjo temeljnega informacijskega sistema ter njegove interoperabilnosti, metodo konkretizacije, statistično metodo ter primerjalno metodo. Ter končna validacija in verifikacija delovnih hipotez na osnovi analize delovanja izmenjevalnih formatov in njihove uporabnosti v spletnih GIS aplikacijah ter podpori sistema za varovanje gospodarske infrastrukture.

2 ZBIRNI KATASTER GOSPODARSKE JAVNE INFRASTRUKTURE

V zbirnem katastru gospodarske javne infrastrukture vodi Geodetska uprava Republike Slovenije (GU) osnovne podatke o vseh vrstah gospodarske javne infrastrukture, med katere spadajo vodovodno, kanalizacijsko, cestno, toplovodno in energetska omrežje, elektronske komunikacije in drugi objekti, ki so v javni rabi. Evidentiranje gospodarske javne infrastrukture (GJI) je bilo v zadnjih nekaj desetletjih prepuščeno posameznemu lastniku ali upravljavcu GJI. Podatki o lokaciji objektov na terenu so bili prav zaradi razdrobljenega vodenja zbirk podatkov povsem ne-interoperabilni, težko dosegljivi in nestandardizirani, kar je povzročalo nemalo težav pri urejanju prostora ter projektiranju in gradnji objektov.

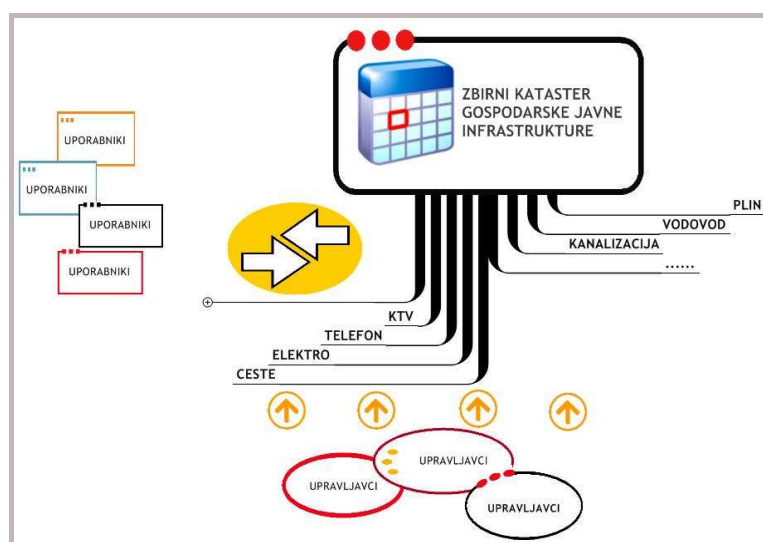
Osnovni namen vzpostavitve zbirnega katastra je prikaz zasedenosti prostora z objekti GJI, kar nam bo v bodoče omogočalo bolj smotrno planiranje in urejanje prostora ter bolj varno izvajanje posegov v prostoru. Vzpostavitev učinkovitega sistema evidentiranja GJI je velik zalogaj za lastnike infrastrukture, ki so zavezani, da podatke evidentirajo in jih posredujejo v zbirni kataster GJI, in za GU, ki mora zagotoviti kar se da učinkovit sistem vodenja, vzdrževanja in dostopa do podatkov. Z urejeno zbirko podatkov iz zbirnega katastra GJI bodo na enem mestu zbrani vsi osnovni podatki o GJI, ki bodo služili različnim uporabnikom v postopkih urejanja prostora in graditve objektov.

Zbirni kataster GJI je bil vzpostavljen v letu 2005. Z vzpostavitvijo je bila zagotovljena infrastruktura za vodenje in vzdrževanje zbirke podatkov. Določeni so bili postopki za posredovanje podatkov v zbirni kataster GJI in za dostop do podatkov o GJI. Za posredovanje podatkov v zbirni kataster so zadolženi lastniki GJI.

Zbirni kataster GJI v širšem pomenu predstavlja okolje, v katerem se srečujejo uporabniki in lastniki podatkov, ki na podlagi določenih postopkov posredujejo podatke v zbirni kataster GJI ali dostopajo do podatkov v zbirnem katastru GJI. V širšem smislu zbirni kataster GJI ni le tehnična rešitev, zbirka podatkov ali aplikacija, ampak celoten organizacijski model, katerega namen je zagotavljati pogoje za uspešno evidentiranje in posredovanje podatkov o objektih GJI.

Ključni udeleženci v sistemu zbirnega katastra GJI so:

- občine, ministrstva in drugi lastniki GJI, ki zagotavljajo podatke,
- uporabniki podatkov, ki podatke potrebujejo pri svojem delu,
- geodezija kot povezovalac sistema.



Slika 1: Ključni udeleženci v sistemu zbirnega katastra (GURS, 2007)

Picture 1: Key participants in consolidate cadaster (GURS, 2007)

Glavni cilji vzpostavitve zbirnega katastra GJI so:

- zagotavljati kakovostne osnovne podatke o GJI (vsebino), ki obsegajo predvsem prostorsko komponento (geolokacijo) in enolično identifikacijo objektov v zbirnem katastru GJI,
- zagotavljati redno in enostavno vzdrževanje podatkov o GJI ter zanesljivo posredovanje podatkov uporabnikom,
- zagotavljati infrastrukturo, ki obsega zbirko podatkov GJI, kjer bodo na enem mestu in v okviru enovitega sistema zbrani in dostopni osnovni podatki o GJI.

2.1 Pravne podlage

Krovni zakon za vzpostavitev sistema evidentiranja objektov GJI je bil Zakon o urejanju prostora, ZUreP-1 (Uradni list RS, št. 110/2002, 8/2003 – popr. in 58/2003 – ZZK-1), ki je določal način evidentiranja objektov GJI. Določbe, ki so urejale evidentiranje objektov GJI v

ZUreP-1 so bile aprila 2007 nadomeščene z določbami Zakona o prostorskem načrtovanju (ZPNačrt). Po ZPNačrt (89. člen) in pravilniku o dejanski rabi prostora (9.člen) je obveznost zagotavljanja podatkov o GJI naložena lastniku posamezne infrastrukture. Posredovanje podatkov o elektronskih komunikacijah v zbirni kataster GJI določa Zakon o elektronskih komunikacijah, ZEKom-UPB1 (Ur.l. RS, št. 13/2007). Podrobnejši predpis izhajajoč iz ZUreP-1 oz. ZPNačrt je Pravilnik o vsebini in načinu vodenja zbirke podatkov o dejanski rabi prostora (Uradni list RS, št. 9/2004), ki določa vsebino in način vodenja zbirnega katastra GJI.

V nadaljevanju je podanih nekaj pomembnejših izvlečkov iz omenjene zakonodaje.

ZPNačrt

89. člen (podatki o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture)

(1) Podatki o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture se vodijo v katastru gospodarske javne infrastrukture na podlagi podatkov o že zgrajenih omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture in podatkov, ki jih posredujejo investitorji po končani gradnji.

(2) Vodenje katastra iz prejšnjega odstavka zagotavljajo občine in ministrstva, v katerih delovno področje sodijo posamezna omrežja in objekti gospodarske javne infrastrukture.

(3) Zbirne podatke o vrstah in legi omrežij in objektov gospodarske javne infrastrukture posredujejo investitorji, v topografski bazi povezljivi z zemljiškim katastrom, organu pristojnemu za geodetske zadeve. Vsaka sprememba podatkov v katastru gospodarske javne infrastrukture, ki pomeni tudi spremembo podatka v topografski bazi, se evidentira in posreduje pristojnemu organu za geodetske zadeve v roku treh mesecev od njenega nastanka.

(4) Za vodenje katastra gospodarske javne infrastrukture se uporabljajo identifikacijske oznake, ki jih določi organ, ki je v okviru ministrstva pristojen za geodetske zadeve.

(5) Vsebinsko katastra gospodarske javne infrastrukture za posamezne vrste omrežij in objektov gospodarske javne infrastrukture podrobneje predpišejo pristojni ministri v soglasju z ministrom za prostor.

ZEKom

83. člen (prestavev in zaščita obstoječih javnih komunikacijskih omrežij)

(4) Lastnik javnega komunikacijskega omrežja oziroma pripadajoče infrastrukture mora posredovati podatke o vrstah in legi omrežij ter objektov, kolikor so ti del pripadajoče infrastrukture, neposredno organu, pristojnem za geodetske zadeve, za vpis v evidenco infrastrukturnih omrežij ter objektov skladno s predpisom, ki ureja vpis v to evidenco. Vsaka sprememba teh podatkov se posreduje pristojnemu organu v roku treh mesecev od njenega nastanka.

83. člen (nadzor)

Nadzor nad določbami tega poglavja, če ne gre za upravno odločanje, izvaja inšpektor ter pri tem sodeluje z inšpektorjem, pristojnim za prostorske in gradbene zadeve.

Pravilnik o vsebini in načinu vodenja zbirke podatkov o dejanski rabi prostora

9. člen (podatki o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture)

(1) Podatki o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture se vodijo v katastru gospodarske javne infrastrukture. Vodenje katastra gospodarske javne infrastrukture zagotavljajo občine in ministrstva, v katerih delovno področje sodijo posamezna omrežja ali objekti gospodarske javne infrastrukture (v nadaljnjem besedilu: upravljavci gospodarske javne infrastrukture).

(2) Zbirni podatki o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture se vodijo v katastru gospodarske javne infrastrukture (v nadaljnjem besedilu: zbirni kataster) v topografski bazi. Zbirni

kataster vodi geodetska uprava. Zbirne podatke o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture prevzame geodetska uprava v zbirni kataster iz katastrov gospodarske javne infrastrukture, ki jih vodijo občine in ministrstva v katerih delovno področje sodijo posamezna omrežja in objekti gospodarske javne infrastrukture.

(3) V zbirnem katastru se vodijo podatki iz 10. člena tega pravilnika za tista omrežja in objekte gospodarske javne infrastrukture, ki so določena na podlagi predpisov, ki urejajo vsebino katastra gospodarske javne infrastrukture za posamezne vrste omrežij in objektov gospodarske javne infrastrukture.

10. člen (zbirni podatki o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture)

(1) V zbirnem katastru se za omrežja in objekte gospodarske javne infrastrukture vodijo naslednji podatki:

- lokacija omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture,
- identifikacijska številka omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture,
- dolžina omrežja ali površina objekta gospodarske javne infrastrukture,
- vrsta omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture,
- natančnost določitve položaja omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture,
- povezava s katastrom gospodarske javne infrastrukture.

(2) Lokacija omrežja gospodarske javne infrastrukture se evidentira s topološko pravilnimi linijami. Linije so sestavljene iz daljic, ki med seboj povezujejo lome linije. Lokacije lomov linij so določene s koordinatami v državnem koordinatnem sistemu. Lokacija in oblika objektov gospodarske javne infrastrukture se evidentirana s topološko pravilnimi točkami ali poligoni, ki določajo tloris objekta. Tloris objekta je projekcija zunanjih obrisov objekta na horizontalno ravnino. Meja poligona je sestavljena iz daljic, ki med seboj povezujejo lome meje. Lokacije lomov meje so določene s koordinatami v državnem koordinatnem sistemu.

(3) Identifikacijsko številko omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture določi geodetska uprava ob prvem vpisu podatkov o omrežju ali objektu gospodarske javne infrastrukture v zbirni kataster. Omrežje gospodarske javne infrastrukture je celotno omrežje posamezne vrste gospodarske javne infrastrukture ali njegov sestavni del, ki ga upravlja upravljavec gospodarske javne infrastrukture. Isto identifikacijsko številko se lahko dodeli le enemu omrežju gospodarske javne infrastrukture.

(4) Dolžina omrežja gospodarske javne infrastrukture je njegova projekcija na horizontalno ravnino in se izračuna iz ravninskih koordinat lomov linij. Dolžina omrežja gospodarske javne infrastrukture je izražena v metrih ter zaokrožena na dve decimalni mesti. Površina objekta gospodarske javne infrastrukture je njegova projekcija na horizontalno ravnino in se izračuna iz ravninskih koordinat lomov meje poligona, ki določajo tloris objekta. Površina poligona je izražena v m² in zaokrožena na celo število m².

(5) Vrsta omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture se evidentira s šifro vrste omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture. Šifre vrste objektov ali omrežji gospodarske javne infrastrukture so določene v prilogi 5, ki je sestavni del tega pravilnika.

(6) Natančnost določitve položaja omrežja gospodarske javne infrastrukture je določena s srednjim pogreškom meritev, ki so uporabljene za določitev koordinat lomov linij. Natančnost določitve položaja objekta gospodarske javne infrastrukture je določena s srednjim pogreškom meritev, ki so uporabljene za določitev koordinat točke ali lomov meje poligona. Natančnost določitve položaja omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture se evidentira s šifro natančnosti določitve položaja omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture iz priloge 2 tega pravilnika.

(7) Za povezavo s katastrom gospodarske javne infrastrukture se evidentirata zbirka podatkov, iz katere je bil podatek o omrežju ali objektu gospodarske javne infrastrukture prevzet, in upravljavec gospodarske javne infrastrukture. Zbirka podatkov, iz katere je bil podatek o omrežju ali objektu gospodarske javne infrastrukture prevzet, se evidentira s šifro zbirke, določene v skladu s predpisom, ki ureja vsebino in način vodenja sistema zbirk prostorskih podatkov. Upravljavec gospodarske javne infrastrukture se evidentira z enotno identifikacijsko številko (matično številko) iz poslovnega registra Slovenije.

11. člen (elaborat sprememb podatkov o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture)

(1) Sprememba podatkov o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture je dodajanje, brisanje ter spreminjanje lokacijskih ali opisnih podatkov o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture. Vsaka sprememba vpisanih podatkov o omrežjih in objektih gospodarske javne

infrastrukture se v zbirnem katastru evidentira na podlagi elaborata sprememb podatkov o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture, ki je izdelan v računalniški obliki. Elaborat sprememb podatkov o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture vsebuje naslednje podatke:

- stare in nove podatke o lokaciji omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture,
- identifikacijsko številko omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture, če ta obstaja,
- nove podatke o dolžini omrežja ali površini objekta, vrsti omrežja ali objekta, natančnosti določitve položaja omrežja ali objekta gospodarske javne infrastrukture, zbirki podatkov iz katere so podatki prevzeti in o upravljavcu gospodarske javne infrastrukture.

(2) Območje, ki je zajeto v elaboratu sprememb podatkov o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture, mora biti določeno tako, da ostanejo podatki o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture na obodu območja ne spremenjeni.

(3) Upravljavec gospodarske javne infrastrukture mora zagotoviti, da je elaborat sprememb podatkov o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture pred predložitvijo geodetski upravi kontroliran z računalniškim programom za kontrolo elaborata, ki ga objavi geodetska uprava na svojih spletnih straneh.

(4) Elaborat sprememb podatkov o omrežjih in objektih gospodarske javne infrastrukture je lahko posredovan geodetski upravi neposredno prek računalniške povezave v skladu s predpisom, ki ureja pogoje in način računalniškega dostopa do podatkov zemljiškega katastra, katastra stavb in registra prostorskih enot.

Po ZPNačrt in Pravilniku o dejanski rabi je obveznost zagotavljanja podatkov o GJI naložena lastnikom GJI. GU zakon nalaga vodenje zbirnih podatkov o GJI, ki jih v zbirni kataster GJI posredujejo lastniki. Zbirni kataster GJI predstavlja tako zbir podatkov vseh lastnikov GJI v Sloveniji. ZEKom nalaga obveznost posredovanja podatkov v zbirni kataster GJI lastnikom elektronskih komunikacij. Podrobnejše je posredovanje podatkov o elektronskih komunikacijah urejeno v Pravilniku o katastru javnega komunikacijskega omrežja in pripadajoče infrastrukture.

V petem odstavku 89. člena ZPNačrt je določeno, da vsebino katastra GJI za posamezne vrste GJI (npr. vodovod, kanalizacijo in drugo) podrobneje predpišejo pristojna ministrstva v sodelovanju z Ministrstvo za okolje in prostor (MOP). Ti podzakonski predpisi, ki podrobneje določajo objekte GJI, ki se bodo vodili v katastrih GJI in posredno v zbirnem katastru GJI, so ključnega pomena za delovanje celotnega sistema katastrov in zbirnega katastra. Da ne bi prišlo do zamud pri evidentiranju GJI samo zaradi nesprejetih podzakonskih aktov, ki določajo vsebino katastrov GJI, je GU (skladno z 20. členom Pravilnika o dejanski rabi prostora) pripravila okvirni katalog objektov GJI. Če resorna ministrstva ne bodo pripravila svojih predpisov, bo katalog objektov takšen, kot ga je pripravila GU.

2.2 Organizacijski model

V najširšem pomenu se vodenje zbirk podatkov o objektih GJI razvršča v štiri nivoje katastrov:

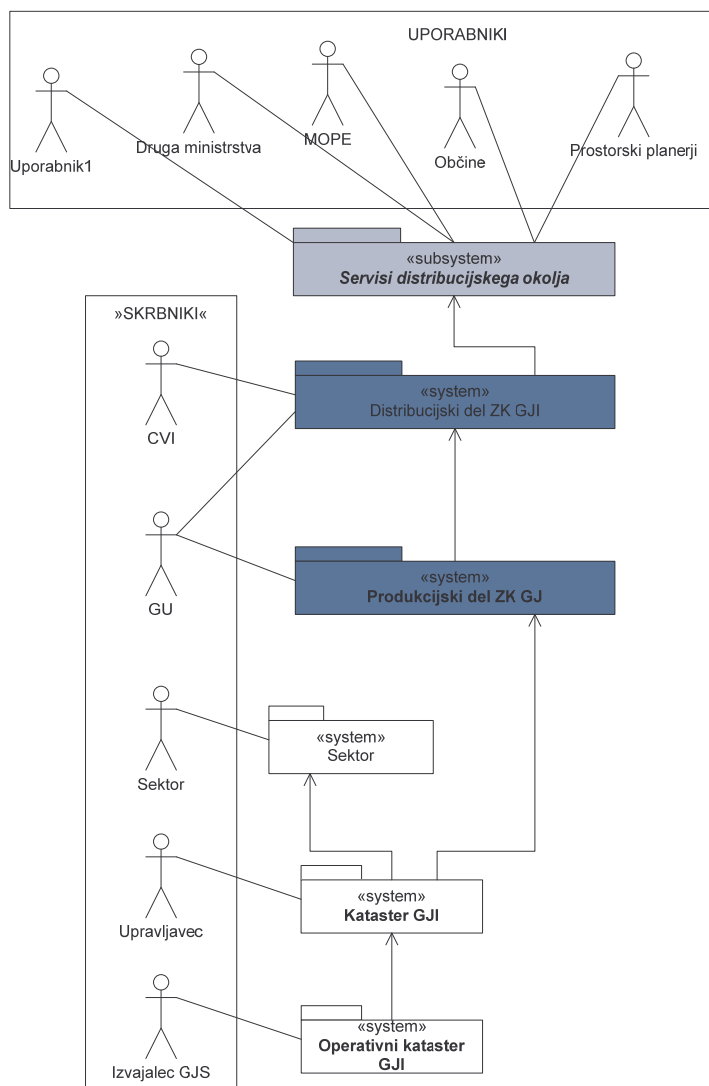
Preglednica 1: Nivoji zbiranja podatkov (Geodetski zavod Celje, 2005)

Table 1: Levels of data collecting (Geodetski zavod Celje, 2005)

Nivo	Zbirka podatkov	Odgovorna institucija
Zbirni	Zbirni kataster GJI	GURS
Sektorski	Sektorska baza	Pristojno ministrstvo oz. organ pri ministrstvu, ki je odgovoren za področje
Upravljavca	Občinska baza oz. baza na ministrstvu	Občina oz. pristojno ministrstvo
Izvajalca GJS	Kataster GJI	Izvajalec GJS – javno podjetje ali koncesionar

V preglednici 1 so predstavljeni sistemi, ki se povezujejo z ZK GJI in so kot taki tudi zelo pomembni za nadaljnje vodenje in vzdrževanje ZK GJI. Umeščanje vseh teh sistemov je pomembno zaradi razumevanja celotnega katastra. Od navedenih sistemov je za ZK GJI najpomembnejši sektorski sistem, saj je eden izmed ciljev ZK GJI tudi podpora sektorjem in s tem tudi zagotavljanje uporabnosti in vzdrževanja podatkov zbirnega katastra. Svojo vlogo odigrajo tudi ostali sistemi, saj je brez njih delovanje in predvsem življenje zbirnega katastra zelo omejeno.

Na sliki 2 so prikazani sistemi, ki se povezujejo z ZK GJI, s temno barvo sta označena sistem ZK GJI in sistem distribucijskega dela ZK GJI, ki sta najpomembnejša v načrtu informacijskega sistema ZK GJI. Osenčen je tudi sistem servisov distribucijskega okolja, ki se neposredno povezuje z distribucijskim delom, saj zagotavlja vpogled v podatke, posredovanje podatkov, izdajanje potrdil, pri tem je na distribucijski sistem vezan tudi delovodnik, preko katerega se sprejemajo oz. vodijo elaborati sprememb. Upravljavci oz. skrbniki posameznih sistemov so navedeni na levi strani in se povezujejo s samimi sistemi. Uporabniki podatkov ZK GJI so povezani z distribucijskim sistemom in sicer s servisi distribucijskega okolja. V praksi je vodenje podatkov o objektih GJI odvisno od organizacijske strukture institucij in subjektov s področja posameznih vrst GJI, njihove organiziranosti, pristojnosti in pravne urejenosti.



Slika 2: Globalni model sistemov (GURS, 2004)

Picture 2: Global model of systems (GURS, 2004)

Preglednica 2: Institucije odgovorne za posamezne nivoje

Table 2: Responsible institutions for individual levels

	ZBIRNI KATASTER	SEKTORSKI KATASTER	LASTNIŠKI KATASTER	UPRAVLJAVSKI KATASTER
PROMETNA INFRASTRUKTURA				
CESTE	GU	Ceste – Ministrstvo za promet – (Direkcija RS za ceste), Gozdne ceste – Zavod za gozdove Slovenije	Direkcija RS za ceste, občine, Zavod za gozdove Slovenije	Občinske GJS, Družba za avtoceste RS , koncesionarji, Zavod za gozdove Slovenije
ŽELEZNICE	GU	Javna agencija za železniški promet RS	Javna agencija za železniški promet RS	Holding Slovenskih železnic d.o.o.

»se nadaljuje...«

»nadaljevanje...«

LETALIŠČA TER INFRASTRUKTURNI OBJEKTI, NAPRAVE IN SISTEMI NAVIGACIJSKIH SLUŽB ZRAČNEGA PROMETA	GU	Uprava RS za civilno letalstvo	Uprava RS za civilno letalstvo, občina	Izvajalec GJS (javno podjetje, koncesionar)
PRISTANIŠČA	GU	Uprava RS za pomorstvo	Uprava RS za pomorstvo, občina	Izvajalec GJS (javno podjetje, koncesionar)
ENERGETSKA INFRASTRUKTURA				
ELEKTRIČNA ENERGIJA	GU	Ministrstvo za gospodarstvo – Direktorat za energijo	Ministrstvo za gospodarstvo – Direktorat za energijo	ELES, Elektro Celje, Elektro Gorenjska, Elektro Ljubljana...
ZEMELJSKI PLIN	GU	Ministrstvo za gospodarstvo – Direktorat za energijo	Direktorat za energijo, Občina (distribucija plina)	Izvajalec GJS (javno podjetje, koncesionar)
TOPLOTNA ENERGIJA	GU	Ministrstvo za gospodarstvo – Direktorat za energijo	Občina	Izvajalec GJS (javno podjetje, koncesionar)
NAFTA IN NAFTA NI DERIVATI	GU	Ministrstvo za gospodarstvo – Direktorat za energijo	Ministrstvo za gospodarstvo – Direktorat za energijo	Izvajalec GJS (gospodarska družba, javno podjetje, koncesionar)
KOMUNALNA INFRASTRUKTURA				
VODOVOD	GU	Ministrstvo za okolje in prostor	Občine	Izvajalec GJS (javno podjetje, koncesionar)
KANALIZACIJA	GU	Ministrstvo za okolje in prostor	Občine	Izvajalec GJS (javno podjetje, koncesionar)
RAVNANJE Z ODPADKI	GU	Ministrstvo za okolje in prostor	Občine	Izvajalec GJS (javno podjetje, koncesionar)
VODNA INFRASTRUKTURA	GU	Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje	Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje	Izvajalec GJS (javno podjetje, koncesionar)
INFRASTRUKTURA ZA GOSPODARJENJE Z DRUGIMI VRSTAMI NARAVNEGA BOGASTVA ALI VARSTVA OKOLJA	GU	Ministrstvo za okolje in prostor – Direktorat za okolje	Ministrstvo za okolje in prostor – Direktorat za okolje	Izvajalec GJS (javno podjetje, koncesionar)
DRUGA OMREŽJA IN OBJEKTI V JAVNI RABI				
ELEKTRONSKE KOMUNIKACIJE	GU	Ministrstvo za gospodarstvo – Direktorat za elektronske komunikacije	Lastniki elektronskih komunikacij	/

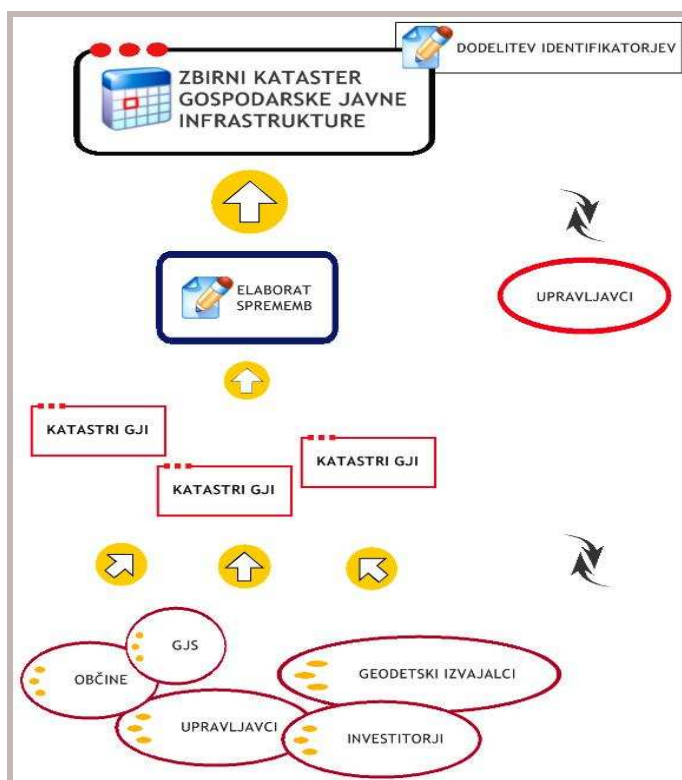
2.3 Postopkovni model

Podatki se v zbirni kataster GJI prevzemajo iz posameznih katastrov GJI. Te katastre zagotavljajo posamezni lastniki GJI. Katastri GJI služijo tehničnim, poslovnim in upravljaljskim potrebam lastnika. Praviloma vsebujejo podrobnejše podatke od tistih, ki so zbrani v zbirnem katastru GJI. Za potrebe vzpostavitve in vzdrževanja zbirnega katastra GJI so v zbirnem katastru GJI določeni postopki, ki zagotavljajo pretok podatkov od katastrov do zbirnega katastra GJI in nazaj do uporabnika.

V splošnem so določene naslednje vrste postopkov:

- vpis podatkov v zbirni kataster GJI,
 - prvi prevzem podatkov (masovni prevzem podatkov o obstoječih objektih GJI),

- sprememba podatkov (posamezna sprememba podatkov, ki nastane na podlagi nove gradnje ali posega v prostor in se evidentira v skladu s 105. členom ZGO),
- vpogledovanje v podatke zbirnega katastra GJI,
- izdajanje podatkov iz zbirnega katastra GJI.



Slika 3: Shematski prikaz vpisa podatkov o objektih v zbirni kataster GJI (GURS, 2007)

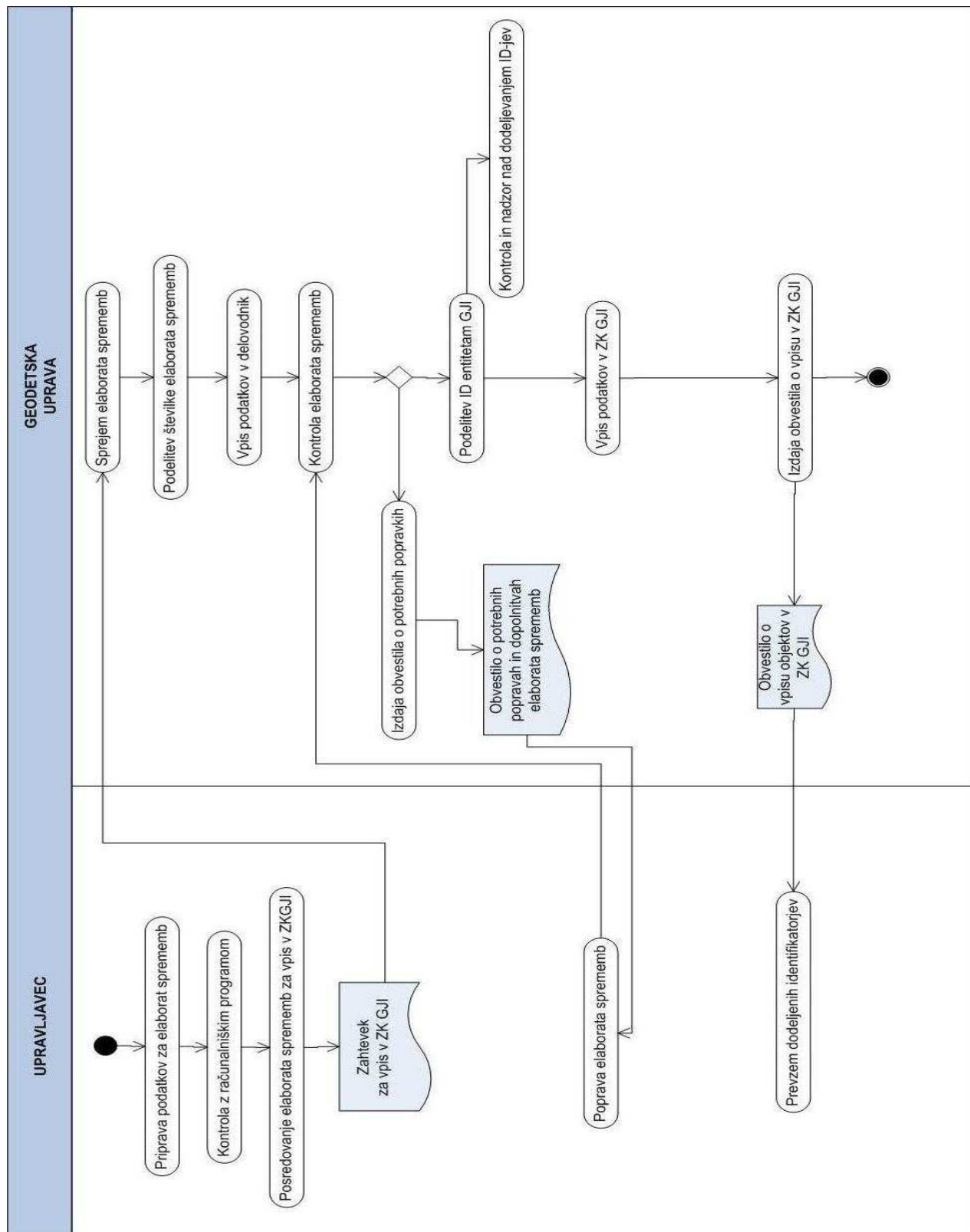
Picture 3: Schematic display of entry of object data in consolidate cadaster GJI (GURS, 2007)

Vpis podatkov oz. sprememb podatkov se v zbirni kataster GJI izvede na podlagi digitalnega elaborata sprememb podatkov o objektih GJI in zahtevka za vpis objektov GJI v zbirni kataster GJI.

Postopek vpisa podatkov objektov GJI se zaključi z obvestilom GU o vpisu objektov GJI v zbirni kataster GJI, ter posredovanjem podatkov z dodeljenimi enoličnimi identifikatorji lastniku GJI oz. vlagatelju zahtevka.

Preglednica 3: Podrobnejši prikaz postopka za vpis podatkov (GURS, 2007)

Table 3: More detailed display of data entry procedure GJI (GURS, 2007)



2.4 Podatkovni model

V zbirnem katastru GJI se vodijo zbirni podatki o objektih GJI. Osnovne vrste in šifre objektov GJI je določil že Pravilnik o vsebini in načinu vodenja zbirke podatkov o dejanski rabi (Uradni list RS, št. 9/2004).

Pravilnik je določil naslednje sklope GJI, ki so zbrani v zbirnem katastru GJI:

- prometna infrastruktura,
- energetska infrastruktura,
- komunalna infrastruktura,
- vodna infrastruktura,
- infrastruktura za gospodarjenje z drugimi vrstami naravnega bogastva ali varstva okolja ter
- druga omrežja in objekti v javni rabi.

Preglednica 4: Infrastruktura zbirnega katastra GJI

Table 4: Infrastructure of consolidate cadaster GJI

Šifra vrste omrežij in objektov GJI	Ime vrste omrežja in objekta GJI	Opis
1000	PROMETNA INFRASTRUKTURA	
1100	ceste	avtoceste, hitre ceste, glavne ceste, regionalne ceste, lokalne ceste, javne poti, gozdne ceste, objekti cestne infrastrukture
1200	železnice	glavne proge, regionalne proge, objekti železniške infrastrukture
1300	letališča ter infrastrukturni objekti, naprave in sistemi navigacijskih služb zračnega prometa	infrastrukturni objekti, naprave in sredstva na letališčih ter infrastrukturni objekti, naprave in sistemi navigacijskih služb zračnega prometa
1400	pristanišča	objekti pristaniške infrastrukture, plovne poti
2000	ENERGETSKA INFRASTRUKTURA	
2100	električna energija	omrežja in objekti za prenos in distribucijo električne energije
2200	zemeljski plin	omrežja in objekti za prenos in distribucijo zemeljskega plina
2300	toplotna energija	cevovodi za toplo vodo, paro in stisnjen zrak, infrastrukturni objekti
2400	nafta in naftni derivati	naftovodi, produktovodi, infrastrukturni objekti
3000	KOMUNALNA INFRASTRUKTURA	
3100	vodovod	magistralna, primarna, sekundarna in terciarna vodovodna omrežja z objekti
3200	kanalizacija	magistralna, primarna in sekundarna in terciarna kanalizacijska omrežja z objekti
3300	ravnanje z odpadki	objekti za ravnanje z odpadki
3400	zelene površine	otročka igrišča, zelene površine v stanovanjskih območjih, mestni in primestni gozd

»se nadaljuje...«

»nadaljevanje...«

4000	VODNA INFRASTRUKTURA	objekti, naprave ali ureditve namenjene urejanju voda in izvajanju monitoringa voda
5000	INFRASTRUKTURA ZA GOSPODARJENJE Z DRUGIMI VRSTAMI NARAVNEGA BOGASTVA ALI VARSTVA OKOLJA	omrežja in objekti namenjeni gospodarjenju z naravnim bogastvom ter omrežja in objekti namenjeni varstvu okolja
6000	DRUGA OMREŽJA IN OBJEKTI V JAVNI RABI	
6100	elektronske komunikacije	prenosni in distribucijski telekomunikacijski vodi, telekomunikacijski objekti

Objekte GJI, ki se vodijo v zbirnem katastru GJI, podrobneje določajo pravilniki, ki jih pripravijo resorna ministrstva. Podroben seznam objektov je objavljen v izmenjevalnem formatu.

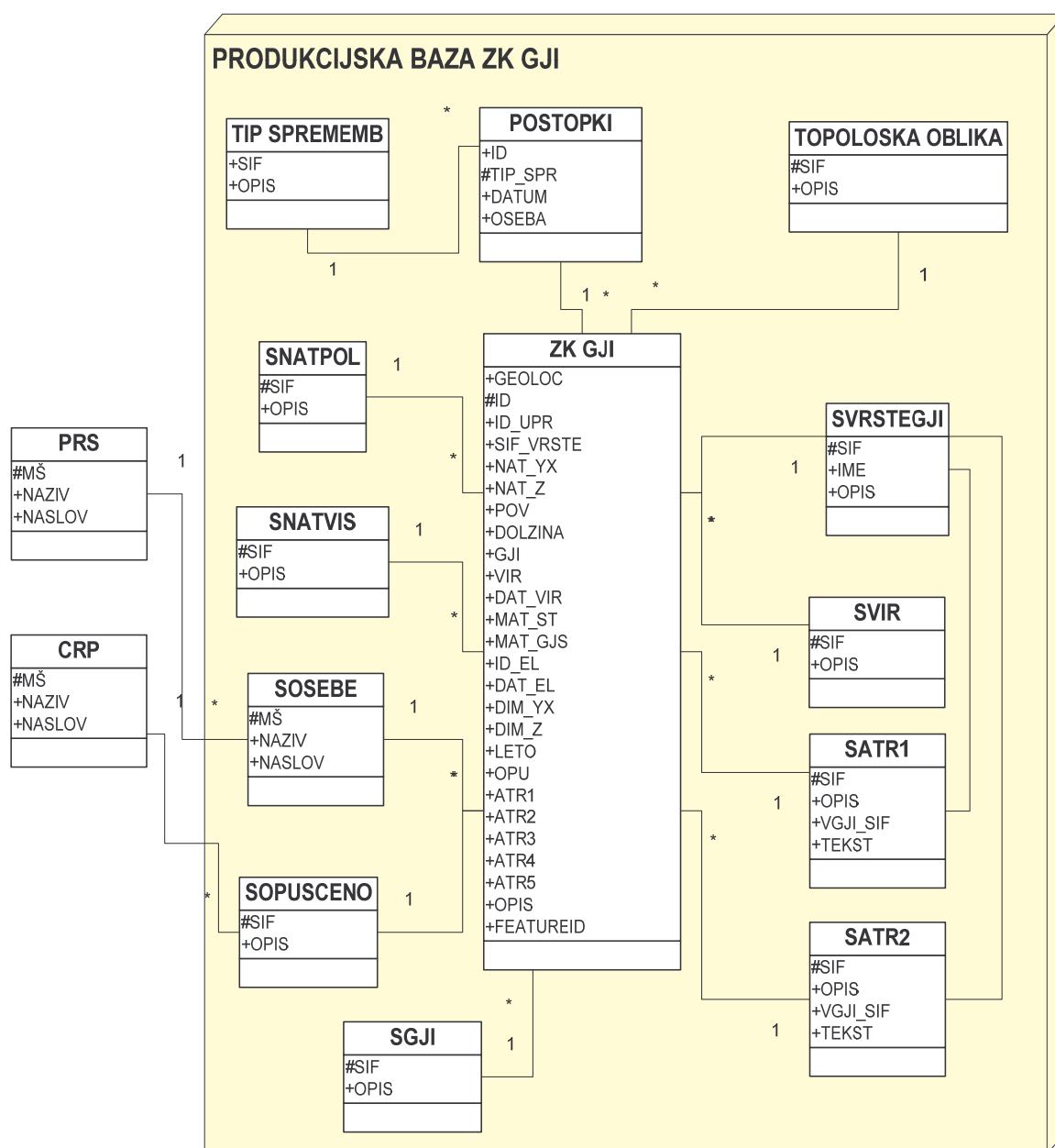
Za posamezen objekt GJI se v zbirnem katastru GJI vodijo:

- podatki o lokaciji objekta (točka, linija, poligon v državnem koordinatnem sistemu.),
- identifikacijska številka, ki jo dodeli GU ob prvem vpisu ter
- opisni podatki (vrsta objekta GJI, natančnost določitve položaja, lastnik in upravljavec objekta,...).

Na sliki 4 je predstavljen podatkovni model, v katerem so predstavljeni skupni in dodatni podatki (atributi), ki se vodijo v ZK GJI. Med skupne attribute štejemo tiste, ki jih že predpisuje pravilnik in so jih upravljavci dolžni posredovati v zbirni kataster GJI, medtem ko so dodatni atributi različni za posamezne vrste GJI in jih bo potrebno določiti s podzakonskimi pravilniki. Povezave med zbirnim katastrom GJI in sektorskimi sistemi trenutno še niso dokončno definirane, zato je bilo smiselno pustiti podatkovni model še delno odprt (atributi).

Atributi objektov, ki jih delimo v osnovne in dodatne so razvidni v spodnji preglednici. Z rjavo barvo označeni obvezni atributi, ki jih je potrebno posredovati v zbirni kataster GJI, z modro barvo pa dodatni atributi, ki jih je prav tako obvezno posredovati v zbirni kataster GJI, vendar so ti podatki različni za posamezne infrastrukture in jih mora določiti resorni predpis oz. spremenjen pravilnik, ki ureja vodenje zbirnega katastra GJI.

V dodatnih atributih se pri ATR 1 in 2 navajajo šifre iz šifranta, ki je pripravljen tako, da enaka šifra pri različnih vrstah objekta (različna šifra objekta iz šifranta vrst) pomeni različen opis. Na primer šifra 1 pri cestnih objektih (šifra 1102) pomeni most, medtem ko enaka šifra pri kanalizacijskem vodu (3201) pomeni mešani vod. Na ta način je mogoče reševati vsebinsko raznolikost GJI v zbirnem katastru GJI.



Slika 4: Podatkovni model (GURS, 2004)

Picture 4: Data model (GURS, 2004)

Preglednica 5: Obvezni in dodatni atributi objektov
Table 5: Obligatory and additional attributes of object

ZAP. ŠT.	ATRIBUT	OPIS ATRIBUTA	FORMAT ZAPISA	ŠIFRANT VREDNOSTI ATRIBUTA
1	TIP_SPR	Tip spremembe podatkov	1C	Šifrant tipa spremembe
2	ID	Enolična identifikacijska številka objekta v sistemu zbirnega katastra GJI Atribut dodeli GU ob prvem vpisu. Če je bil atribut že posredovan lastniku, ga mora le-ta voditi in v primeru spreminjanja ali brisanja objekta ta ID tudi uporabiti. ID pri atributnih podatkih mora biti identičen ID-ju lokacijskih podatkov istega objekta!	10N	
3	ID_UPR	Enolična identifikacijska številka objekta v sistemu katastra lastnika. Identifikacijska številka mora biti enolična vsaj znotraj ene tematike (vodovod, kanalizacija,...) istega lastnika. Npr. v točkovnem sloju iste tematike ne sme biti enakih ID_UPR kot v linijskem. Ta identifikacija je bistvena pri prvem vpisu podatkov, ko ID še ne obstaja. ID_UPR pri atributnih podatkih mora biti identičen ID_UPR-ju lokacijskih podatkov istega objekta!	20C	
4	SIF_VRSTE	Vrsta objekta Evidentira se s šifro objekta po šifrantu vrste objektov GJI.	4N	Šifrant vrste objektov GJI
5	CC_KLAS	Šifra vrste objekta po CC-SI klasifikaciji Določena na osnovi Uredbe o uvedbi in uporabi enotne klasifikacije vrst objektov in o določitvi objektov državnega pomena (Uradni list RS, št. 33/03) ter Metodoloških pojasnil in navodil za razvrščanje objektov po enotni klasifikaciji vrst objektov (CC-SI).	5N	
6	TOPO	Topološka oblika objekta	1N	Šifrant topološke oblike
7	NAT_YX	Natančnost določitve položaja objekta (y,x koordinate) Izražena s srednjim pogreškom meritve, ki je bila uporabljena za določitev koordinat točke ali lomov linij ali lomov meje poligona.	2N	Šifrant položajne natančnosti
8	Z	Absolutna nadmorska višina temena objekta /Samo za točkovne objekte!/ /	7N2	
9	NAT_Z	Natančnost določitve absolutne nadmorske višine objekta V primeru linijskih in poligonskih objektov je to natančnost najslabše določene točke objekta.	2N	Šifrant višinske natančnosti
10	GJI	Atribut GJI Določa, ali je objekt GJI ali druga infrastruktura, ki nima statusa GJI, temveč je evidentirana v katastru zaradi interesa lastnika.	1N	Šifrant statusa GJI
11	VIR	Vir Vir iz katerega je bil pridobljen podatek o lokaciji.	2N	Šifrant vira
12	DAT_VIR	Datum podatkovnega vira V primeru terenskega zajema je to datum zajema. Datum se zapiše v obliki YYYYMMDD (leto, mesec, dan).	8C	
13	MAT_ST	Matična številka lastnika objekta Iz Poslovnega registra Slovenije.	7N	
14	MAT_GJS	Matična številka upravljavca na objektu Iz Poslovnega registra Slovenije. Če infrastruktura ni GJI, je atribut neobvezen.	7N	

»se nadaljuje...«

»nadaljevanje...«

15	ID_EL	Identifikacijska številka zadnjega elaborata sprememb podatkov objekta GJI v sistemu zbirnega katastra GJI za objekt GJI /Atribut določi GU.	15C	
16	DAT_EL	Datum zadnjega vnosa podatkov objekta GJI v zbirni kataster GJI Datum se zapiše v obliki YYYYMMDD. /Atribut določi GU.	8C	
17	DIM_YX	Zunanja tlorsna dimenzija objekta (v m) /največja prečna tlorsna 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.	6N2	
18	DIM_Z	Zunanja vertikalna dimenzija objekta (v m) 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.	6N2	
19	OPU	Opuščenost objekta Z atributom se poda, ali je objekt neupoščen (delujoč), ali gre za opuščen objekt. To so objekti GJI, ki jih nihče ne uporablja in po prenehanju delovanja niso bili odstranjeni.	2N	Šifrant opuščenosti
20	ATR1	Posebni atribut 1* Pod tem atributom se za različne vrste objektov vodijo različne karakteristike objektov.	2N	
21	ATR2	Posebni atribut 2* Pod tem atributom se za različne vrste objektov vodijo različne karakteristike objektov.	2N	
22	ATR3	Posebni atribut 3* Pod tem atributom se za različne vrste objektov vodijo različne karakteristike objektov.	10N	
23	ATR4	Posebni atribut 4* Pod tem atributom se za različne vrste objektov GJI vodijo različne karakteristike objektov.	8C	
24	ATR5	Posebni atribut 5* Pod tem atributom se za različne vrste objektov vodijo različne karakteristike objektov.	5C	
25	OPIS	Dodaten opis Po potrebi se objektu GJI doda poljubno informacijo, ki v ostalih atributih ni zajeta.	30C	

* podrobnosti so določene v izmenjevalnem formatu in šifrantih datotek elaborata sprememb ZKGJI

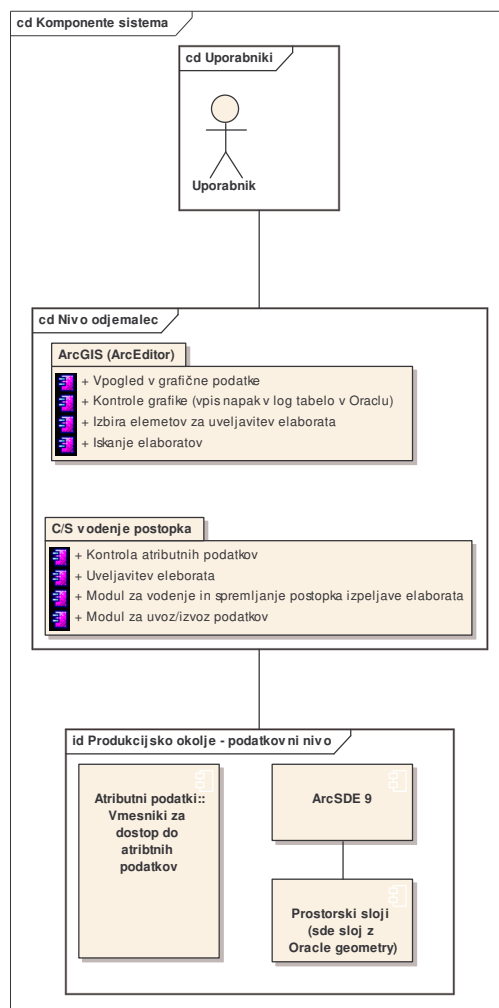
2.5 Informacijski sistem zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture

Na Geodetski upravi RS je bil v preteklih letih izdelan informacijski sistem za vodenje in vzdrževanje produkcijskega dela zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture.

Informacijski sistem je sestavljen iz naslednjih komponent:

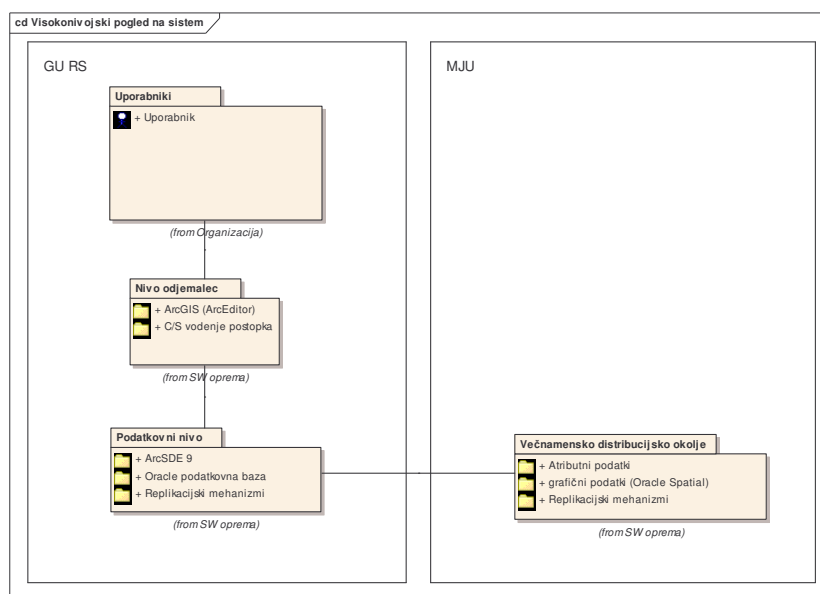
- delovodniški del aplikacije, ki je sestavlje in naslednjih komponent

- modula za vodenje in spremljanje postopkov izdelave elaborata,
- modula za uvoz in izvoz podatkov,
- modula za kontrolo atributnih podatkov ter
- modula za uveljavitev elaborata.
- podatkovni del
 - oracle spatial podatkovna baza ZKGJI
 - ArcSDE 9
 - replikacijski mehanizmi (povezava produkcija – distribucija)
- grafični del aplikacije
 - programiran modul v ArcGIS aplikaciji
- distribucijski del zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture



Slika 5: Komponente produkcijskega sistema ZK GJI (GURS, 2008)

Picture 5: Components of production system ZK GJI (GURS, 2008)



Slika 6: Visokonivojski pogled na informacijski sistem ZK GJI (GURS, 2008)
Picture 6: Levels view on information system ZK GJI (GURS, 2008)

2.6 Prezem podatkov

Prezem uveljavljenih elaboratov oziroma podatkov o GJI, omogočata dve spletni aplikaciji in sicer:

- prevzem podatkov za lastnike in upravljavce infrastrukture,
- prevzem podatkov za javno upravo.

2.6.1 Prezem podatkov za lastnike in upravljavce infrastrukture

Spletna aplikacija, sestavljajo tri komponente in je namenjena lastnikom objektov GJI, upravljavcem objektov GJI ter izdelovalcem elaboratov sprememb. Razdeljena je na komponente:

- izdelava osnovne datoteke,
- prevzem uveljavljenih elaboratov,
- prevzem zadnjega stanja podatkov enega lastnika ali upravljavca iz zbirnega katastra GJI.

Aplikacija je dostopna na spletnem naslovu <https://prostor.gov.si/ozkgji/index.html>.



Slika 7: Spletna aplikacija za prevzem podatkov GJI

Picture 7: Web application for data downloading

Razvoj aplikacije je potekal v okolju JDeveloper v1012. Uporabljena tehnologija je skriptni jezik JSP, in programski jezik Java. Podatki se prevzemajo iz aplikacije Geoserver v1.3.0, prek WFS klica, ki poišče podatke za matično številko uporabnika, ki je prijavljen v aplikacijo. Ko uporabnik v aplikaciji izpolni vse potrebne parametre se izvede pet klicev za izbrano tematiko. Ti klici so:

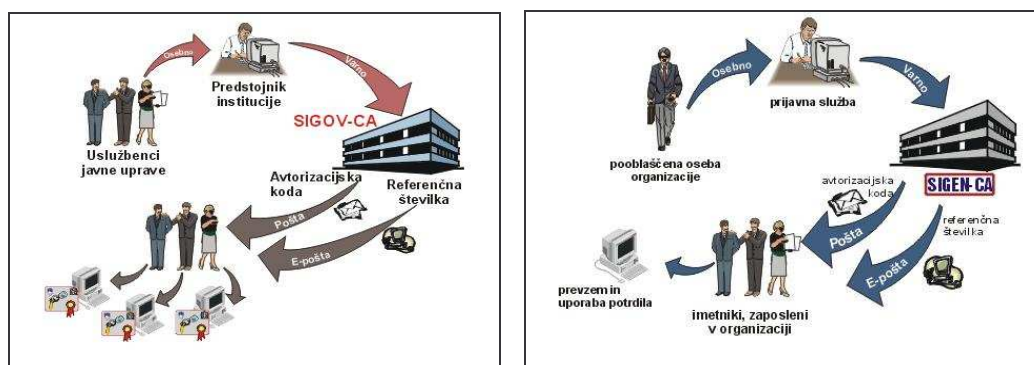
- ILL – Infrastruktura linije lokacijsko
- IPL – Infrastruktura poligoni lokacijsko
- ITL – Infrastruktura točke lokacijsko
- IVLL – Infrastruktura višine linije lokacijsko
- IVPL – Infrastruktura višine poligoni lokacijsko

Na strežniku se pripravi komprimirana datoteka, ki vsebuje pet datotek v GML formatu (za vsak klic posebej). To datoteko lahko uporabnik prenese na lokalni disk (GURS, 2006c).

Namen prve komponente aplikacije je bil olajšati delo pri pripravi elaborata sprememb, medtem, ko je bil namen drugih dveh komponent približati zbirni kataster predvsem

lastnikom in upravljavcem objektov GJI. Prva dva modula sta bila izdelana že v začetku leta 2006. V začetku leta 2007 je bil izdelan še tretji modul, ki omogoča prevzem zadnjega stanja podatkov o objektih GJI določenega lastnika ali upravljavca. Zaradi varnosti, je bila celotna aplikacija prenesena v varno okolje Ministrstva za javno upravo. Zaradi tega je potrebno za dostop do celotne aplikacije pridobiti:

- kvalificirano spletno potrdilo,
 - sigen-ca (namenjena pravnim in fizičnim osebam),
 - sigov-ca (namenjen zaposlenim v javni upravi),
- uporabniško ime in gesla.



Slika 8: Postopek pridobitve spletnega potrdila sigov-ca in sigen-ca (GURS, 2006b)

Picture 8: Procedure web confirmed sigov-ca and sigen-ca (GURS, 2006b)

Postopki za pridobitev kvalificiranega spletnega potrdila:

- izpolnitev zahtevka za pridobitev kvalificiranega spletnega potrdila,
- izpolnjena vloga se posreduje izdajatelju SIGOV-CA na Ministrstvo za javno upravo,
- prevzem spletnega potrdila z avtorizacijsko kodo in referenčno številko.

Postopki za pridobitev kvalificiranega spletnega potrdila za pravne subjekte:

- odgovorna oseba skupaj z bodočim imetnikom potrdila izpolni zahtevek za pridobitev potrdila,

- odgovorna oseba osebno preda zahtevek na pristojnem davčnem uradu/izpostavi (potrebno je predložiti tudi potrdilo o registraciji poslovnega subjekta),
- podpis pogodbe o upravljanju s kvalificiranim potrdilom sigen-ca za poslovne subjekte,
- prevzem spletnega potrdila z avtorizacijsko kodo in referenčno številko.

Komponenta za prevzem uveljavljenih elaboratov je namenjen izdelovalcem elaboratov sprememb in lastnikom, ki lahko preko spletne aplikacije prenesejo v svoj lokalni sistem uveljavljen elaborat, v katerem Geodetska uprava določi enolične identifikacijske številke vsem objektom GJI, ki so bili posredovani v elaboratu sprememb.



Slika 9: Komponenta za prevzem zadnjega stanja podatkov enega lastnika ali upravljavca
Picture 9: Component for last valid data download of owners and management company

Slika 10: Modul za prevzem zadnjega stanja podatkov GJI v zbirnem katastru
Picture 10: Module for last valid data download of GJI in consolidate cadaster

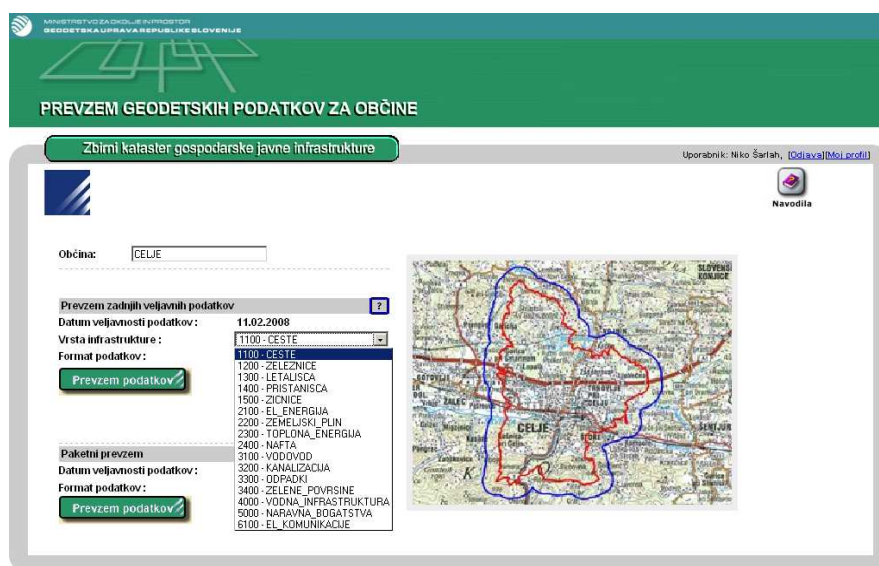
Komponenta za prevzem zadnjega stanja podatkov v zbirnem katastru GJI določenega lastnika ali upravljavca je namenjen lastnikom in upravljavcem za lažji dostop do podatkov, ki so jih sami posredovali v zbirni kataster. Modul omogoča, da vsak lastnik prevzame samo svoje podatke, podatkov drugega lastnika ali upravljavca ni mogoče prevzeti. Lastnik ali upravljavec tako lahko na enostaven način prevzame zadnje veljavno stanje lastnih podatkov v zbirnem katastru GJI. Podatke je mogoče prevzeti na lokalni sistem in so interoperabilni, kar omogoča GML izmenjevalni format.

2.6.2 Prezem podatkov za javno upravo

Spletna aplikacija je razvita v podporo interoperabilnosti zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture. Cilj spletne aplikacije je zagotoviti lokalnim skupnostim varen in enostaven dostop do podatkov gospodarske javne infrastrukture, nadgraditi, razširiti ponudbo spletnih storitev in zagotoviti podporo privatnemu sektorju pri uporabi spletnih storitev, ki jih ponuja Geodetska uprava RS. Spletna aplikacija omogoča naslednje:

- izbor tematike oz. vrste gospodarske javne infrastrukture za občino glede na prijavo v sistem,
- priprava izmenjevalne datoteke v GML ali SHP formatu (komprimirano –gzip in nekomprimirano – neposredno gml/xml),
- prenos datoteke na osebni računalnik uporabnika.

Modul pridobiva opisne in prostorske podatke prek obstoječe infrastrukture spletnih (WFS) storitev, ki so nameščene v distribucijskem okolju Geodetske uprave RS. Aplikacija je dostopna na spletnem naslovu <https://prostor.sigov.si/pgp>. Vstop v aplikacijo je mogoč znotraj hitrega komunikacijskega omrežja (HKOM) z uporabo spletnega certifikata ter uporabniškim imenom in geslom.



Slika 11: Spletna aplikacija za prevzem podatkov

Picture 11: Web application for data download

Prezem podatkov je mogoč v smislu zadnjih veljavnih podatkov posamezne vrste gospodarske infrastrukture ali paketnega prevzema vse infrastrukture v lasti posameznega lastnika. Pri prevzemu zadnjih veljavnih podatkov lahko uporabnik posamezne občine prevzame podatke samo za svojo občino, katero že dobi privzeto po prijavi. Uporabnik državne uprave lahko prevzame podatke za izbrano občino v Sloveniji.

Izbira podatkov:

- občina (za uporabnike državne uprave),
- vrsta infrastrukture ter
- format podatkov.

S paketnim prevzemom je omogočen prevzem predpripravljenih podatkov za vse vrste gospodarske javne infrastrukture, ki se nahajajo v zbirnem katastru gospodarske javne infrastrukture.

Izbira podatkov:

- občina (za uporabnike državne uprave),
- izbira formata.

Prezem zadnjih veljavnih podatkov	
Datum veljavnosti podatkov:	11.02.2008
Vrsta infrastrukture:	1100 - CESTE
Format podatkov:	<input checked="" type="radio"/> GML
<input type="button" value="Prezem podatkov"/>	
Paketni prevzem	
Datum veljavnosti podatkov:	16.01.2008
Format podatkov:	<input checked="" type="radio"/> GML <input type="radio"/> SHP
<input type="button" value="Prezem podatkov"/>	
Prezem končan za naslednje podatke !	
Občina: CELJE	
Format: GML	
Podatki se nahajajo v stisnjeni datoteki: TUKAJ	

Slika 12: Prezem zadnjih veljavnih podatkov in paketni prevzem podatkov

Picture 12: Package and last valid data download

Prevzeti podatki ne vsebujejo samo podatke izbrane občine ampak tudi kilometrski pas oziroma vplivno območje (buffer) podatkov sosednjih občin. Ti podatki v določeni primerih koristijo pri usklajevanju dela s sosednjimi občinami. Slika 13 prikazuje meje Mestne občine Celje z rdečo barvo, z modro je prikazano vplivno območje.



Slika 13: Privzeti podatki z označenim vplivnim območjem

Picture 13: Downloaded data with buffer

Prevzeta datoteka je komprimirana in vsebuje vse podatke v izbranem formatu GML ali SHP. Pri paketnem prevzemu so datoteke shranjene v ustreznih direktorjih, pri čemer je osnovni direktor matična številka izbrane občine. Ime datoteke je sestavljeno na sledeč način: 310002012008_1325_ILL.gml, kjer je:

- 3100 (vrsta infrastrukture (vodovod)),
- 02012008 (datum prevzema),
- 1325 (enoličen identifikator prevzema),
- ILL (vrsta datoteke v skladu z izmenjevalnim formatom (infrastruktura linije lokacijsko)),
- GML (format podatkov).

2.7 Zaključek

Zbirni kataster GJI predstavlja temeljno nepremičninsko evidenco v Sloveniji, v kateri se evidentirajo objekti GJI. Osnovni namen vzpostavitve zbirnega katastra GJI je prikaz zasedenosti prostora z objekti GJI, kar nam omogoča bolj smotrno planiranje in urejanje prostora ter bolj varno izvajanje posegov v prostoru. Z vzpostavitvijo zbirnega katastra GJI je država prvič dobila sodobno okolje, kjer se na enem mestu evidentirajo vsi objekti GJI na območju Slovenije. Zbirni kataster GJI zagotavlja predvsem:

- standardizacijo evidentiranja GJI,

- enostaven dostop do podatkov GJI,
- možnost analiziranja podatkov za potrebe resorjev in lokalnih skupnosti,
- osnovno infrastrukturo za evidentiranje GJI za državo in tudi nekatere lokalne skupnosti,
- osnovo za gospodarjenje z GJI,
- osnovo za urejanja zemljišč pod GJI.

Ključno pri zagotovitvi uspešnega evidentiranja in uporabe sistema GJI je sodelovanje med GU, resorji, lokalnimi skupnostmi in drugimi lastniki infrastrukture.

Podatki zbirnega katastra GJI se vodijo kot samostojna zbirka. Podatki so prek geolokacije povezljivi z drugimi zbirkami nepremičninskih (zemljiški kataster, kataster stavb) in prostorskih podatkov (topografski podatki). Na ta način imamo možnost, da z uporabo geoinformacijskih orodij, npr. za vsako zemljiško parcelo pridobimo informacijo o tem, kateri objekti GJI se na parceli nahajajo. Pri tem moramo upoštevati natančnosti podatkov iz posamezne evidence.

Zbirni kataster GJI je ena od najpomembnejših evidenc za učinkovito upravljanje s prostorom tako na državni, ko tudi na lokalni ravni. Z vzpostavitvijo zbirnega katastra GJI je dostop do podatkov enostaven, saj je mogoče na enem mestu pridobiti podatke o vseh objektih GJI v naprej predpisanih znanih formatih. Vpogled v podatke o objektih GJI, ki so vpisani v zbirni kataster GJI, je mogoč tudi prek spleta, kar močno olajša delo vsem tistim, ki te podatke redno potrebujejo pri svojem delu (pri načrtovanju gradnje, izdelavi projektne dokumentacije za graditev objekta, gradnji itd).

3 PRIMERI DOBRE PRAKSE V TUJINI

Na tem mestu je potrebno omeniti, da je ZKGJI edinstven primer katastra gospodarske javne infrastrukture, kjer so podatki zbrani na enem mestu, na nivoju države in je njegov skrbnik organ znotraj državne uprave. Zelo podobna oziroma najbolj primerljiva struktura katastra gospodarske infrastrukture se pojavlja v Maleziji, kjer za posamezna področja znotraj katastra skrbijo različni državni organi in zasebna podjetja, ki v veliki večini vodijo svoje sektorske in izvajalske katastre, in se povezujejo v enoten sistem preko državnega organa, geodetske uprave Malezije (JUPEM- Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia). Projekt finančno in kadrovsko pokrivajo tako uspešna podjetja kot so Petronas, Telekom Malezije, glavno malezijsko podjetje za distribucijo električne energije TNB in drugi, kar žal ni praksa v Sloveniji. Velja omeniti, da v Maleziji kataster deluje le v testni obliki. V Veliki Britaniji je vzpostavitev enotnega sistema katastra gospodarske javne infrastrukture še precej daleč od realizacije. V prvi fazi so ustanovili Nacionalno skupino za podzemno gospodarsko infrastrukturo – NUAG (The National Underground Assets Group), katere cilj je razviti interoperabilnost (metodologije, standarde, in dobro prakso) pri izmenjavi podatkov, med posameznimi lastniki infrastrukture ki bo osnova kratkoročni standardizaciji do konca leta 2008. Prvi zametki in želje po zbirnem katastru gospodarske javne infrastrukture se pojavljajo v Turčiji, kjer je vzpostavitev v prvi fazi stekla na nivoju zakonodaje, Egiptu, zaenkrat kataster funkcionira na nivoju 12 milijonskega glavnega mesta ter na Danskem, kjer o zbirnem katastru v smislu podatkov o infrastrukturi na enem mestu ne moremo govoriti. Danska je prevzela sistem evidentiranja po Združenih državah Amerike in pustila upravljanje s posameznimi katastri gospodarske infrastrukture lastnikom infrastrukture, sama pa organizirala klicni center oziroma spletno stran, kjer lahko uporabniki pridobijo informacijo o posameznem lastniku infrastrukture in naročijo označitev infrastrukture v naravi. Podobni klicni center so ustanovile tudi Združene države Amerike na nivoju celotne države. Številka 811 poznana pod imenom Kliči preden koplješ (Call before you dig) je ena najpomembnejših klicnih števil in jo je od njene ustanovitve uporabilo že več kot 11 milijonov uporabnikov. Klicni center kot ga poznajo v Ameriki so že v letu 1989 na pobudo lastnikov podzemne gospodarske infrastrukture ustanovili na Nizozemskem. KLIC (Cable and Pipeline Information Centre) vsako leto posreduje več kot 207.000 zahtev lastnikom podzemne

gospodarske infrastrukture. Nizozemska je do sedaj edini znani primer kjer so se lotili evidentiranja stvarno pravnih pravic na podzemni infrastrukturi.

3.1 Malezija

Skrbnik Geoportala (<http://www.jupem.gov.my/Main.aspx>) v sklop katerega sodi, kataster gospodarske infrastrukture, vodi geodetska uprava Malezije (JUPEM). Državna uprava v Maleziji in prav tako geodetska uprava je urejena po zveznih državah (State Land Offices), ki jih koordinira Glavni urad (Department of Land and Mines). Za geodezijo je odgovorna državna ustanova oziroma Geodetska uprava zahodne Malezije (DSMM - Department of Survey and Mapping, Malaysia), ki deluje kot vladna agencija pod okriljem Ministrstva za okolje in razvoj, v zveznih državah Sabah in Sarawak pa je za geodezijo odgovorna Geodetska uprava vzhodne Malezije (DLS - Department of Land and Surveys). Geodetski upravi sta sodobni in odlično organizirani agenciji, leta 2003 sta v New Orleans, Luisiana, ZDA, prejeli prestižno geoprostorsko nagrado podjetja Intergraph, (Geospatial Achievement Award), za trud in dosežke na področju geografskega informacijskega sistema, ki deluje pod njihovim okriljem.

3.1.1 Zgodovina in zakonodaja

Leta 1994 je malezijska komisija AM/FM (commite AM/FM - automated mapping/facilities management) podala pobudo, da vsi upravljavci in lastniki tako javne kot zasebne gospodarske infrastrukture izdelajo načrte posameznih gospodarskih infrastruktur in predajo kopije JUPEM-u, v stalno hranjenje. Komisija AM/FM je bila ustanovljen, kot ena od petih tehničnih komisij Nacionalnega odbora za kartiranje in prostorske podatke (NMSDC - National Mapping and Spatial Data Committee), ki je najvišje malezijsko telo odločanja, odgovorno za načrtovanje in upravljanje s prostorskimi podatki. V projekt se je leta 1998 vključilo Ministrstvo za energijo, telekomunikacije in pošto (Ministry of Energy, Telecommunication and Post), ki je skupaj z JUPEM-om izdelalo smernice razvoja in vzdrževanja posameznih sektorskih in izvajalskih katastrov:

- Lastniki in upravljavci posameznih sektorskih in izvajalskih katastrov gospodarske infrastrukture morajo vzdrževati bazo podatkov in posredovati informacije JUPEM-u,

- JUPEM mora zagotoviti ustrezno računalniško infrastrukturo za sprejem vseh posredovanih podatkov.

3.1.2 Koncept in zasnova

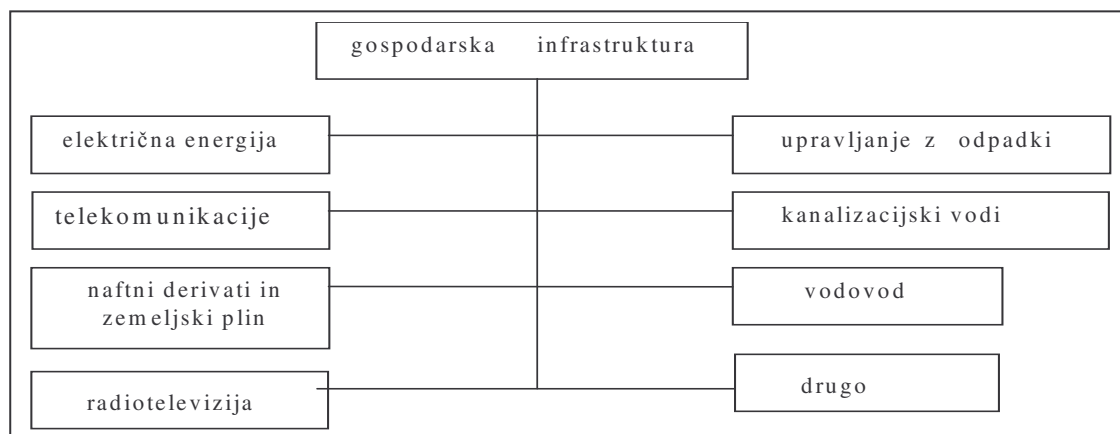
Konceptualno, prostorski podatki posameznih lastnikov in upravljavcev ostanejo nedotaknjeni. Pravno formalno ostanejo lastniki prostorskih podatkov in so še naprej odgovorni za njihovo posredovanje, zbiranje, vzdrževanje in varnost. Podatki se fizično prenesejo na server JUPEM, lastnikom in upravljavcem je omogočeno vzdrževanje prek svetovnega spleta. Pri podpisu pogodbe o sodelovanju posameznih subjektov se komisija AM/FM zaveže:

- identificirati (upravljavca, agencijo, gospodarsko službo...), kot članico NMSDC,
- krepiti sodelovanje in pomoč,
- nuditi podporo pri implementaciji GIS-a in izobraževanju,
- razviti posamezne sloje gospodarske infrastrukture,
- izdelati študijo vzpostavitve.

Komisija AM/FM je v sodelovanju z odborom za Državno infrastrukturo za prostorski informacijski sistem NaLIS (National Infrastructure for Land information System) med leti 2001 in 2003 razvila osnovni sloj objektov gospodarske infrastrukture (Utility Layer). Pilotski projekt je potekal na območju štirih kvadratnih kilometrov urbane regije Kuala Lumpurja in sicer mestne četrti Masjid Jamek.

3.1.3 Razvoj

V podporo razvoju Državnega GIS standarda (National GIS Standard) je NALIS razdelil prostorske podatke osnovne gospodarske infrastrukture v osem razredov. Vsak razred oziroma sektor je voden s strani najmočnejšega podjetja oziroma organizacije na segmentu posameznega področja, ki so v primerjavi s slovenskimi podjetji na področju gospodarske javne infrastrukture pravi giganti. Sektorski vodja skrbi za razvoj in vzdrževanje posameznega razreda v njegovi pristojnosti ter informacije posreduje komisiji AM/FM.



Slika 14: Posamezni sektorji
Picture 14: Individual sectors

3.1.4 Težave in izzivi

V začetnih fazah se je komisija AM/FM soočala s številnimi težavami, kako pritegniti pozornost, aktivno sodelovanje in predvsem tehnično podporo vseh potencialnih podjetij in upravljavcem gospodarske infrastrukture. Ena izmed glavnih težav je bila določitev izmenjevalnega formata prostorskih podatkov, ki ni bila sprejeta z odobravanjem vseh sodelujočih, ker je to pomenilo v nekaterih primerih popolno zamenjavo programske opreme, ki je povezana z ogromnimi kadrovske spremembami in povečanimi stroški. Vsekakor bo moralo biti odpravljeno še kar nekaj odprtih vprašanj pred popolno implementacijo informacijskega sistema gospodarske infrastrukture, ki žal trenutno deluje le v testni obliki.

3.2 Velika Britanija

Področje delovanja in obseg podzemne gospodarske infrastrukture je v Veliki Britaniji ogromen (M. Farrimond, UKWIR. 2006):

- 275.000 km zemeljskega plina,
- 353.000 km kanalizacije,
- 396.000 km vodovoda,
- 482.000 km elektrifikacije,
- 2.000.000 km telekomunikacijskih vodov (ocena),

- cestne drenaže in odvodnjavanje površinske vode,
- prometno kabelsko omrežje (osvetljevanje, signalizacija),
- železniška infrastruktura (signalizacija, drenaže, telekomunikacije, elektrifikacija) in
- pomembni nacionalni naftovodi.

Večina obstoječe javne gospodarske infrastrukture je bilo vzpostavljeno v zadnjih dvestotih letih z različno stopnjo kvalitete izgradnje in različno stopnjo natančnosti zajema v odvisnosti od časa zajema.

3.2.1 Zgodovina in zakonodaja

79. člen Zakona o cestnih in uličnih delih iz leta 1991 - NRSWA (New Roads and Street Works Act 1991) zahteva, od lastnikov infrastrukture, da vzpostavijo, vzdržujejo in omogočajo pregled vse podzemne cestne in ulične infrastrukture medtem, ko Pravilnik o cestnih delih iz leta 2002 (The Street Works Regulations 2002), ki je stopil v veljavo 1. maja 2003, vzpostavlja način in obliko shranjenih podatkov. Omenjeni člen je podprt s Kodeksom o postopkih evidentiranja podzemne ulične infrastrukture (Code of Practice for recording of underground apparatus in streets), ki ga je podprl Odbor za cestno in gospodarsko infrastrukturo - HAUC (The Highway Authorities and Utilities Committee). Načela Kodeksa so bila podprta še z dvema dokumentoma iz leta 2003, ki jih je objavilo Nacionalno združenje podjetji podzemne gospodarske infrastrukture - NJUG (National Joint Utilities Group) in sicer Smernice pri določitvi položaja in barvnem označevanju posamezne infrastrukture ter Priporočila o izmenjevalnem formatu podatkov med podjetji, ki skrbijo za podzemno gospodarsko infrastrukturo.

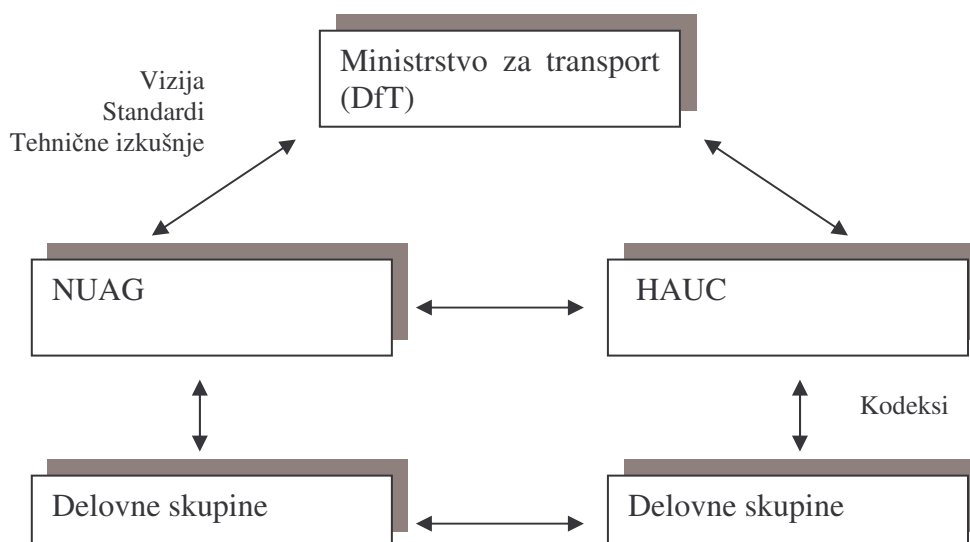
3.2.2 Podatki shranjeni na različnih medijih

Skozi čas so bile informacije o podzemni infrastrukturi zajete na različnih medijih in različnih oblikah. Prve zapise so vodili na papirju, pri katerem še dan danes vztrajajo nekatere organizacije oziroma podjetja v Veliki Britaniji. Velika večina je podatke digitalizirala vključno z topografskimi informacijami. Izmenjava in izdajanje podatkov danes poteka preko varnih spletnih strani, zgoščenk, disket ter fotokopij prvotnih načrtov.

Nacionalno združenje podjetji podzemne gospodarske infrastrukture (NJUG) je leta 2000 finančno podprlo pilotski raziskavo podjetja Amtec Consulting Limited, naročnika Ministrstvo za transport - DfT (Department for Transport), o izmenjevalnih formatih ter dostopnosti digitalno zajete podzemne infrastrukture, ki bi pospešila izmenjevanje podatkov in posredno pospešila delovno uspešnost odpravljanja napak na terenu, ki so posledica poškodovanja ali uničenja posamezne infrastrukture. Zaključki raziskave so pokazali nujnost ustanovitve delovne skupine na nivoju države, ki bo skrbela za koordinacijo med podjetji pri standardizaciji izmenjevalnih formatov, kakovosti, natančnosti ter dostopnosti podatkov o podzemni gospodarski infrastrukturi in s tem prinesla korist in ugodnosti vsem lastnikom gospodarske infrastrukture. Potreba po ustanovitvi je bila ugotovljena tudi s strani Inštituta za gradbeništvo - ICE (Institution of Civil Engineers) in Inštituta za geodezijo - ICES (Institution of Civil Engineering Surveyors). Njihova Prostorska inženirska komisije (Geospatial Engineering Board) je v novembru leta 2005 izdala poročilo o pomembnosti poenotenja prostorskih podatkov. Zakon o upravljanju prometa - TMA (The Traffic Management Act) je vzpodbudil lastnike podzemnih vodov k bolj učinkoviti izmenjavi podatkov o podzemni gospodarski infrastrukturi med vsemi vpletenimi subjekti. Kodeks o postopkih evidentiranja (Records Code of Practice), ki je stopil v veljavo maja 2007, predlaga, da naj bi vsi lastniki podzemnih vodov omogočili strankam digitalne podatke o lokaciji posameznih vodov gospodarske infrastrukture od junija 2008.

3.2.3 Ustanovitev NUAG

Iz vseh navedenih razlogov je bila leta 2005 ustanovljena Nacionalna skupina za podzemno gospodarsko infrastrukturo – NUAG (The National Underground Assets Group), kot koordinator in pospeševalec sodelovanja med različnimi organizacijami in podjetji, ki so kakorkoli povezana z gospodarsko infrastrukturo, kot so cestne agencije, komunalna podjetja, geodetska in gradbena podjetja iz Anglije, Welsa, Škotske in Severne Irske. NUAG trenutno sodeluje z Ministrstvom za transport (DfT) ter Inštitutom za raziskovanje komunalnega gospodarstva - UKWIR (UK Water Industry Research) v procesu razvoja podatkovnih standardov ter protokolov, in časovno usklajuje implementacijo, ki bo vodila k bolj učinkovitemu ter zmožljivemu shranjevanju, izmenjavi in prikazovanju informaciji o gospodarski infrastrukturi. Vizija združenja NUAG je nemotena izmenjava podatkov med lastniki in upravljavci gospodarske infrastrukture.



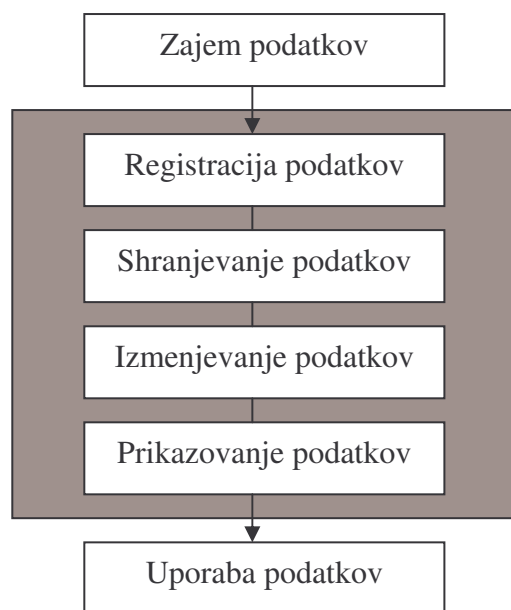
Slika 15: Povezanost ustanov (NUAG, 2006).

Picture 15: Connection of institutions (NUAG, 2006).

Združenje povezuje najpomembnejše ustanove na področju gospodarske infrastrukture:

- Ministrstvo za transport (DfT),
- Nacionalno združenje podjetji podzemne gospodarske infrastrukture (NJUG),
- Odbor za cestno in gospodarsko infrastrukturo (HAUC),
- Inštitut za gradbeništvo (ICE),
- Inštitut za geodezijo (ICES),
- Inštitut za raziskovanje komunalnega gospodarstva (UKWIR),
- Združenje lastnikov cevovodov - plin (PIG),
- Kartografsko agencijo Velike Britanije (OS),
- Združenje za geografske informacije (AGI),
- Zvezo geodetov Velike Britanije - (CSS).

Da bi njihova vizija zaživela čim prej, NUAG finančno podpira Državni projekt standardizacije – NRS (National Referencing Standards Project). Projekt sestavljata dve fazi. Prva faza bo razvila metodologije, standarde, in dobro prakso pri izmenjevanju podatkov, ki bo osnova kratkoročni standardizaciji do leta 2008. Rezultati prve faze bodo služili kot osnova pri razvoju druge faze. Druga faza je opredeljena kot vizija izmenjevanja podatkov, ki bo slonela na sposobnostih tehnoloških rešitev.



Slika 16: Obseg prve faze projekta standardizacije (NUAG, 2006)

Picture 16: Scope of first phase of project development of standardization (NUAG, 2006)

Prva faza je se osredotočena označene procese (slika 16), ki bodo prinesli definicije, standarde, protokole in procese združljive z merskimi in upravljavskimi sistemi, dokumentacijo, izobraževalnim materialom in sistemom podpore.

3.2.4 Pridobivanje in analiza podatkov

V Veliki Britaniji je več kot petsto organizacij, ki pridobivajo, vzdržujejo in izmenjujejo podatke o gospodarski infrastrukturi. Delovna skupina, ki skrbi za izvedbo prve faze in pridobivanje podatkov, je poskrbela za anketna vprašanja. Vprašalnik je bil sestavljen kot prepletanje vprašanj o kvantiteti in kvaliteti podatkov gospodarske infrastrukture. Zbrane podatke so ovrednotili in analizirali v več sklopih. Podatke so razdelili na gospodarsko infrastrukturo, ki v tem primeru zajema telekomunikacije, plin, elektriko, vodovod, kanalizacijo ter cestno infrastrukturo. Glavne ugotovitve raziskave so:

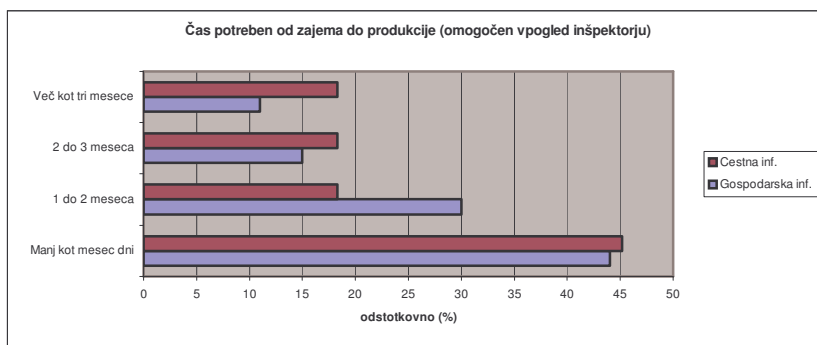
- Pomembna razlika med različnimi organizacijami se kaže predvsem med temi, ki uporabljajo bolj »tradicionalne metode« zajemanja podatkov, njihovo shranjevanje ter vzdrževanje je v papirnati obliki, ter tiste, ki uporabljajo »moderne« metode, kot so GPS in GIS tehnologije za zajemanje in vzdrževanje podatkov.
- Manj kot polovica organizacij omogoča vpogled v zajete podatke gospodarske infrastrukture v manj kot mesecu dni, v veliko primerov je čas daljši od 3 mesecev.

- Organizacije, ki skrbijo za gospodarsko infrastrukturo zajemajo podatke ob vseh priložnostih (med planiranjem novih tras, urgentnimi posredovanji ter odpravljanjem napak).
- Organizacije ponujajo svoje izdelke v različnih oblikah in medijih. Najpopularnejša metoda je še vedno papir in zgoščenka, podprta s spletnim vpogledovanjem, v ospredje pa prehajajo elektronske oblike poslovanja (e-pošta, spletna izmenjava).
- Organizacije ne jamčijo za natančnost podatkov, ki bi jo morale zagotavljati z Kodeksom o natančnosti (Code of Practice accuracy standards), kljub tehnologiji GPS.
- Vse organizacije hranijo podatke o opuščeni ali odstranjeni infrastrukturi.

Prikaz rezultatov analize:

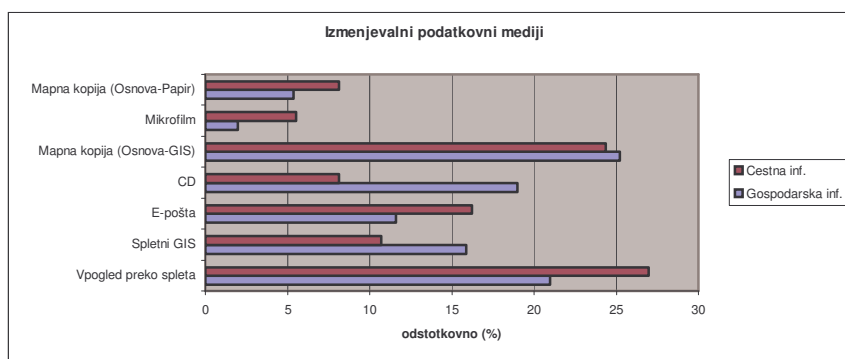
Preglednica 6: Čas, ki je potreben od zajema podatkov do njihovega prikaza

Table 6: Time to make and display records



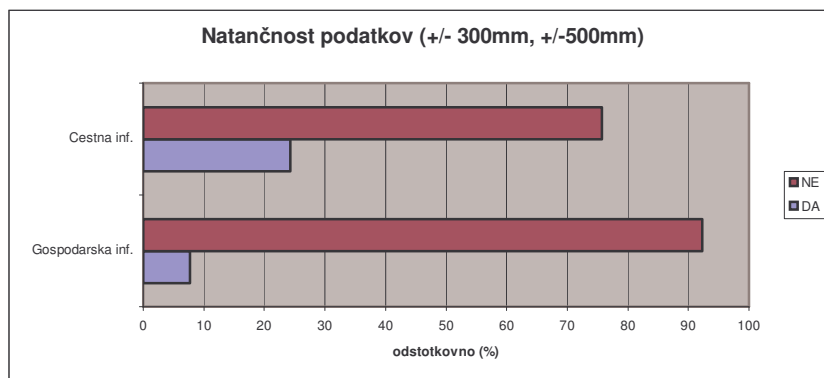
Preglednica 7: Mediji preko katerih organizacije in podjetja izmenjujejo podatke

Table 7: Media that records be made available



Preglednica 8: Minimalna natančnost, ki bi jo naj omogočale posamezne organizacije in podjetja, +/- 300 mm (merske metode) in +/-500 mm (druge metodame)

Table 8: Minimal enabled accuracy of location information



3.2.5 Cilji prve faze projekta NUAG

Prva faza bo razvila metodologije, standarde in dobro prakso pri izmenjavi podatkov, ki bo osnova kratkoročni standardizaciji do leta 2008.

3.3 Kuvajt

Država Kuvajt je majhna, a z nafto bogata monarhija ob obali Perzijskega zaliva, ki na severu meji na Irak, na jugu pa na Saudovo Arabijo. Mednarodna sredstva za razvoj dovršenega geografskega informacijskega sistema na območju celotne države, ki so jih prejele lokalne skupnosti Kuvajta v letu 2005 in jim nalagajo njegovo vzpostavitev v naslednjih šestih letih, so vzpodbudile razvoj le-tega. Projekt spodbuja vzpostavitev državnega koordinatnega sistema, digitalnega zemljiškega katastra ter digitalnega državnega katastra podzemnih vodov in naprav. Grafični in atributni podatki o topografiji, zemljiškem katastru in podzemni gospodarski infrastrukturi so v urbanih delih Kuvajta digitalizirani in dosegljivi v ločenih podatkovnih bazah. Podatki so dosegljivi v digitalni in papirni obliki. Posamezni sistemi so bili vzdrževani in upravljani s strani posameznih lokalnih skupnosti. Glavne naloge projekta so vzpostavitev (Limur, 2004):

- državnega koordinatnega sistema,

- digitalnega zemljiškega katastra,
- digitalnega državnega katastra podzemnih vodov in naprav,
- digitalne fotogrametrije,
- strojne in programske opreme,
- izobraževanje lokalnih skupnosti.

3.3.1 Vzpostavitev digitalnega državnega katastra podzemnih vodov in naprav

Vzpostavitev digitalnega državnega katastra podzemnih vodov in naprav so se lotili s pomočjo aerofotogrametrije. Oslonilne točke, ki so identificirale oziroma signalizirale objekte in vode na površju, so postavili na vse ključne točke glavnih sedmih podzemnih vodov. Potreben material za vzpostavitev podatkovne baze, kot so situacijski načrti ter konstrukcijski načrti, so bili pridobljeni od posameznih ministrstev in agencij. S pomočjo teh materialov so določili natančno lokacijo posameznih oslonilnih točk signalizacije, ki so jim bili osnova za preračun geolokacije ostalih posnetih točk. V prvi fazi je zajetega skoraj 3000 km vodovoda.

Področje delovanja in obseg podzemne gospodarske infrastrukture v Kuvajtu obsega:

- kanalizacijo,
- zemeljski plin,
- vodovod,
- visoko napetostne in nizkonapetostne električne vode,
- telekomunikacijske vode,
- cestne drenaže in odvodnjavanje površinske vode,
- prometno kabelsko omrežje (osvetljevanje, signalizacija).

V podporo sistemu delujejo štirje serverji Sun Sparc Station Model 61 in pet delovnih postaj. Programska oprema je Arc/Info, verzija 7.0, vključno z dodatki ArcGrid in ArcScan. Odjemalci oziroma upravljavci sistema lahko dostopajo do geografskih podatkov z ArcView 3.0. ArcView obsega možnosti vizualizacije, povpraševanja, analize in integracije geografskih podatkov. Vse zajete podatke so dokumentirali in strukturirali v metapodatkovni standard, skladno z digitalno geoprostorsko meta dokumentacijo (Digital Geospatial Meta

documentation) priporočeno s strani ameriškega odbora za geografske podatke (US Federal Geographic Data Committee). Niso uporabili celotnega standarda ampak njegovo skrajšano verzijo, ki je zadovoljila njihove potrebe. Vsi podatki so v izmenjevalnem formatu SHP, na zahtevo je mogoče pridobili podatke v GML izmenjevalnem formatu (Khalifa, 1997).

3.4 Nizozemska

Nizozemska je vzpostavila sistem za zaščito infrastrukture (www.klic.nl) na iniciativo lastnikov podzemne gospodarske infrastrukture že leta 1989. Na Nizozemskem je vsa gospodarska infrastruktura, z izjemo visokonapetostnih daljnovodov, pod zemljo. V začetni fazi je KLIC (Cable and Pipeline Information Centre) deloval v štirih največjih regijah, njegov zagon in delovanje je omogočila država. KLIC omogoča povezavo med lastniki infrastrukture in izvajalci posegov v prostor. KLIC je trenutno lociran v Maarssenu. Družba je v privatni lasti. Financira se od večjih lastnikov gospodarske infrastrukture. Z njim sodeluje več kot 1000 lastnikov podzemne infrastrukture, Ministrstvo za obrambo, lokalne skupnosti, Gasunie (podjetje za načrtovanje in vzdrževanje vseh plinovodov) in NAM (Nederlandse Aardolie Maatschappij), ki je največji distributer plina in nafte.



Slika 17: Eksplozija plina v Belgiji (<http://mailman.mcmaster.ca/mailman/private/cdn-nucl-1/0407/msg00052.html>, 2007)

Picture 17: Belgian gas pipe line explosion (<http://mailman.mcmaster.ca/mailman/private/cdn-nucl-1/0407/msg00052.html>, 2007)

V letu 2004 so se pričele v nizozemskem parlamentu priprave na vzpostavitev zakonodaje, ki sta jih vzpodbudili nesreči leta 2004 v Belgiji in Italiji, kjer je 30. junija eksplozija plinovoda

v bližini Bruslja povzročila izgubo 15 življenj in več kot 165 močno poškodovanih ter, 30. novembra istega leta v južnem italijanskem mestecu Foggia povzročila 8 mrtvih. Pet let pred tem je v istem mestu eksplozija plina povzročila smrt 67 ljudi.

Marca 2006 je bil poslan na prvo obravnavo zakon o »izmenjavi informacij o podzemni infrastrukturi na ravni države«. Junija 2007 je parlament sprejel zakon, ki ga je februarja 2008 potrdil še senat. Implementacija omenjenega zakona o izmenjavi podatkov gospodarske infrastrukture na ravni države se obeta v maju in juniju letošnjega leta. Zakon določa organizacijski, postopkovni in podatkovni model delovanja sistema za zaščito infrastrukture. Z uveljavitvijo zakona bo KLIC prešel pod okrilje Katastra. Finančno bo odvisen predvsem od lastnikov infrastrukture.



Slika 18: Klicni center KLIC (Študijski obisk: Šarlah, 2008)

Picture 18: Call center KLIC (Study visit: Šarlah, 2008)

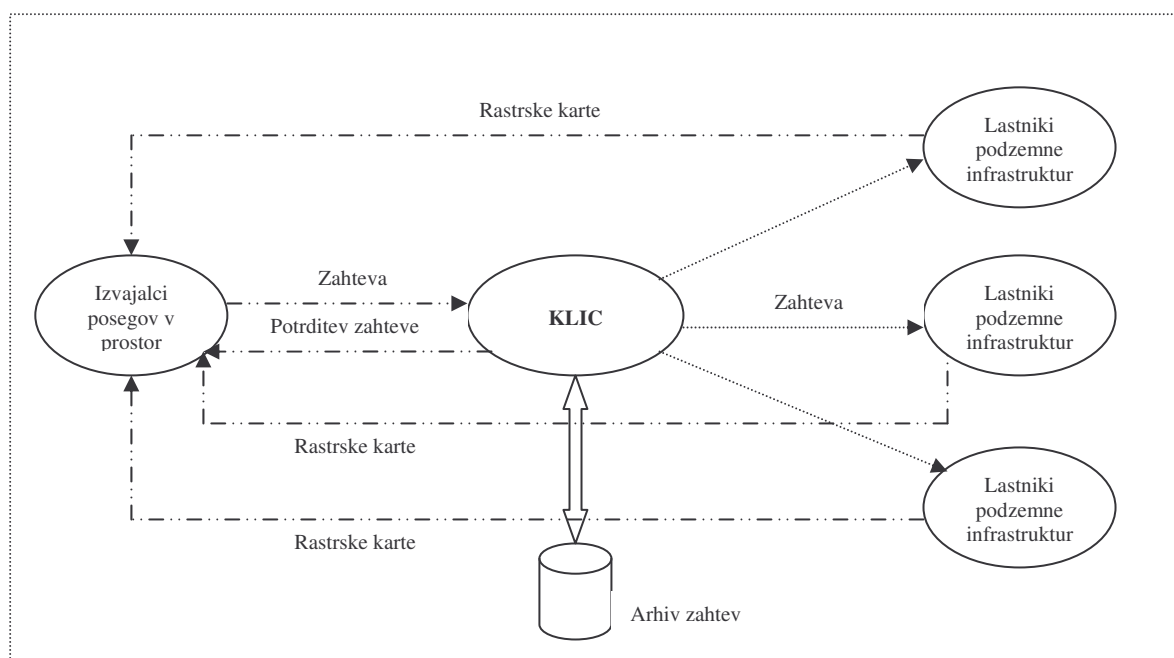
Postopkovni model:

- Vsak lastnik infrastrukture mora KLIC posredovati območja (digitalne poligone), kjer se nahaja njihova infrastruktura.
- Izvajalec posega v prostor mora pred posegom sporočiti KLIC območje posega (geolokacijo, ki je lahko podana v okviru hišnih števil).
- KLIC obvesti o posegu v prostor vse lastnike infrastrukture, ki imajo infrastrukturo na zelenem območju.

- Lastniki infrastrukture posredujejo na KLIC karto (rastrsko sliko) z geoprostorsko informacijo infrastrukture na zelenem območju.
- KLIC posreduje združeno rastrsko karto (seštevek vseh posameznih rastrskih kart lastnikov infrastrukture) tistemu, ki posega v prostor.
- Izvajalec del je dolžan posedovati pridobljene informacije (rastrsko karto združene infrastrukture) v času gradbenih del. Kontrolo izvajajo pristojne inšpekcijske službe.

Preglednica 9: Postopkovni model

Table 9: Process model

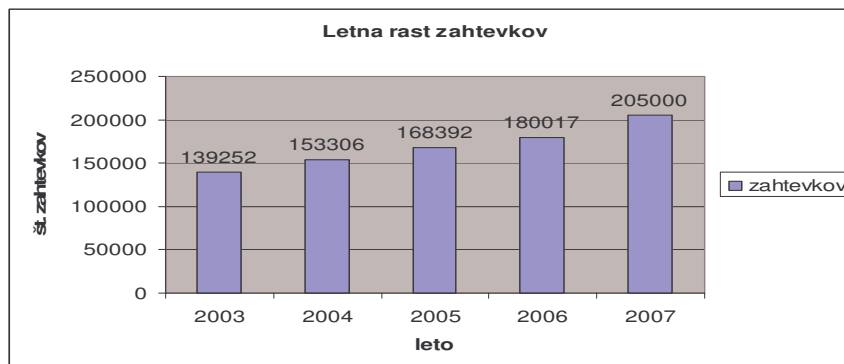


V letu 2007 je bilo evidentiranih 207.000 zahtev po informacijah o podzemni gospodarski infrastrukturi. Letna rast zahtev od leta 2003 (139252 zahtevkov) znaša 15 %. KLIC je posredoval skoraj 1.400.000 zahtev lastnikom podzemne gospodarske infrastrukture. Trenutno je na KLIC 40 zaposlenih, njihov letni proračun znaša 3 milijone evrov.

Na Nizozemskem je dostop do podatkov, ki so lastnina posameznih podjetij oziroma posameznikov, o gospodarski infrastrukturi omejen.

Preglednica 10: Letna rast zahtevkov

Table 10: Annual growth of claims



3.4.1 Evidentiranje stvarno-pravnih pravic na infrastrukturi

Nizozemska je v svoj stvarno-pravni zakonik zapisala, da so omrežja in objekti GJI nepremičnine, na katere se lahko veže stvarne pravice. Če želi potencialni lastnik infrastrukture vpisati lastništvo v zemljiško knjigo, mora notarju predložiti listine, ki dokazujejo lastništvo, in karto z izrisanim infrastrukturnim omrežjem v pdf (portable document format) formatu. Kadaster po posredovanju notarske listine podeli omrežju identifikacijsko številko. Veliko število telekomunikacijskih družb je lastništvo na infrastrukturi že vpisalo v zemljiško knjigo.

Na Nizozemskem mora vsako spremembo stvarnih pravic na nepremičnini potrditi notar. Notar pošlje notarski zapis o spremembi stvarnih pravic na Kadaster. Do sedaj so notarji pošiljali spremembe po pošti. V septembru 2005 so omogočili pošiljanje notarskih zapisov prek spleta. Notar elektronsko podpiše notarski zapis in vse priloge ter jih s pomočjo spletne aplikacije skupaj z dodatnimi informacijami o listini v XML formatu pošlje na Kadaster.

Podatki o lastništvu infrastrukture in vpis stvarno pravnih pravic niso vezani na zemljiški kataster. Za pridobitev podatka o infrastrukturi na določeni parceli, moramo narediti presek med evidencama. Presek zaradi različnih natančnosti ni popolnoma zanesljiv. Razmerje med lastnikom infrastrukture in lastnikom zemljišča ni predmet ugotavljanja Kadastra, ampak pogodbeni odnos med obema lastnikoma.

Za določitev lastništva v zemljiški knjigi so zainteresirani lastniki infrastrukture. Jasno določeno lastništvo jim omogoča:

- pravno varnost, saj so vpisani v uradni evidenci,
- dobro publiciteto, saj so lastniki vredne infrastrukture,
- prodajo omrežja,
- vpis hipoteke na omrežje in večjo možnost za najem kredita.

Zaradi povečane pravne varnosti, predvsem pa zaradi možnosti za najem kredita, se povečujejo investicije lastnikov infrastrukture v omrežje, to pa povečuje gospodarsko rast.

Če potrebnih listin, ki bi potrjevala lastništvo, potencialni lastnik ne more pridobiti, notar zavrne vlogo. Zaradi pomanjkanja listin je velikemu številu starih omrežji težko določiti lastnika. Zaradi tega predvidevajo spremembo stvarno-pravnega zakonika. Potencialni lastniki infrastrukture predlagajo, da bi se lahko potencialni lastnik (A), kljub nepopolnim listinam pogojno vpisal v zemljiško knjigo kot lastnik in obenem sklenil zavarovanje odgovornosti proti tretji osebi (B). Če bi v bodoče potencialni lastnik (B) pridobil vse potrebne listine in dokazal svoje lastništvo nad infrastrukturo, bi mu zavarovalnica na podlagi zavarovalne pogodbe, ki jo je z njo sklenil lastnik (A) lastniku (B) izplačala zavarovalnino. Lastnik infrastrukture bi z izplačilom zavarovalnine potencialnemu lastniku (B) ostal lastnik (A).

3.5 Danska

Danski register lastnikov podzemnih vodov – LER (The Danish Register of Underground Cable Owners) je bil ustanovljen v marcu leta 2005 v smislu preprečevanja nesreč, neposredne in posredne škode ter povečanja varnosti na gospodarski infrastrukturi (zemeljski plin, električna energija, telekomunikacije, pitna voda, toplovodi, odpadna voda ...). Stroški, ki so posledica poškodovanja ali uničenja posamezne infrastrukture, so ogromni. Posredni stroški, ki se kažejo npr. kot izpad dela zaradi prekinjene električne napeljave, evakuacija ljudi zaradi uhajanja plina itd., so mnogo večji od neposrednih stroškov. Nepoznavanje

lokacije objektov, ki ležijo pod površjem, privede marsikje tudi do poškodb ljudi, ki presekajo posamezen vod gospodarske infrastrukture.

- Letno se na Danskem zgodi 50.000 nesreč poškodovanja gospodarske infrastrukture.
- Škoda, ki nastane zaradi nesreč znaša 210 milijonov danskih kron (28,2 milijonov evrov).
- Skoraj 50% vse škode nastane zaradi nepoznavanja geolokacije posamezne infrastrukture (LER, 2008).

Neposredno korist vidijo lastniki posameznih vodov, upravljavci ter nenazadnje odjemalci. Iz zgoraj navedenih razlogov so se investitorji, lastniki podzemnih vodov ter danska vlada odločili vzpostaviti LER.

3.5.1 Princip delovanja LER

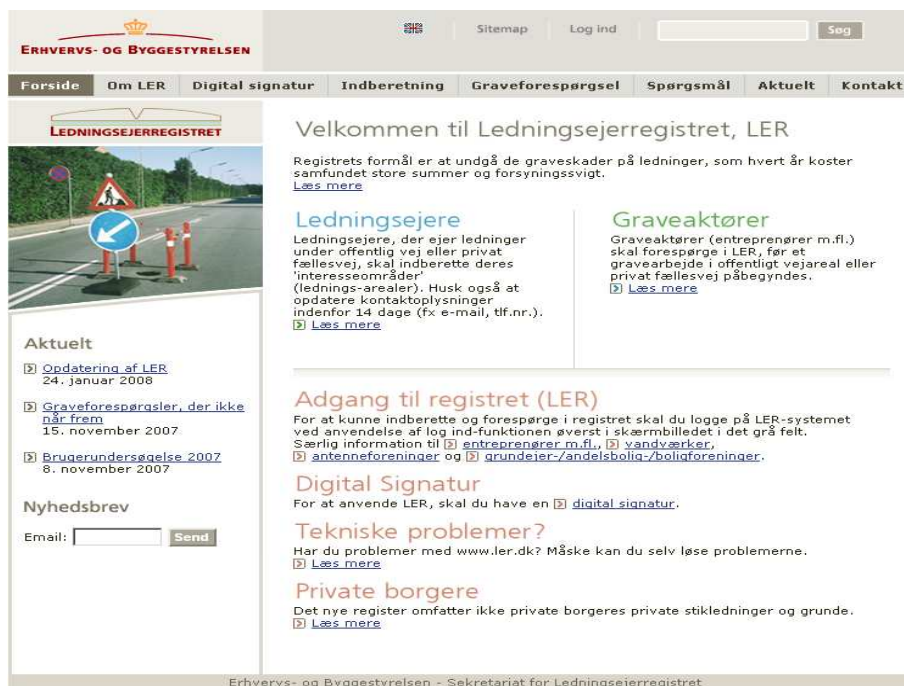
V register so vpisana vsa podjetja in organizacije, ki so lastniki podzemnih vodov na Danskem. Med 1. marcem in 1. septembrom 2005 so vsi lastniki prijavi vsebinska in geografska področja delovanja. V registru se niso evidentirale geolokacije posameznih vodov. Od 1. septembra 2005 so zakonsko obvezna poizvedovanja v registru LER za vsa podjetja, ki izvajajo posege v prostor.

LER deluje v smislu telefonskega imenika in zagotavlja kontakt med lastniki infrastrukture in izvajalci posegov v prostor. LER posreduje informacijo o lastništvu podzemne infrastrukture na določenem prostoru (regija, občina). V register je včlanjenih več kot 4.500 lastnikov (lokalne skupnosti, podjetja, upravljavci) podzemnih vodov. Na osnovi teh podatkov izvajalec posega v prostor, vzpostavi komunikacijo z lastnikom infrastrukture in pridobi podrobnejše informacije o geolokaciji posamezne infrastrukture. Državljeni niso zakonsko obvezani k sporočanju njihove podzemne infrastrukture v register LER, prav tako jim ni potrebno sporočati posameznih manjših posegov v prostor na njihovi lastnini.

3.5.2 Dostop

Dostop do registra je mogoč prek svetovnega spleta s spletnim elektronskim certifikatom, ki ga uporabniki pridobijo na spletni strani LER. Uporaba spletnih certifikatov je namenjena varnosti, prepoznavanju posameznih uporabnikov registra in vodenja njihove statistike

vpogledovanja. Manjšim podjetjem, ki ne morejo ali ne želijo uporabljati spleta je omogočena komercialna pomoč zasebnih svetovalnih podjetij. Vzpostavitev registra v smislu skupne evidence bi naj zmanjšala skupne stroške vsem uporabnikom.

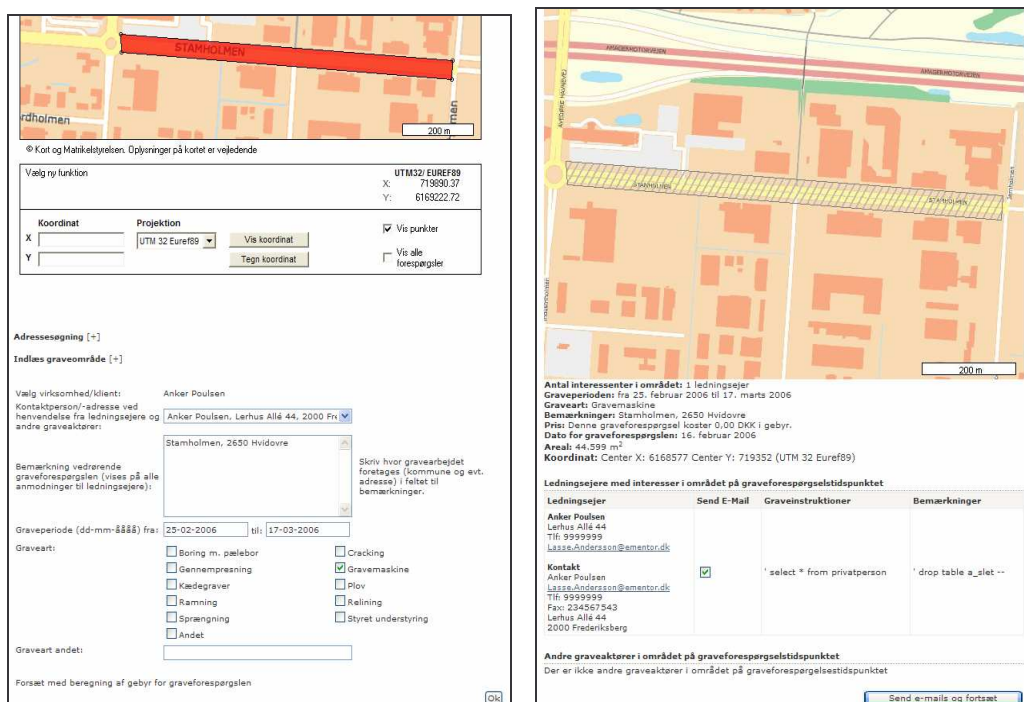


Slika 19: Spletna stran LER (<http://www.ler.dk>, 2008)

Picture 19: Web page LER (<http://www.ler.dk>, 2008)

Postopek pridobivanja informacij v registru LER je prikazan na sliki 19 poteka v naslednjih fazah:

- Označite področje (geolokacijo, ulico), kjer se bo izvajal poseg v prostor,
- podate časovni interval (datumsko) vašega dela in način izkopa,
- rezultat vašega poizvedovanja so vsi lastniki gospodarske infrastrukture na področju izvajanja gradbenih del,
- aplikacija ponuja avtomatsko generirano pošiljanje elektronske pošte posameznim lastnikom gospodarske infrastrukture, kjer se jih sprašuje po natančni geolokaciji infrastrukture v prostoru,
- ponujena je možnost telefonskega obveščanja lastnikov.



Slika 20: Prikaz poizvedovanja in rezultat poizvedovanja (<http://www.ler.dk>, 2008)
 Picture 20: Display and result of enquiry (<http://www.ler.dk>, 2008)

3.6 Združene države Amerike in Kanada

Vzpostavitev storitve »Pokliči preden koplješ« (Call before you dig) sega v leto 2004 in deluje pod okriljem Združenja za zavarovanje podzemne infrastrukture – CGA (Common Ground Alliance), ustanovljenega leta 2000 na podlagi dolgotrajne raziskave Ministrstva za promet (U.S. Department of Transportation), ki je obravnavala področje preprečevanja nenamernih poškodb na infrastrukturnih objektih. CGA je neprofitna organizacija, ustanovljena z namenom preprečevanja poškodb in škode na podzemni infrastrukturi, zaščititi človeškega življenja in izboljšanja varnosti. Združuje 170 organizacij, 1300 individualnih članov in 40 sponzorjev. Organizacija se financira prek sponzorjev, razvrščenih glede na donacije v več nivojev (platinasti, zlati, srebrni, bronasti). Sponzorji so zelo različne organizacije, predvsem velikih upravljavcev infrastruktur, ki pokrivajo velika področja v ZDA in Kanadi (naftovodi, plinovodi, elektroenergetski vodi), med sponzorji pa najdemo že zavarovalnice (povzeto po: Pokliči preden koplješ, 2008).

3.6.1 Princip delovanja storitve Pokličí preden koplješ »Call before you dig«

Storitev Pokličí preden koplješ deluje relativno enostavno. V Združenih državah Amerike in Kanadi je poznana predvsem pod telefonsko številko 811. Vsaka pravna ali fizična oseba, ki želi posegati v prostor, pri čemer niso izključeni manjši posegi, kot so graditev bazena, vrtnice za izkoriščanje geotermalne energije, posaditev dreves in nenazadnje postavitve poštnega nabiralnika, lahko pokliče brezplačno številko 811, sporoči geolokacijo posega v prostor in zaprosi za fizično označitev podzemne gospodarske infrastrukture. Klicni center omogoči uporabniku komunikacijo z ustreznimi službami in podjetji, ki so lastniki ali upravljavci podzemne infrastrukture in mu zagotovijo označitev poteka njihovih infrastrukturnih objektov. Odzivni čas posameznih služb je odvisen od trenutne zasedenosti in je ocenjen na pet do šest dni.



Slika 21: Spletna stran storitve »Call before you dig« (<http://www.call811.com/>, 2008)

Picture 21: Web page »Call before you dig« (<http://www.call811.com/>, 2008)

Organizacijsko so klicni centri organizirani v mrežo (62 lokalnih klicnih centrov). Vsak klic je preusmerjen direktno v lokalni klicni center. Uporabnik lahko kliče tudi neposredno lokalni center, kar zanj pomeni enako, kot če bi klical številko 811. Storitev vsaj do uporabnika nima praktično nobenega informacijsko podprtega vmesnika, niti niso vidni podatki, ki so osnova za označitev poteka infrastrukture na terenu. Celotna infrastruktura sistema je relativno enostavna in obsega bolj ali manj samo omrežje (telefonskih) klicnih centrov. Odgovornost za fizično označitev na terenu je na strani upravljavcev in lastnikov posamezne infrastrukture,

odgovornost klicnega centra je le, da obvesti vse upravljavce na določenem območju o nameravanem posegu.

Storitev deluje od spomladi 2005, od tedaj pa do konca leta 2007 je bilo zabeleženo 11 milijonov klicev. CGA je ocenil, da je prišlo v letu 2004 do približno 680.000 nenamernih okvar na infrastrukturnih objektih, katerim bi se dalo enostavno izogniti, če bi tisti, ki so posegali v prostor vedeli, kje se podzemna infrastruktura nahaja.

3.7 Predlog rešitve sistema zaščite gospodarske infrastrukture v Sloveniji

Sistem za zaščito infrastrukture bi bilo smiselno uvesti tudi v Sloveniji. Sistem bi moral lastnikom infrastrukture omogočati zaščito pred poškodbami. Če je lastnik infrastrukture svojo infrastrukturo evidentiral v zbirnem katastru gospodarske javne infrastrukture, ima vsak, ki posega v prostor, možnost pridobiti informacijo o lokaciji te infrastrukture v prostoru (zbirni kataster je javna evidenca). Tisti, ki je posegal v prostor bo tako vedel, da je na območju posega določena infrastruktura in bo na to pozoren. S tem vpogledom bi lahko zmanjšali možnost poškodb infrastrukture.

Pretrgal optični kabel
CELJE – Brez telekomunikacijskih povezav so v soboto dopoldne ostali prebivalci z območij Rogaške Slatine, Rogatca in Šmarja pri Jelšah. Nekaj pred pol osmo zjutraj je namreč 19-letni delavec na Grobelnem z mini bagrom kopal jarek ob železnici, pri tem pa pretrgal optični kabel. Škode je za okoli 40.000 evrov.



Slika 22: Stroški za odpravo poškodb (Delo, 7.8.2007)

Picture 22: Demage costs (Delo, 7.8.2007)

Slika 23: Posegi v prostor so neorganizirani (Delo, 13.5.2006)

Picture 23: Interventions are unorganized (Delo, 13.5.2006)

Model delovanja storitev in izmenjave podatkov med izvajalci posegov v prostor in lastniki infrastrukture, kot sta »KLIC« in »LER«, kakor je primer na Nizozemskem in Danskem, v Sloveniji najverjetneje ni mogoč. Slovenija ima centralno evidenco, v kateri se vodijo podatki o infrastrukturi, zato (dolgoročno) ne potrebujemo dodatnih informacij o območjih infrastrukture in tudi ne rastrskih kart posamezne infrastrukture. Vsa izmenjava podatkov lahko zaradi tega poteka zgolj med izvajalci posegov v prostor in Geodetsko upravo, ki vodi zbirni kataster GJI (seveda ob predpostavki, da je zbirni kataster popoln. Za popolnost in natančnost pa so odgovorni lastniki GJI). V prihodnjih letih bi bilo potrebno izdelati ustrezno zakonodajo in vzpostaviti 'službo' za izmenjavo podatkov. Izmenjava bi morala potekati tako v pisni kot digitalni obliki. Za izmenjavo podatkov bi lahko poskrbela geografska interoperabilna baza podatkov zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture (WFS) prek GML izmenjevalnega formata. Uporabniki storitve pa bi lahko zahtevali tudi pisno potrdilo oziroma dokument. Eno od ključnih vprašanj, ki se pojavlja, kako najhitreje prenesti ogromno količino podatkov, ki jih predstavlja GML izmenjevalna datoteka do uporabnika. Ključ rešitve leži v kvalitetnem komprimiranju predmetnih datotek.

3.8 Predlogi za uspešno nadgradnjo sistema v Sloveniji

Predlagamo, da se v Sloveniji spremeni ustrezna zakonodaja, ki bi omogočala vpis stvarno-pravnih pravic na objekte GJI, kar bi omogočalo lastnikom infrastrukture vpis lastništva v zemljiško knjigo. Jasno določeno lastništvo jim bi omogočalo:

- pravno varnost, saj so vpisani v uradni evidenci,
- dobro publiciteto, saj so lastniki vredne infrastrukture,
- prodajo omrežja,
- vpis hipoteke na omrežje in večjo možnost za najem kredita.

Pogoj za vzpostavitev lastninskega razmerja je, da pravni red objektu priznava lastnost samostojno individualno določene stvari. Gre za uresničevanje načela specialnosti lastnine in stvarnih pravic, ki izhajajo iz 6. člena Stvarno pravnega zakonika (Uradni list RS, št. 87/2002). Omrežje gospodarske javne infrastrukture v veljavni zakonodaji praviloma nima lastnosti

samostojne stvari in je na tak ali drugačen način povezan z nepremičnino, kjer nadalje velja splošno načelo povezanosti zemljišča in objekta, po katerem vsak objekt predstavlja sestavino zemljišča (načelo *superficies solo cedit*). To velja tudi v primerih, ko je upravljavec omrežja gospodarske javne infrastrukture lastnik zemljišča. Tudi v teh primerih omrežje samo ni samostojna stvar in oblastveni položaj se na omrežje razteza preko lastnika zemljišča. V veljavnem sistemu je izjema primer stavbne pravice, ki edina omogoča, da ima objekt v času njenega trajanja lastnost samostojne stvari. Vendar gre zaradi narave stavbne pravice le za začasen položaj. Pravni red pozna izjeme od načela specialnosti stvarnih pravic in načela povezanosti zemljišča in objekta, kar kaže na možnost, da se za omrežja gospodarske javne infrastrukture določi poseben pravni režim, ki bi omrežje določil kot stvar in s tem tudi za predmet stvarnih pravic.

Predhodno bi bilo potrebno dobro določiti model evidentiranja stvarno-pravnih pravic in predvideti posledice. Nizozemci nimajo centralne evidence o GJI na državni ravni, zaradi tega ne morejo neposredno povezati objekta (v zbirnem katastru) z lastništvom (v zemljiški knjigi). Za vpis lastništva v zemljiško knjigo morajo zaradi tega lastniki posredovati karto z izrisanim infrastrukturnim omrežjem v PDF (Portable Document Format) formatu. Ker imamo v Sloveniji centralno evidenco, bi lahko z identifikatorji (iz zbirnega katastra GJI) vzpostavili neposredno povezavo med zemljiško knjigo in ZKGJI, kjer bi osnovno enoto povezovanja predstavljal enolični identifikator zbirnega katastra GJI. Predvidevamo, da bi bilo v zbirni kataster potrebno uvesti tudi identifikator omrežij.

4 INTEROPERABILNOST IN STANDARDI

Interoperabilnost ali medopravilnost (interoperability) je izraz, ki ga v vsakdanjem življenju redko srečamo, čeprav bi bilo naše življenje bistveno drugačno, če interoperabilnosti ne bi bilo. Iz lastnih izkušenj vemo, kakšne težave nam povzročijo drugače oblikovane vtičnice, drugačna napetost v električnem omrežju ali drugačna smer vožnje. Interoperabilnost v teh primerih očitno ni dosežena. Neformalna in posplošena definicija interoperabilnosti bi torej bila naslednja:

Interoperabilnost omogoča polno funkcionalnost naprav, postopkov in pravil v najrazličnejših situacijah in okoljih.

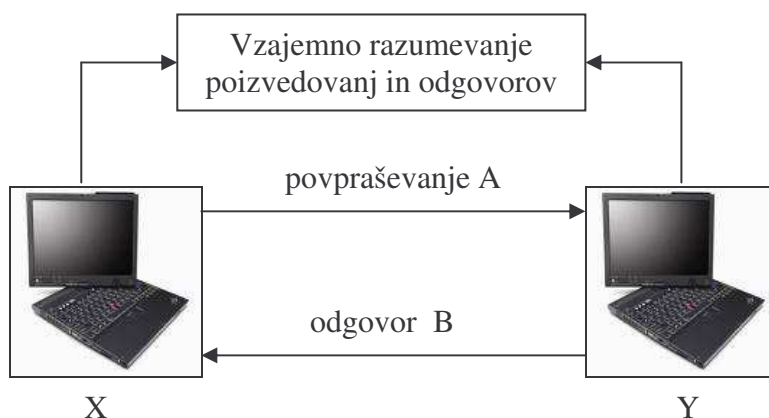
Interoperabilnost je pogoj, ki je izpolnjen takrat, ko se podatki ali storitve med elektronskimi sistemi in/ali njihovimi uporabniki lahko izmenjujejo zanesljivo in (navidezno) neposredno. Izpolnjevanje pogoja interoperabilnosti omogoča, podpira in pospešuje delitev obdelav ter porazdeljevanje podatkov med različnimi sistemi. Interoperabilnost je zmožnost komuniciranja, izvajanja programov in prenosa podatkov med različnimi funkcionalnimi enotami na način, ki od uporabnika ne zahteva posebnega poznavanja tehničnih značilnosti takšnih naprav.

Stvarna interoperabilnost, je sposobnost dveh sistemov, da izmenjujeta podatke in izmenjane podatke tudi uporabljata. Odvisna je od več dejavnikov in je časovno pogojena. Gibanje za medopravilnost sega v začetke devetdesetih let dvajsetega stoletja, vendar so končni uporabniki še vedno ujeti v probleme neoperabilnosti (Čeh, 2002). Obstaja več ravni interoperabilnosti (Bishr, 1997):

- komunikacijska povezljivost,
- interoperabilnost na sistemski ravni,
- interoperabilnost na podatkovni ravni, ki pomeni možnost izmenjave podatkov in splošno,
- interoperabilno interpretacijo pomena podatkov,

- interoperabilnost, ki se nanaša na zakone, pravilnike, pogodbe in podobno, kar zagotavlja pravice uporabnikov za uporabo sistemov in izmenjavo podatkov, institucionalna medopravilnost je večkrat omejena z določenimi prepovedmi izmenjave in uporabe podatkov.

Interoperabilnost je sposobnost sistema oziroma njegovih komponent za zagotavljanje porazdeljevanja informacij in nadzor postopkov sodelovanja med aplikacijami (Čeh, 2002). Dva sistema X in Y lahko interoperabilno sodelujeta (Slika 22). Če lahko sistem X pošlje poizvedovanje po storitvi A sistemu Y, ob vzajemnem razumevanju storitve A s strani X in Y sistema; in sistem Y lahko vrne sistemu X odgovor B ob vzajemnem razumevanju odgovora B kot odgovora na poizvedovanje A s strani sistemov X in Y.



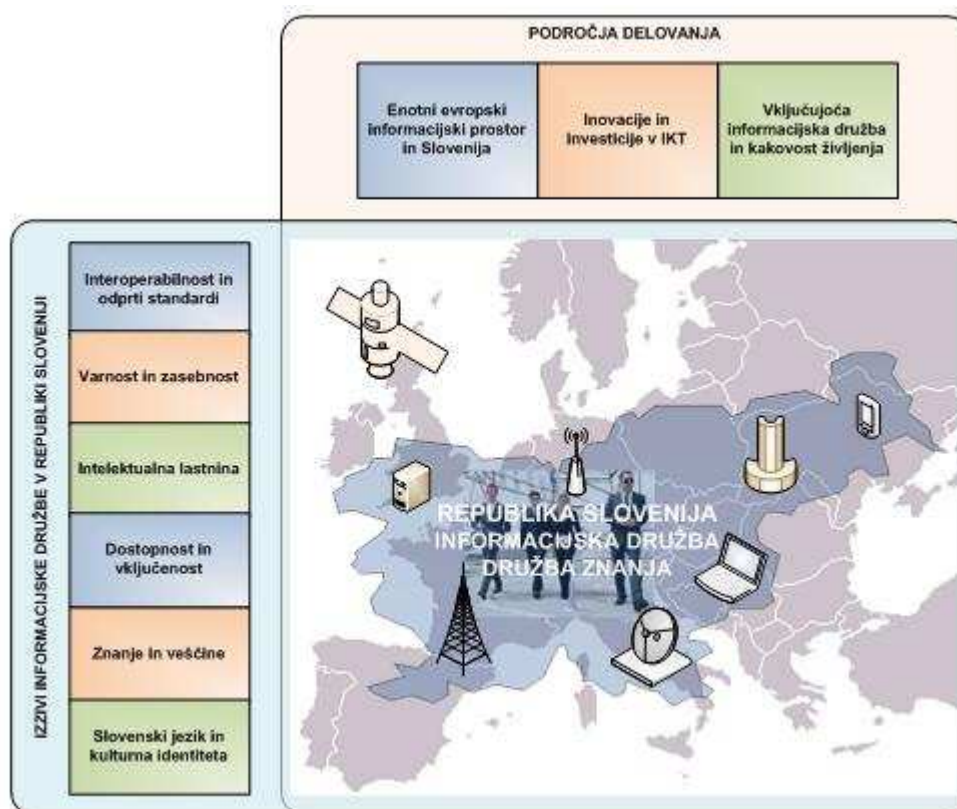
Slika 24: Interoperabilnost na nivoju informacijskih sistemov (Bishr, 1997)

Picture 24: Information system interoperability (Bishr, 1997)

4.1 Izzivi razvoja interoperabilnosti opredeljeni v strategiji razvoja informacijske družbe v Republiki Sloveniji

Struktura strategije razvoja informacijske družbe v Republiki Sloveniji si2010 je zasnovana v skladu z usmeritvami i2010 (Evropska informacijska družba za rast in razvoj), kar omogoča jasno povezavo med evropskimi in nacionalnimi prednostnimi nalogami. To omogoča boljši pregled področja delovanja in na podlagi tega učinkovitejše merjenje učinkov izvajanja dejavnosti. Pregled strukture prikazuje spodnja slika. Strategija vključuje tri osnovna področja izvajanja ukrepov (vertikale), ki se nanašajo na temeljne prednostne naloge i2010, ter šest

načel delovanja – vsako z vidika posameznega izziva – (horizontale), v skladu s katerimi se bodo izvajali predvideni ukrepi na teh področjih. Eno izmed področij je interoperabilnost in odprti standardi (si2010, 2007).



Slika 25: Struktura strategije si2010, ki informacijsko družbo in družbo znanja obravnava na treh področjih delovanja in z vidika več horizontalnih načel delovanja (Si2010, 2007)

Picture 25: Structure of strategy si2010, that he deals with information society and society of knowledge on three fields of activity and from point of view of more horizontal principles of activity (Si2010, 2007)

Si2010 sledi evropski pobudi i2010, v kateri so predstavljene poglobitve strateške usmeritve Evropske unije. Poleg evropskih usmeritev upošteva si2010 tudi vse pomembne nacionalne strateške dokumente, kot so:

- Strategija razvoja Slovenije,
- Državni razvojni program 2007-2013 in
- Resolucija razvojnih projektov 2007–2023.

V njih sta razvoj in učinkovita uporaba informacijskokomunikacijskih tehnologij predstavljena kot eno od ključnih sredstev za doseganje ciljev večje in hitrejše rasti ter razvoja Republike Slovenije. Namen si2010 je opredeliti nacionalni okvir spodbujanja razvoja informacijske družbe v Sloveniji do leta 2010 ter tako postaviti usmeritve razvoja, ki upoštevajo tehnološki, družbeni in zakonodajni okvir. Si2010 opredeljuje ustrezna načela delovanja in konkretna področja delovanja, podrobnejšo obravnavo posameznih področij (konkretni cilji, kazalniki in ukrepi) pa prepušča področnim strategijam in akcijskim načrtom, ki jih z vidika države oblikujejo posamezna ministrstva. Glavni cilj si2010 je pospešiti nadaljnji razvoj informacijske družbe, ki bo pomembno vplivala na povečanje inovativnosti in konkurenčnosti slovenskega gospodarstva in družbe. Prostorsko in nepremičninsko področje je v dokumentu predstavljeno v priloženi obliki in bo ena od dobrih podlag za usmerjanje nadaljnega razvoja zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture kot dela nepremičninskega in geodetskega razvoja (Lipej, 2007).

Prostor in nepremičnine sta pomembni področji za družbo tudi glede na informacijsko družbo, ko govorimo o e-prostoru in nepremičninah. Temelj za pospešen razvoj obeh področij je sprotno in natančno evidentiranje nepremičnin oziroma prostora. V zadnjih letih so bili v Republiki Sloveniji postavljeni temelji digitalnih prostorskih in nepremičninskih podatkov, ki so osnova za vse druge uporabnike. Podatki o nepremičninah se danes vodijo v več osnovnih evidencah (zemljiški kataster, kataster stavb, zemljiška knjiga). V nastajanju sta novi evidenci, in sicer register nepremičnin (večnamenska zbirka podatkov o nepremičninah) ter zbirni kataster o gospodarski in javni infrastrukturi. Storitve in rešitve e-prostora in nepremičnin je potrebno gledati kot konkurenčno prednost in ne le kot tehnologijo, saj omogoča ne samo delovanje na izvedbeni ravni, ampak lahko s smotrno uporabo omogoča nove storitve za številne uporabnike. Ravno zaradi velikih sprememb v informacijski podpori se pri evidentiranju nepremičnin dogajajo obsežne spremembe tudi v družbi. Podatki o nepremičninah so nujno potrebni za delo praktično vseh ministrstev, občin in lokalnih skupnosti, pogosto pa tudi za gospodarstvo in fizične osebe, zato je za evidentiranje nepremičnin potrebna kakovostna informacijska podpora, s katero je veliko dejavnosti usmerjenih v povezljivost – vzpostavljajo se dvosmerne informacijske povezave (Lipej, 2007).

Vizija: Z zagotavljanjem popolnih, točnih, aktualnih in na enem mestu dostopnih prostorskih in nepremičninskih podatkov zadovoljiti uporabnike in pripomoči k varstvu lastnine državljanov ter k bolj urejenim odnosom v družbi.

Strateški cilji:

- prenova in združevanje nepremičninskih evidenc v enoten in navzven povezljiv informacijski sistem,
- zagotovitev možnosti za izpolnitev zahtev evropske direktive INSPIRE za zagotavljanje državne in evropske prostorske podatkovne infrastrukture,
- vzpostavitev enotne organizacijske strukture za celovito evidentiranje vseh podatkov o nepremičninah,
- vzpostavitev sistema posplošene tržne vrednosti nepremičnin in množičnega vrednotenja nepremičnin za obdavčenje nepremičnin ter izboljšanje preglednosti in učinkovitosti nepremičninskega trga,
- urejanje osnovnih geodetskih sistemov z upoštevanjem topografskih in kartografskih standardov z uvajanjem standardiziranih tehnoloških rešitev, ki bodo omogočale elektronsko poslovanje.

Področja delovanja:

- zagotavljanje popolnih, točnih, aktualnih in na enem mestu dostopnih podatkov o nepremičninah v povezani večnamenski zbirki,
- umeščanje vzdrževanja nepremičninskih evidenc v družbo, saj to ni le naloga ene javne institucije, temveč celotne družbe,
- podpiranje razvoja nepremičninskega sistema in razvijanje povezanega topografskega sistema zaradi podpore izvajanju politike urejanja prostora in okolja ter kmetijske in zemljiške politike,
- urejanje nepremičninskega trga z zagotavljanjem celovite in uporabniku prijazne storitve, s katero bo uporabnik vedno kadarkoli in v najkrajšem mogočem času na

enem mestu pridobil zahtevane podatke in potrdila oziroma opravil želene storitve (Si2010, 2007).

V dokumentu Evropski interoperabilnostni okvir (EIF - European Interoperability Framework), ki je nastal na podlagi komunitarnega evropskega programa IDABC (Interoperable Delivery of pan-European eGovernment Services to Public Administrations, Businesses and Citizens), interoperabilni okvir definiran kot nabor standardov in navodil, ki določajo način interakcije med upravami držav, podjetji in državljani Evropske unije (www.comptia.org/issues/docs). Pomembno je, da so se načrtovalci EIF zavedali dinamike na tem področju, saj je okvir zasnovan dovolj splošno, da omogoča prilagajanje novim tehnologijam, novim standardom in novim administrativnim postopkom. Študija jasno definira pomen interoperabilnosti računalniških sistemov na evropski ravni, in sicer kot razširitev nacionalnih interoperabilnostnih sistemov. Uprave članic pa se morajo zavedati svoje odgovornosti po vključevanju v evropski interoperabilni okvir. Če torej članice želijo delovati na vseevropskem nivoju, morajo že imeti vzpostavljeno nacionalno interoperabilno strukturo, okvir ali kakšno drugo ustrezno tehnološko rešitev, ki zagotavlja podporo e-upravi.

Formalno lahko interoperabilnost na podlagi EIF obravnavamo na treh nivojih:

- Organizacijska interoperabilnost (organisation interoperability), le ta se ukvarja z definiranjem poslovnih ciljev, modeliranjem poslovnih procesov in definiranjem načina sodelovanja posameznih evropskih uprav in uprav članic, ki želijo izmenjati informacije, pri čemer pa lahko imajo različne interne strukture in procese. Organizacijska interoperabilnost vključuje tudi uporabnika s postavitvijo organizacijskih postopkov, ki so enostavni, dostopni in prilagojeni uporabniku.
- Semantična interoperabilnost (semantic interoperability), le ta definira načine popolnega razumevanja izmenjanih podatkov pri vseh aplikacijah, ki sodelujejo v interoperabilnem procesu. Z drugimi besedami, semantična interoperabilnost omogoča, da sistemi pridobivajo informacije, jih kombinirajo z internimi in jih nadalje obdelujejo.
- Tehnična interoperabilnost (technical interoperability). Ta nivo določa tehnične vidike povezovanja računalniških sistemov in računalniških storitev.

Hipoteza raziskave zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture je:

Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture je interoperabilen na vseh treh nivojih formalne interoperabilnosti po Evropskem interoperabilnostnem okvirju

Konvergenca medijev, tehnologij in naprav prinaša skupaj z univerzalnim dostopom na svetovnem spletu vrsto izzivov glede ustrezne pravne obravnave posameznih področij, načinov uporabe tehnologij in storitev ter načina in vrste interakcije v kibernetičnem prostoru. Nekateri od teh izzivov so globalni in se nanašajo na nadaljnji razvoj informacijske družbe v celoti, drugi so lokalni in se nanašajo predvsem na nacionalne značilnosti in prednostne naloge. Razvoj bo potekal v smer, ki jo bomo izbrali in oblikovali sami.

Slovenija je v četrtem poglavju Strategije informacijske družbe v Republiki Sloveniji (si2010), sprejete na 128. redni seji Vlade Republike Slovenije, 29. junija 2007, opredelila izzive in načela delovanja pri razvoju interoperabilnosti.

Glavno načelo delovanja:

- Slovenija bo dejavno podpirala vzpostavljanje interoperabilnosti pri razvoju izdelkov in storitev informacijske družbe v skladu z EIF, vključno z razvojem in uporabo odprtih standardov.

Glavnemu načelu razvoja in uporabe odprtih standardov poizkušamo razvijalci Zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture slediti v smislu definiranja pravilnega izmenjevalnega formata, zagotavljanja informacijske infrastrukture ter uporabe odprtih standardov.

4.1.1 Interoperabilnost in odprti standardi

Eden od najpomembnejših načinov za zagotavljanje interoperabilnosti je uporaba odprtih standardov. Opredelitev odprtih standardov v EU je povezana predvsem z utemeljitvijo, ki jo definira EIF. Ta opredeljuje odprti standard kot tisti, ki:

- ga razvija in vzdržuje nepridobitna ustanova, njegov razvoj in sprejem pa potekata v odprtem procesu odločanja, ki vključuje vse zainteresirane deležnike,
- je kot specifikacija dostopen brezplačno ali za nominalno vsoto ter omogoča pod temi pogoji prosto kopiranje, distribucijo in uporabo,
- omogoča nepreklicen brezplačen dostop do morebitne intelektualne lastnine (patentov),
- je brez omejitev glede ponovne oziroma poznejše (angl. re-use) uporabe standarda.

Interoperabilnost na podlagi odprtih standardov tako omogoča hitrejši razvoj in uveljavitev inovacij (tehnoloških, organizacijskih, procesnih), s čimer spodbuja hitrejše širjenje znanja, vključenost, inovativnost in konkurenčnost celotne družbe. Interoperabilnost na podlagi odprtih standardov za storitve in izdelke na področju informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) je eden najpomembnejših pogojev za uspešen razvoj informacijske družbe. Trg IKT se nenehno razvija, označujejo ga globalnost, konkurenčnost, liberalizacija telekomunikacij in storitev, konvergenca IKT ter vse bolj tudi medijskih tehnologij in storitev. IKT je prisotna povsod, uporabljajo jo v vseh industrijskih panogah. Uporabniška in razvojna skupnost storitev in izdelkov IKT je tako ena najbolj dinamičnih in spreminjajočih se skupnosti. V takih okoliščinah prinaša interoperabilnost na podlagi odprtih standardov za uporabnike izdelkov in storitev IKT pomembne pozitivne učinke, saj jim omogoča:

- večjo svobodo izbire,
- boljše in kakovostnejše izdelke in storitve z dodano vrednostjo, ki se morajo predvsem prilagajati posebnim zahtevam uporabnika neodvisno od tehnologije,
- onemogočanje omejevanja na posamezne rešitve in tehnologije in s tem boljši nadzor nad vlaganjem,
- povezovanje raznovrstnih uporabniških programov, sistemov in procesov za zadovoljitev posebnih potreb, kar omogoča učinkovit razvoj, vzdrževanje in nadgrajevanje rešitev v celotnem življenjskem ciklu,
- zagotavljanje večje varnosti uporabe in s tem povečevanje zaupanja v izdelke in storitve,

- večjo možnost pluralnosti v okolju, vse večje konvergence elektronskih in medijskih storitev, kar zagotavlja svobodo izražanja in pravico do obveščnosti.

Hkrati prinaša bistvene učinke tudi na ponudnike (industrijo IKT), posebej za mala in srednja podjetja, ki v EU prevladujejo. Interoperabilnost, ki temelji na odprtih standardih, malim in srednjim podjetjem, kot ponudnikom:

- omogoča lažji vstop na trge in njegovo širitev,
- onemogoča podvajanje razvoja (delitev znanja, informacij) in s tem omogoča delitev razvojnih vlaganj, kar v skladu z ekonomijo obsega omogoča hitrejšo povrnitev vlaganja,
- zmanjšuje čas za prodor na trg ne samo zaradi tehnološke skladnosti s standardom, temveč tudi zaradi večjega zaupanja uporabnikov,
- zmanjšuje poslovno tveganje za razvoj novih inovativnih konkurenčnih izdelkov in storitev.

Eden od najpomembnejših načinov za zagotavljanje interoperabilnosti je uporaba odprtih standardov. Opredelitev odprtih standardov v EU je povezana predvsem z utemeljitvijo, ki jo temu daje EIF. Ta opredeljuje odprti standard kot tisti, ki:

- ga razvija in vzdržuje nepridobitna ustanova, njegov razvoj in sprejem pa potekata v odprtem procesu odločanja,
- je kot specifikacija dostopen brezplačno ali za nominalno vsoto ter omogoča pod temi pogoji prosto kopiranje, distribucijo in uporabo,
- omogoča brezplačen dostop do morebitne intelektualne lastnine (patentov),
- je brez omejitev glede ponovne uporabe standarda (angl. re-use).

Interoperabilnost na podlagi odprtih standardov tako omogoča hitrejši razvoj in uveljavitev inovacij (tehnoloških, organizacijskih, procesnih), s čimer spodbuja hitrejšo širjenje znanja, vključenost, inovativnost in konkurenčnost celotne družbe.

4.2 Organizacijska interoperabilnost z vidika prostorskih podatkov

Organizacijska interoperabilnost se po definiciji ukvarja s poslovnimi cilji, modeliranjem poslovnih procesov in definiranjem načina sodelovanja posameznih institucij, ki želijo izmenjati informacije, pri čemer imajo lahko različne interne strukture in procese. Organizacijska interoperabilnost vključuje tudi uporabnika s postavitvijo organizacijskih postopkov, ki so enostavni, dostopni in prilagojeni uporabniku (GZC, 2005).

Potrebno je opredeliti splošno vlogo javne uprave oziroma javnega sektorja pri postavitvi ciljev javne uprave na področju interoperabilnosti prostorskih podatkov in preko tega ugotoviti, katere storitve bo javna uprava uporabnikom nudila. Študije, ki so se v preteklosti posredno ali neposredno ukvarjale z vlogo javne uprave na področju prostorskih podatkov:

- V želji, da bi zagotovili dostopnost do ustreznih harmoniziranih in kakovostnih geografskih prostorskih podatkov, sta Evropski parlament in Svet EU pripravila predlog direktive o vzpostavitvi infrastrukture za prostorske informacije v Skupnosti imenovane tudi INSPIRE (Petek, 2006). Iniciativa daje jasne usmeritve glede ureditve dostopnosti, izmenjave, ponovne uporabe in drugih vprašanj v okviru prostorske podatkovne infrastrukture na evropski ravni in na ravni posameznih držav članic skupnosti.
- Poslovni model delovanja Slovenske geoinformacijske infrastrukture na podlagi metodologije WCA (Work Centerd Analysis). Projekt Ministrstva za okolje in prostor iz leta 2000. Ta projekt postavlja okvire organizacije omrežja Geoinformacijskih centrov kot hrbtenice geoinformacijske infrastrukture. S pomočjo posebne metodologije WCA (Work Centerd Analysis), katere okvir predstavlja šest med seboj povezanih elementov sistema, so obravnavane različne storitve, procesi, nosilci in drugi vidiki v organizaciji geoinformacijske infrastrukture. Skoraj identičen način obravnave je uporabljen tudi v nadaljevanju pri obravnavi zbirnega katastra GJI.
- Projekt posodobitev evidentiranja nepremičnin iz leta 2003 obravnava med drugim tudi strategijo pokrivanja stroškov na nepremičninskem področju. Projekt je obravnaval možnosti delovanja nepremičninskih evidenc (kamor po definiciji spada

tudi Zbirni kataster gospodarske infrastrukture) z vidika pokrivanja stroškov delovanja. Obravnavani so različni modeli od proračunskega financiranja, delnega pokrivanja stroškov s strani uporabnikov, do popolnega pokrivanja stroškov s strani uporabnikov. Projekt je zanimiv, ker lahko model pokrivanja stroškov posredno kaže tudi na organizacijski vidik delovanja javnih evidenc.

- Poslovni načrt sistema za podporo lokacijskim storitvam, projekt Ministrstva za informacijsko družbo in Geodetske uprave RS, 2004. Ta študija obravnava model uveljavitve lokacijskih storitev v Republiki Sloveniji in je z našega vidika pomembna, ker postavlja okvire za vzpostavitev infrastrukture, ki je delno organizirana v javnem sektorju, v precejšnjem delu pa deluje v zasebnem sektorju. Pomembno pri tem je, da lahko določene funkcije, ki so v domeni javne uprave oziroma so definirane kot javne funkcije, izvajajo tudi akterji zasebnega sektorja ali mešanega javno-zasebnega sektorja. Prav sobivanje javnega in zasebnega sektorja pa se kaže kot edina možnost pri izgradnji sistema zbirnega katastra GJI v Sloveniji.

Največkrat uporabljen model interoperabilnosti na nivoju javne uprave, uporablja princip oblikovanja t.i. »življenjskih dogodkov« za državljane oziroma »gospodarskih epizod« za podjetja. Osnovni namen oblikovanja takih paradigem je osvoboditi državljane in podjetja dela, za katerega je (ali naj bi bil) usposobljen javni sektor.

Temeljni cilj interoperabilnosti zbirnega katastra GJI je skladno s tem lahko zelo podoben osnovnemu poslanstvu samega zbirnega katastra GJI:

Zbirni kataster GJI je minimalno skupno podatkovno jedro podatkov o GJI oziroma najmanjši skupni imenovalec potreb po podatkih GJI vseh, ki se srečujejo v prostoru. Sistem je v širšem smislu integrator upravljavcev podatkov in uporabnikov podatkov in ni samo baza podatkov, pač pa celotni sistem, kjer je ključno poslanstvo infrastruktura, ki podpira tako upravljavce kot uporabnike podatkov.

Tako definiran cilj nedvoumno kaže na to, da je potrebno tako funkcijo zagotoviti na nivoju javne uprave, pri čemer pa lahko sama organizacijska rešitev vključuje tudi akterje zasebnega sektorja.

4.2.1 Model opredelitve elementarnih storitev

Ključni del opredelitve sistema zbirnega katastra GJI je definiranje t.i. elementarnih storitev in izdelkov, ki so potrebni zato, da posamezni uporabniki lahko uporabijo podatke v svojih procesih. »Elementarne storitve« imenujemo tiste storitve, ki so potrebne, da se lahko razvijejo druge storitve oziroma, da se lahko izvajajo posamezne funkcije in procesi pri posameznih uporabnikih. Kot elementarne storitve bomo v nadaljevanju razumeli tiste storitve, ki jih bo zagotavljala javna uprava ali še bolje, to so storitve, ki so v javnem interesu.

Čeprav je res, da je »javni interes« dostikrat težko natančno določiti in s tem razmejiti funkcije javne uprave, bi imeli pri tem resne težave, če bi vztrajali na dokončnosti. To je še posebej aktualno v času ugotavljanja, kakšna naj bo funkcija države in kateri sistemi in infrastrukture naj bodo zagotovljeni v okviru proračunskih sredstev, katere funkcije pa naj bodo prepuščene trgu in zasebnemu sektorju. Potrebno je razumeti, da so lahko nekatere javne funkcije in storitve »prepuščene« ali bolje »dodeljene« zasebnemu sektorju, ki pa jih ta izvaja skladno z vnaprej določenimi pravili in pod nadzorstvom javnih institucij. Klasične primere take organizacije zelo pogosto srečamo prav na področju gospodarske javne infrastrukture, kjer so javne službe kot koncesionarsko razmerje med lastnikom (državo ali občino) in izvajalcem pravzaprav prej pravilo kot pa izjema.

Omeniti velja še en model izvajanja javnih funkcij, ki je poznan predvsem v anglosaških deželah: javno funkcijo opravlja organ javne uprave, ta pa deluje praktično popolnoma po tržnem principu – vse storitve zaračunava uporabnikom in se mora zato ves čas prilagajati zahtevam uporabnikom in delovati praktično enako racionalno in poslovno kot zasebni sektor. Gre za princip popolnega pokrivanja stroškov delovanja sistema, ki torej lahko velja tudi za organ javne uprave, seveda če je taka strateška oziroma politična odločitev države in je temu primerna klima v okolju – pomeni, da je okrog tega mogoče doseči ustrezno soglasje. Potrebno je tudi kar nekaj tradicije na tem področju.

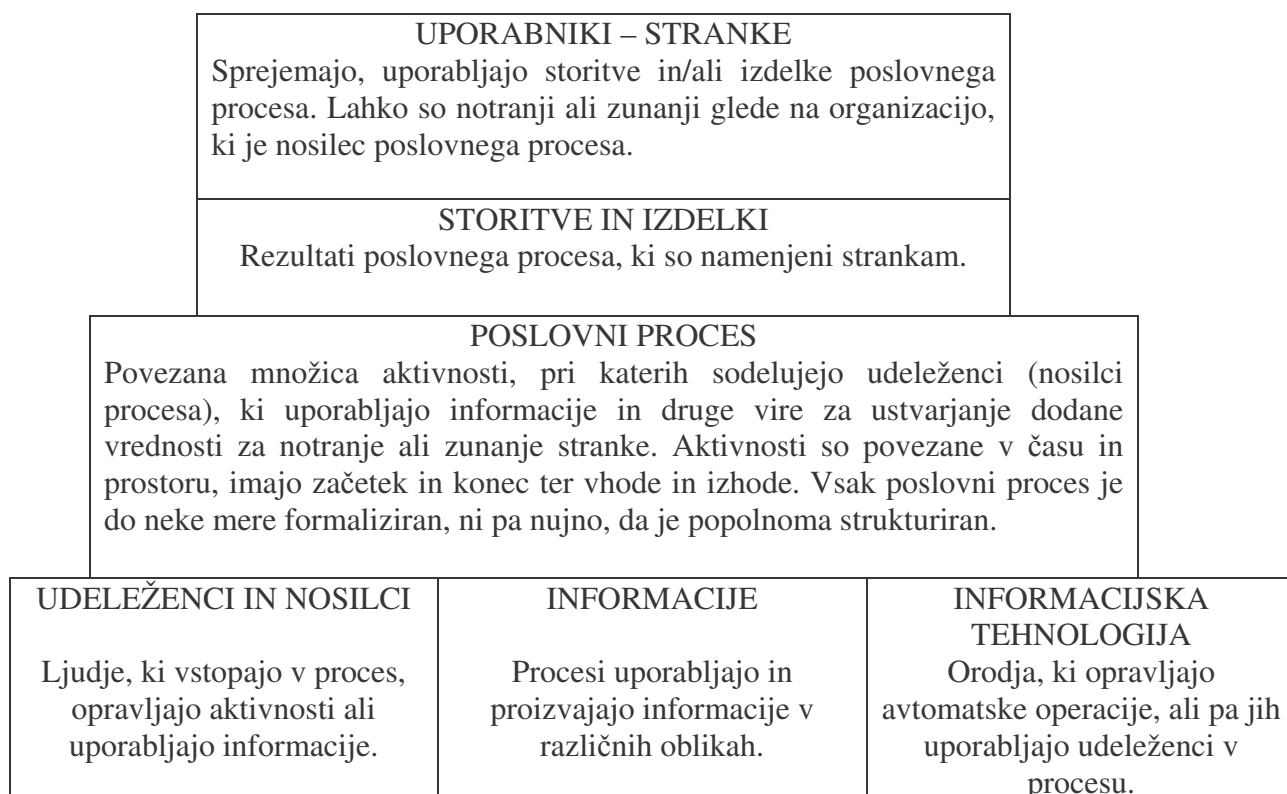
4.2.2 Predstavitev sistema zbirnega katastra GJI

Predstavitev sistema zbirnega katastra je v tem poglavju osredotočena na priporočila glede postavitve nacionalnih interoperabilnostnih okvirjev, kjer so pomembni štirje elementi:

uspešnost, učinkovitost, fleksibilnost in jasnost. Oblikovanje »življenjskih dogodkov« oziroma »gospodarskih epizod« je strogo povezano z obravnavanjem sistema kot celote.

Profesor na univerzi v San Franciscu, Steven Alter, je opredelil WCA kot metodologijo za obravnavo poslovnega procesa in informacijskega sistema, ki podpira ta poslovni proces. Grafično lahko ponazorimo metodologijo s pomočjo piramide, ki postavlja v središče obravnave poslovni proces in vključuje šest osnovnih elementov (Alter, 1999):

- stranke oz. uporabnike,
- storitve in izdelke,
- poslovne procese,
- udeležence oziroma nosilce poslovnih procesov,
- informacije in
- informacijsko tehnologijo.



Slika 26: Piramida WCA metodologije (Alter, 1999)

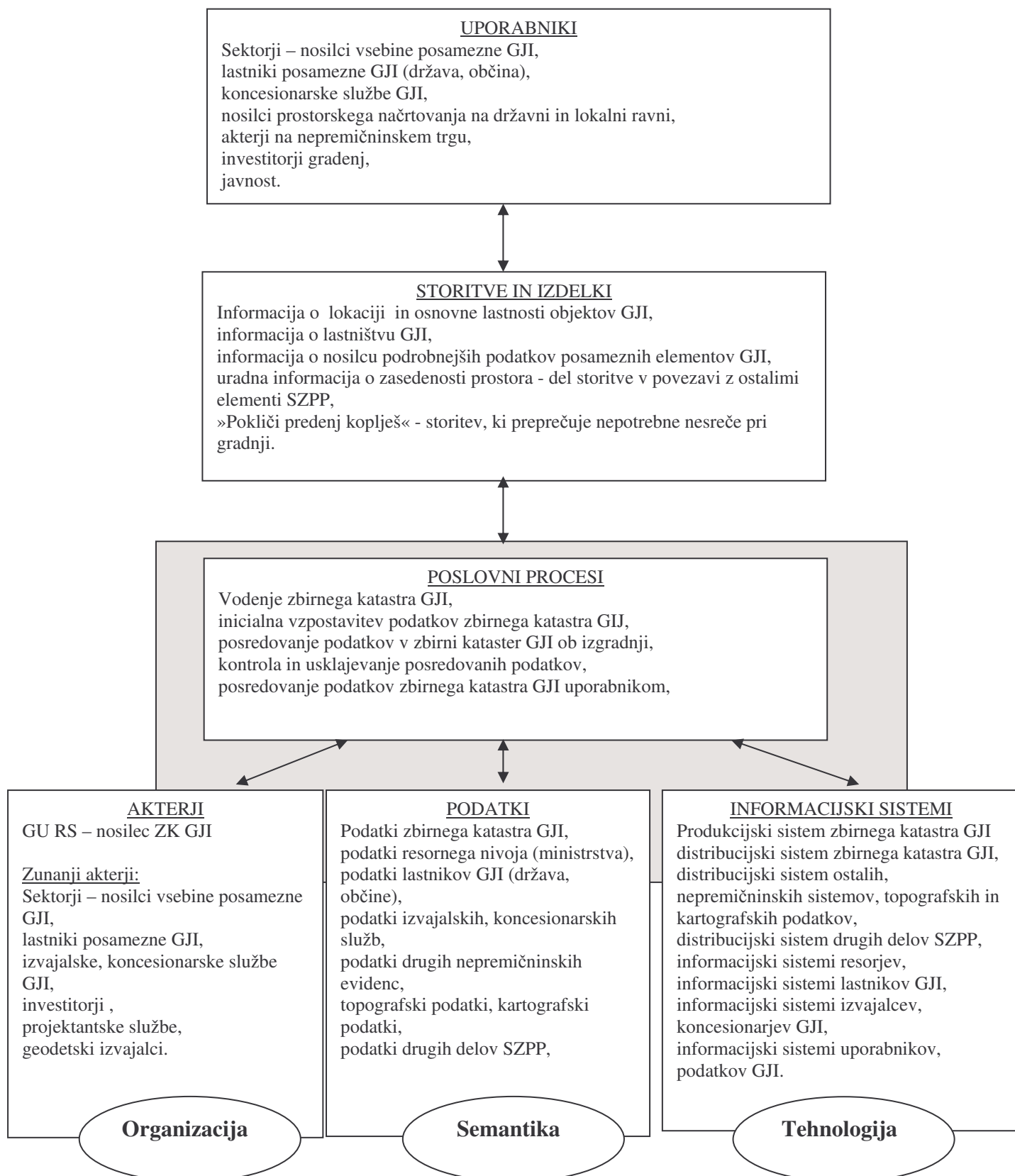
Picture 26: Pyramid of WCA methodology (Alter, 1999)

Metodologija WCA predpostavlja, da se poslovni proces obravnava z vidika petih elementov:

- Arhitektura poslovnega procesa: Opisuje, katere so komponente obstoječega ali predvidenega sistema in medsebojno povezljivost komponent. V komponente sistema se štejejo procesi, organizacija, informacije, tehnologija. V arhitekturi poslovnega procesa obravnavamo delovni postopek (vhodi in procesi, ki zagotavljajo vhode, zaporedje aktivnosti, opravil in korakov poslovnega procesa ter izhodi in poslovni procesi, ki prejmejo izhode) in značilnosti poslovnega procesa (stopnja strukturiranosti, raven sodelovanja, stopnja integracije, kompleksnost, stopnja odvisnosti od tehnologije, sorazmerje med načrtovanjem, izvajanjem in nadzorom, obravnavanje napak in izpadov).
- Procesne značilnosti sistema: Opisujejo, kako dobro sistem oziroma komponente sistema delujejo. Razlikujemo pogled stranke oziroma uporabnika storitev, za katerega je ključna kvaliteta storitve, in interni pogled, kjer lahko obravnavamo učinkovitost procesa.
- Infrastruktura poslovnega procesa: Sem štejemo človeške in tehnološke vire, na katerih temelji sistem in tisti vire, ki si jih sistem deli z drugimi sistemi. V informacijskem sistemu predstavljajo infrastrukturo v tehničnem smislu računalniška omrežja, telefonski sistem, programska orodja za razvoj sistema ipd.
- Širši kontekst poslovnega procesa: Opisuje širšo organizacijsko, konkurenčno, tehnično, regulativno okolje, v katerem sistem deluje.
- Tveganja poslovnega procesa: So predvidljivi dogodki, ki lahko povzročijo nepravilnosti v delovanju sistema (povzeto po: Alter, 1999).

Sistem zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture smo obravnavali z metodo WCA, namenjeno obravnavi poslovnega procesa in sistema, ki podpira proces. Metodologijo smo uporabili za predstavitev sistema, niso pa obravnavane vse perspektive sistema saj bi to preraščalo vsebino in namen naloge.

Preglednica 11: Pregledna shema sistema zbirnega katastra GJI po metodologiji WCA
Table 11: Surveyable scheme of system of consolidate cadaster GJI by methodology WCA



Preglednica 11 prikazuje:

- ključne uporabnike sistema, med katere prištevamo vse, ki se srečujejo s sistemom od zunaj.
- storitve, ki jih sistem nudi uporabnikom. Identificirati je potrebno ključne oziroma elementarne storitve sistema.
- poslovne procese, kjer so naštetni interni procesi zbirnega katastra GJI, ki zagotavljajo delovanje sistema in zagotavljanje storitev uporabnikom.

V poslovnih procesih nastopajo različni akterji, podatki in informacijski sistemi posameznih akterjev. Vsi trije segmenti so v smislu interoperabilnosti pomembni z organizacijskega vidika (akterji in nosilci), semantičnega vidika (podatki in informacije) in tehnološkega vidika (informacijski sistemi).

4.2.3 Splošna matrika procesov in akterjev na področju prostorskih podatkov

Kot osnovo uporabljamo matriko proces/akter, ki je bila predstavljena v projektu Ministrstva za informacijsko družbo (MID), Poslovni načrt sistema za podporo lokacijskim storitvam. Matriko smo uporabili praktično nespremenjeno, saj je dovolj splošna, da lahko velja praktično za vse prostorske podatke javne urpave, tako tudi za zbirni kataster GJI.

Preglednica 12: Povezovalna matrika proces/akter (MID, 2004)

Table 12: Matrix process/actor (MID, 2004)

Proces	Javni sektor	Partner-stvo	Zasebni sektor
1 Zagotavljanje pravno administrativnih okvirov			
1.1 Sprejemanje zakonodaje	x		
1.2 Krepitev medinstitucionalnih povezav	x		
1.3 Razmejitev vlog med subjekti	x		
2. Zagotavljanje infrastrukture			
2.1 Zagotavljanje komunikacijske infrastrukture	x	x	x
2.2 Zagotavljanje podatkovne infrastrukture			
2.2.1 Zagotavljanje osnovnih podatkov	x		

»se nadaljuje...«

»nadaljevanje...«

2.2 Zagotavljanje podatkovne infrastrukture			
2.2.1 Zagotavljanje osnovnih podatkov	x		
2.2.2 Nadgrajevanje osnovnih podatkov		x	x
2.2.3 Zagotavljanje dodatnih podatkov		x	x
2.2.4 Posredovanje podatkov	x	x	
2.3 Zagotavljanje podpornih funkcij		x	
2.4 Upravljanje infrastrukture	x	x	
3 Zagotavljanje storitev			
3.1 Zagotavljanje storitev v državnem interesu	x		
3.2 Zagotavljanje storitev v javnem interesu	x	x	
3.3 Zagotavljanje storitev v zasebnem interesu			x
4. Uporaba storitev			
4.1 Uporaba končnih storitev	x	x	x
4.2 Uporaba storitev v novih storitvah	x	x	x

Povezovalna matrika uvaja pojem partnerstva. Gre za proces storitev, za katere je bilo ob izgradnji zbirnega katastra ugotovljena pomembnost oziroma ključnost pri vzpostavitvi in uveljavitvi katastra.

Partnerstvo predstavlja organizacijski nivo, ki ga v tem trenutku ne pokrivata ne javna uprava in ne zasebni sektor. Pogojev, da bi storitev razvil zasebni sektor še ni (npr. premajhen končni trg, težka dostopnost podatkov javne uprave, nepopolnost podatkov, slaba organiziranost v primeru, ko je potrebno pokrivanje širšega prostora), prav tako bi javni sektor preko proračunskih sredstev težko pokrival proces. Partnerstvo je v večini primerov oteženo in ga je v Sloveniji zelo težko realizirati, predvsem v smislu financiranja. Ponujajo se predvsem dve rešitvi na nivoju javne uprave:

- regionalna organiziranost javne uprave (pokrajine),
- skupni centri več občin.

Iz interoperabilnostnega vidika je potrebno razumeti, da lahko prav enostavnejše komuniciranje med različnimi subjekti, sistemi, informacijskimi sistemi, močno prispeva k temu, da se določene storitve v zasebnem sektorju sploh razvijejo. Ne gre le za to, da so podatki na voljo v določeni obliki, ampak da so na voljo čim hitreje, enostavneje, v obliki, ki

je razumljiva in enostavna za uporabo in nadaljnjo obdelavo. Tudi stroški pridobitve podatkov, če le-ti niso preveliki, niso ovira za vzpostavitev storitev nad podatki (GZC, 2005).

4.2.4 Storitve zbirnega katastra za uporabnike podatkov

Preglednica prikazuje povezavo med osnovnimi storitvami zbirnega katastra, ki so namenjene uporabnikom in 14 elementi uporabnosti podatkov. Osredotočamo se na storitve, ki so namenjene uporabi podatkov. Elementarne storitve, ki so namenjene uporabnikom, smo ugotovili že v pregledni shemi sistema zbirnega katastra GJI, skozi analizo potreb na osnovi potreb po podatkih predvsem na občinski ravni, pa so te storitve prikazane v preglednici 13.

Preglednica 13: Matrika uporabnosti podatkov GJI/elementarne storitve

Table 13: Usability matrix of GJI data/elementary services

Uporabnost podatkov na nivoju občine	Informacija o lokaciji in osnovne lastnosti objektov GJI	Informacija o lastništvu GJI	Informacija o nosilcu podrobnejših podatkov	Lokacijska informacija	»Pokličiči preden koplješ«
Naloge po ZUREP-1	X	X	X	X	
Pridobitev gradbenega dovoljenja			X	X	
Opremljanje stavbnih zemljišč in izračun komunalnega prispevka	X		X		
Ovrednotenje stavbnih zemljišč glede na komunalno opremljenost	X	X	X		
Oblikovanje cene za komunalne proizvode in storitve	X		X		
Višina plačil za izvajanje gospodarskih javnih služb	X	X	X		
Izvajanje instrumentov prostorske politike	X	X	X		
Ocenjevanje ogroženosti in ukrepov zaščite ter reševanja	X	X	X		
Ekološke takse	X	X	X		
Gospodarjenje z objekti GJI	X	X	X		X
Investicijska vlaganja v stavbna zemljišča	X	X	X		
Gospodarnost pri izvajanju posegov in preprečevanje nenamernih poškodb					X
Celovito lastniško in upravljavsko urejanje	X	X	X		
GJI kot osnova za investicije	X	X	X		

Iz matrike izhaja, da je najpomembneje, da uporabniki lahko pridejo do osnovnih podatkov, ki so zbrani v zbirnem katastru GJI. Te smo razvrstili v tri skupine (lokacija in lastnosti GJI, lastništvo GJI, nosilec podrobnejših podatkov). Dve storitvi (lokacijska informacija in »Pokličiči preden koplješ«) sta na prvi pogled manj pomembni (manj elementarni), kar pa pravzaprav ni res, saj je lokacijska informacija pomembna odločitvena točka pri posegih v prostor, storitev »Pokličiči preden koplješ« pa je zagotovo v splošnem javnem interesu, saj se lahko na ta način preprečujejo nenamerne poškodbe. Storitve so vpeljali tri države, in sicer ZDA, Nizozemska in Danska ter so opisane v poglavjih 3.4, 3.5 in 3.6.

4.2.5 Organizacijski vidik interoperabilnosti GJI

Interoperabilnosti v primeru prostorskih podatkov javne uprave lahko strnemo v nekaj zaključkov. Država mora odgovoriti, katere so tiste storitve, ki naj jih razvije in ponuja javna uprava.

Kriterijev za določitev je več, na primer:

- tiste storitve, ki jih javna uprava potrebuje za svoje delovanje (državna in lokalna uprava),
- storitve, brez katerih ni mogoče vzpostaviti ostalih storitev,
- storitve, ki so v splošnem javnem interesu.

Komunikacija med različnimi akterji je pogosto nezadostna. Pri čemer ne mislimo na komunikacijo med javno upravo in drugimi subjekti, pač pa tudi med akterji samimi. Interoperabilnost mora seči tudi do teh nivojev.

Zbirni kataster GJI glede samega organizacijskega vidika ni nekaj zelo posebnega. Pomembno je, da razumemo povezanost problematike (zato smo v prejšnjih poglavjih predstavili celotni sistem). Pri zbirnem katastru gre za tesno povezanost in odvisnost procesov vzpostavitve in samega funkcioniranja, kjer sodeluje množica akterjev v zelo razvejani mreži procesov uporabe podatkov. Pomemben organizacijski nivo je nivo med državo in lokalnimi

skupnosti, ki ga lahko »zapolnimo« na različne načine, brez njega pa tudi vzpostavitev zbirnega katastra verjetno ne bi bila tako uspešna kot je sicer bila.

4.3 Semantični vidik interoperabilnosti prostorskih podatkov

Po širši definiciji izvira beseda semantika iz grške besede »semantikos« oziroma v slovenskem prevodu »pomembni pomen«. Semantika je v njeni grobi definiciji nauk o pomenu besede, pomenoslovje. Pomen oziroma razumevanje pridobljenih podatkov je ključnega pomena pri izmenjavi podatkov. Semantična interoperabilnost se ukvarja z razumevanjem pridobljenih podatkov. Cilj semantične interoperabilnosti ni samo omogočiti povezovanje informacijskih virov, ampak doseči, da posredovane informacije tudi razumemo. Posledica tega je, da lahko podatke uporabljajo tudi uporabniki, ki niso bili vključeni v njihovo pripravo. Naloga semantične interoperabilnosti je torej v določitvi tistih minimalnih skupnih definicij, ki bodo omogočili razumevanje izmenjanih podatkov.

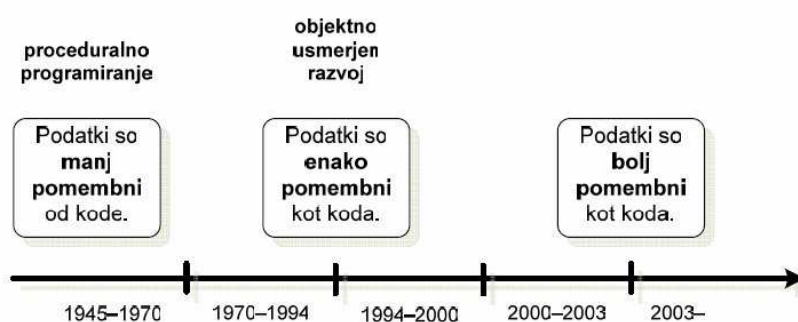
4.3.1 Semantika na področju prostorskih podatkov

Semantika je na področju prostorskih podatkov in posredno svetovnega spleta pravzaprav že dolgo tema, ki je geoinformatikom dokaj znana. Že na konferenci v San Franciscu leta 1999 je Tim Berners Lee, idejni oče predvsem sodobne semantike spleta, poudaril da, je prvi korak pri gradnji semantičnega spleta objava podatkov na svetovnem spletu v takšni obliki, da jih bodo računalniki razumeli. Tako pridemo do semantičnega spleta, to je spleta podatkov, ki jih lahko posredno ali neposredno obdelujemo z računalniki.

Osnovna ideja Tima Berners Leea ni bila le v dostopu do spletnih strani na strežnikih, ampak v ustvarjanju medsebojnih povezav med posameznimi podatki. Svetovni splet teh medsebojnih povezav v tem trenutku nima opredeljenih, zato se pojavljajo nove tehnologije, ki so namenjene ravno zajemu teh povezav. Težava nastane pri poskusu opisovanja le teh, saj potrebujemo dodatne metapodatke (zaradi samodejne računalniške obdelave vsebin).

Ko govorimo o pogledu razvijalcev na evolucijo podatkov, si lahko na sliki 25 ogledamo vpliv podatkov na razvoj programske opreme. Proceduralno programiranje je osredotočeno na

funkcionalno dekompozicijo opravil. Podatke so spreminjale in obvladovale procedure, kjer je veljalo, da so podatki manj pomembni od kode. Pri objektivno usmerjenem razvoju se pojavijo enkapsulacija, dedovanje in polimorfizem. Ideja o varovanju podatkov, s pomočjo rezerviranih besed in metod za dostop, povzroči dvig ravni pomembnosti podatkov, tako da postanejo enakovredni metodam, ki s temi podatki manipulirajo. S prihodom XML, GML in podpore metapodatkom v času izvajanja, vstopamo v obdobje, kjer podatki postajajo bolj pomembni kot sama koda. V ospredje ne prihaja zgolj sintaktična pravilnost, ampak predvsem semantična (Lavbič, Krisper, 2005).



Slika 27: Pogled razvijalcev na podatke (Lavbič, Krisper, 2005)

Picture 27: Developers view on data (Lavbič, Krisper, 2005)

Semantiko na področju prostorskih podatkov poznamo pod pojmi metapodatek, metapodatkovni sistem, metapodatkovni standard ipd. Težava pri razumevanju prostorskih podatkov je precej velika še posebej, ker je pri podatkih prostora vključena komponenta geolokacije. Pogojno bi lahko podatke delili na tako imenovane geografske »prostorske« in »neprostorske« podatke.

Geolokacija je informacija, ki posreduje oziroma prinaša nove oziroma pomembne vidike razumevanja podatkov:

- pozicijsko natančnost podatka, kjer mora uporabnik razumeti razliko med elementi, ki so prikazani na določeni lokaciji in so že s tem v določenem medsebojnem odnosu, če je »natančnost prenosa« elementov iz realnega sveta v sistem različna,
- predstavitev (določena mera generalizacije) elementov realnega sveta v strogem podatkovnem modelu,
- logika podatkovnega modela v informacijskem sistemu (GIS).

4.3.2 Na kratko o metapodatkovnem sistemu za prostorske podatke

Sistem za upravljanje z metapodatki je metapodatkovni sistem, ki omogoča shranjevanje, osveževanje, poizvedovanje in posredovanje metapodatkov. Metapodatkovni sistemi odgovarjajo na vprašanja, katere baze obstajajo, kje se nahajajo, kdo je lastnik in kako jih lahko uporabljamo. V metapodatkovnem sistemu igrajo metapodatki ključno vlogo, saj predstavljajo izpeljane informacije o zgradbi, vsebini, kakovosti, zgodovini, organizaciji, dostopnosti, vrednosti in uporabi shranjenih podatkov (Kvamme et al., 1997).

Teoretično in praktično je semantika prostorskih podatkov podprta v okviru metapodatkovnih sistemov. Metapodatkovni sistem predstavlja sinonim za skupek standardov, metodologije, politike, orodij, informacijskih tehnologij, storitev in metapodatkovnih baz. O prostorskem metapodatku govorimo takrat, ko le-ta opisuje prostorski podatek. Metapodatkovni standard opredeljuje vsebinska in formalna pravila (obliko, strukturo) za opis podatkov. Z uvedbo standardiziranih metapodatkovnih opisov postanejo podatki, ki jih nosijo metapodatki, razumljivi vsem, ki poznajo standard (GZC, 2005).

Standard za izmenjavo podatkov je zbirka dogovorov med tistimi, ki podatke pošiljajo, in tistimi, ki jih sprejemajo. Izmenjalni standard omogoča in zagotavlja nedvoumen sprejem posredovanih podatkov. Treba je upoštevati in uskladiti zahteve in želje tako pošiljatelja podatkov kakor tudi različnih uporabnikov. Dejansko navadno ne pošiljamo samo podatkov, temveč jim dodamo tudi opis strukture, pomena, kakovosti in vrednosti. Tak opis se imenuje metapodatki ali podatki o podatkih, ki opisujejo podatke in njihove poslovne vidike; ti služijo za jasno prepoznavanje posameznih podatkovnih nizov (Šumrada, 2006e).

Metapodatki morajo biti na voljo ne samo skupaj z dejanskimi podatki, temveč tudi neodvisno od samih podatkov, da lahko uporabnik pred dejansko uporabo oziroma nabavo, oceni njihovo primernost. Osnovna opredelitev metapodatkov mora biti prav tako standardizirana v splošnem standardu za prenos podatkov ali pa v posebnem metapodatkovnem standardu. Metastandard za podatke opredeljuje vsebinska in formalna pravila za celoten opis podatkov (oziroma standardizira metapodatke). Namen metastandarda, standarda za standard je

poenotenje metapodatkovnih opisov, da bi uporabnike seznanili z izbiro, nakupom, uporabo in obdelavo geografskih podatkov (Šumrada, 2006e).

Na posameznih nacionalnih nivojih poteka standardizacija in standardi metapodatkovnega sistema že kar nekaj časa:

- Združene države Amerike: SDTS (Spatial Data Transfer Standard),
- Francija: DIGEST (Digital Geographic Information Exchange Standard),
- Velika Britanija: BS 5767, BS 7667, (British Standards),
- Nemčija: ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem).

Vse bolj do izraza prihajajo mednarodni standardi. Mednarodna ustanova za standardizacijo s sedežem v Ženevi je ISO (International Standardisation Organisation), medtem ko je osrednja evropska ustanova za standardizacijo s sedežem v Parizu, Evropski komite za standardizacijo CEN (Comité Européen de Normalisation). S podpisom konvencije o medsebojnem sodelovanju se organizaciji dopolnjujeta pri standardizaciji.

Področje standardizacije je v Sloveniji urejeno v Zakonu o standardizaciji (Ul. RS, št. 1-5/95). Za standardizacijo s področja prostorskih podatkov, geografskih informacijskih sistemov in geomatike je v okviru Urada za standardizacijo in meroslovje (USM) pri Ministrstvu za znanost in tehnologijo ustanovljen poseben tehnični odbor USM TC GIG, ki deluje v okviru prvega področja USM PP1 (Informacijska tehnologija in telekomunikacije) in je že vključen v delo ISO/TC 211 in CEN/TC 287. V Sloveniji sta bila do pred kratkim veljavna dva predloga SIST standardov, in sicer pri SIST ENV 12009:1996 - referenčni model in pri SIST ENV 12160:1996 – Geometrija, že nekaj časa pa je formaliziran tudi ISO 19115:2003 GI – metapodatki, ki nadomešča CEN standard.

4.3.2.1 Standardi za povezovanje zbirk prostorskih podatkov

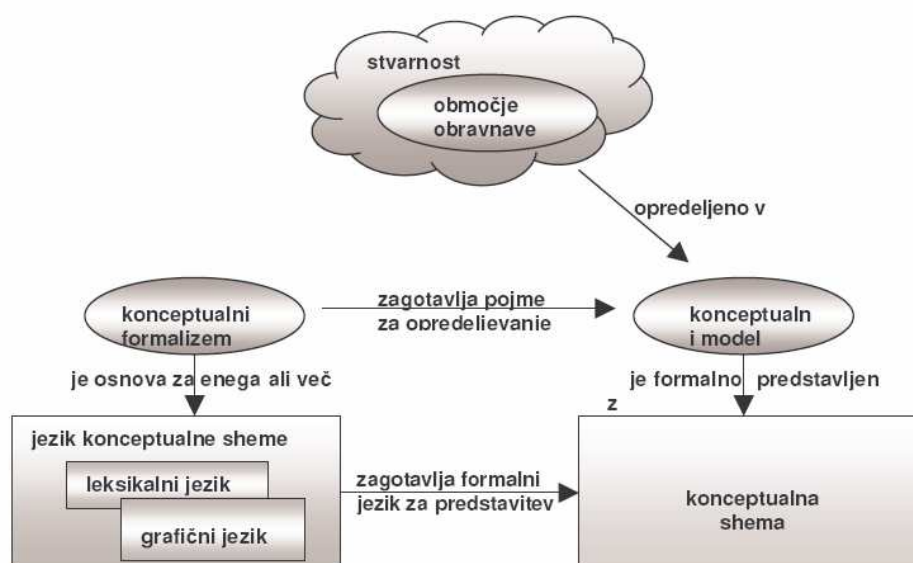
Standardizacijski postopek za izdelavo skupine mednarodnih standardov skupine ISO 191xx je osnovan na povezavi konceptov geografskih informacij in konceptov informacijske tehnologije. Zato so pri izdelavi referenčnih modelov za standarde geografskih informacij

uporabljeni koncepti, izpeljani iz standardov za okolja odprtih sistemov. Standard SIST EN ISO 19101:2005 – Geografske informacije – za referenčni model ga je pripravil tehnični komite 211 (TC 211) Mednarodne organizacije za standardizacijo (ISO), sprejet pa je bil tudi s strani Evropskega komiteja za standardizacijo (CEN) in Slovenskega inštituta za standardizacijo (SIST). Ta standard je tudi osnova za vse nadaljnje standarde skupine ISO 191xx, zaenkrat so predvideni standardi od 19101 do 19138. Nekateri so že sprejeti v končni obliki, drugi pa so še v obliki osnutkov in v fazi sprejemanja (Gong et al., 2003; www.isotc211.org/, 2007).

ISO 19101:2002 GI (Geographic Information) – Referenčni model (Reference model),
ISO 19102 GI - umaknjen – pregled (Overview),
ISO 19103:2005 GI – jezik za konceptualno shemo (Conceptual schema language (CSL)),
ISO 19104:(predlog) GI – terminologija (Terminology),
ISO 19105:2000 GI – ustreznost in testiranje (Conformance and testing),
ISO 19106:2004 GI – profili (Profiles),
ISO 19107:2003 GI – prostorska shema (Spatial schema),
ISO 19108:2002 GI – časovna shema (Temporal schema),
ISO 19109:2005 GI – pravila za aplikacijsko shemo (Rules for application schema),
ISO 19110:2005 GI – metodologija za kataloge prostorskih pojavov (Feature cataloguing methodology),
ISO 19111:2007 GI – lociranje s koordinatami (Spatial referencing by coordinates),
ISO 19112:2003 GI – lociranje z geografskimi identifikatorji (Spatial referencing by geographic identifiers),
ISO 19113:2002 GI – kakovostna načela (Quality principles),
ISO 19114:2003/2005 GI – postopki za ocenjevanje kakovosti (Quality evaluation procedures),
ISO 19115:2003 GI – metapodatki (Metadata),
ISO 19116:2004 GI – lokacijske storitve (Positioning services),
ISO 19117:2005 GI – prikazi in opisi prostorskih podatkov (Portrayal),
ISO 19118:2005 GI – kodiranje (Encoding),
ISO 19119:2005 GI – servisi (Services),
ISO 19120:2001 GI – funkcionalni standardi (Functional standards),
ISO 19121:2000 GI – podobe in mrežni podatki (Imagery and gridded data),
ISO 19122:2004 GI – usposobljenost in overitev osebja (Qualification and certification of personal),
ISO 19123:2005 GI – shema za geometrijo podatkovnega sloja in funkcije (Schema for coverage geometry and functions),
ISO 19124: (TS) GI – sestavine podob in mrežnih podatkov (Imagery and gridded data components),
ISO 19125-1:2004 GI – dostop do enostavnih pojavov - del 1: Skupna arhitektura (Common architecture),
ISO 19125-2:2004 GI – dostop do enostavnih pojavov - del 2: SQL možnost (SQL option),
ISO 19125-3: (predlog) GI – dostop do enostavnih pojavov - del 3: COM/OLE možnost (COM/OLE option),
ISO 19126: GI – profil in podatkovni slovar (Profile – FACC data dictionary),
ISO 19127:2005 GI – geodetske kode in parametri (Geodetic codes and parameters),
ISO 19128:2005 GI – vmesnik za spletni kartografski strežnik (Web map server interface),
ISO 19129: (predlog)GI – sestava podob, mrežnih in vektorskih podatkovnih slojev (Imagery and gridded and coverage data framework),
ISO 19130: (TS) GI – senzorji in podatkovni modeli za podobe in mrežne podatke (Sensor and data model for imagery and gridded data),
ISO 19131:2007 GI – opredelitev podatkovnih proizvodov (Data product specification),
ISO 19132: (predlog) GI – storitve na podlagi lokacije (splošno) (Location-based services possible standards),
ISO 19133:2005 GI – storitve na podlagi lokacije za sledenje in navigacije (Location-based services tracking and navigation),

ISO 19134:2007 GI – več modalne storitve na podlagi lokacije za usmerjanje in navigacijo (Multimodal location-based services for routing and navigation),
ISO 19135 (predlog): GI – postopki za registracijo prostorskih geografskih postavk (Procedures for registration for geographic information items),
ISO 19136:2007 GI – GML (Geography markup language),
ISO 19137:2007 GI – splošno uporabni profili za prostorsko shemo in ostale sorodne podobne sheme (Generally used profiles of the spatial schema and of similar important other schema),
ISO 19138:2006 GI – mere za kakovost prostorskih podatkov (Data quality measures),
ISO 19139:2007 GI – izvedba opredelitev za metapodatke (Metadata –Implementation specification).

Standard ISO 19101 za referenčni model določa okvire za standardizacijo na področju prostorskih podatkov in določa temeljne principe, po katerih se standardizacija izvaja. Standard za referenčni model je organiziran v naslednje glavne skupine: konceptualno modeliranje, referenčni model domene, referenčni model arhitekture in profili. Konceptualno modeliranje je pri opredelitvi skupine standardov ISO 191xx pomembno tako z vidika podatkov in informacij kot tudi z vidika računalništva. Cilj celotne skupine standardov je olajšati medopravilnost med različnimi sistemi prostorskih podatkov, vključno z interoperabilnostjo v porazdeljenih (distribuiranih) računalniških okoljih (Ažman, 2005).



Slika 28: Grafična predstavitev vloge konceptualnega modeliranja (Ažman, 2005)
Picture 28: Graphic presentation of conceptual modeling (Ažman, 2005)

Konceptualno modeliranje je uporabljeno za natančen opis prostorskih podatkov, za opredelitev storitev transformiranja in izmenjave prostorskih podatkov. Domena prostorskih

podatkov je predstavljena z referenčnim modelom domene, ki opredeljuje glavne koncepte, ki so uporabljeni za predstavitev, organiziranje, shranjevanje, izmenjavo in analize prostorskih podatkov na računalniški način (Slika 26). Glavni koncepti v referenčnem modelu domene geografskih informacij so prostorski objekti, opisi položajev prostorskih objektov, sloj, aplikacijska shema, metapodatkovni niz, geoinformacijska storitev. Referenčni model arhitekture opisuje glavne vrste storitev, ki bodo zagotovljeni s strani računalniških sistemov za upravljanje s prostorskimi podatki, in našteva vmesnike (service interfaces), s katerimi morajo te storitve (so)delovati. Profili in funkcionalni standardi kombinirajo različne standarde in podatke v teh standardih z namenom ustreči različnim potrebam. Omogočajo razvoj prostorskih podatkov in aplikacij, ki bodo uporabljeni za posebne namene (Ažman, 2005).

4.3.2.2 Standardi informacijskih sistemov za podporo interoperabilnosti

Najpomembnejši standardi v informacijskih sistemih so (Čeh, 2002):

- UML (Unified Modelling Language),
- SGML (Standard Generalized Markup Language),
- XMI (XML Metadata Interchange),
- GML (Geography Markup Language),
- SQL/MM (Standard Query Language MultiMedia).

Jezik UML je objektno usmerjen, umetni, formalni jezik, ki je neodvisen od področja in okolja uporabe. Glavni cilj jezika UML je poenotenje sodobnih objektno usmerjenih jezikov za modeliranje sistemov. Jezik UML se je uveljavil kot nesporni standard na področju objektnega modeliranja. Leta 1997 je bil UML proglašen za standard pri grupi OMG (Object Management Group). Nastal je z združevanjem različnih objektno orientiranih metod, npr. OOAD (Object Oriented Aided Design), OOT (Object Modelling Technique) in OOSE (Object Oriented Software Engineering). Jezik UML je sestavljen iz množice diagramov, ki pomagajo pri načrtovanju programskega projektiranja (programskih projektov); namenjen je razvoju aplikacij, vendar le na konceptualni ravni in se ne ukvarja z implementacijo metod.

Za izmenjavo modelov, izdelanih z jezikom UML, je bila izdelana specifikacija XMI, ki temelji na uporabi jezika XML (Extensible Markup Language). Jezik XML je namenjen poenostavitvi uporabe jezika SGML, ki je opredeljen z mednarodnim standardom ISO 8897. XML je zgled za kodni jezik GML pri prenosu geografskih podatkov v sklopu skupine standardov ISO 19118 (Encoding). Specifikacija XMI bo v prihodnosti omogočila vzpostavitev interoperabilnosti med programskimi orodji za računalniško podprto inženirstvo programskih sistemov (CASE) (Čeh, 2002).

SQL/MM je mednarodni standard ISO (ISO/IEC 13249:2000), sestavljen iz več delno neodvisnih delov. Namenjen je standardizaciji uporabe podatkov (avtomatizirana kartografija, GIS in podobno), in sicer s prostorskih vidikov, kot so geometrija, položaj v prostoru (lokacija) in topologija (Čeh, 2002).

4.3.2.3 Implementacija v Sloveniji

V Sloveniji je trenutno implementiran osrednji metapodatkovni sistem imenovan tudi Centralna evidenca prostorskih podatkov (CEPP). CEPP predstavlja zbirno bazo opisov prostorskih podatkov na območju Republike Slovenije urejeno po upravljavcih podatkovnih nizov. Upravljaivec baze je organ v sestavi Ministrstva za okolje in prostor, in sicer Geodetska uprava Republike Slovenije. Metapodatkovni opisi v bazi so kompatibilni z evropskim standardom za prostorske metapodatke CEN TC/287 - implementacija MOP/GIC, ki je delno prilagojen in v nekaterih točkah razširjen standard CEN TC/287. Ima naslednje dele (CEPP, 2008):

- identifikacija podatkovnega niza (naslov, alternativni naslov, okrajšani naslov, identifikator metapodatka),
- pregled podatkovnega niza (povzetek, namen, uporaba, geometrična podshema, prostorski referenčni sistem, jezik, referenčna literatura, grafični pregled),
- parametri kakovosti podatkovnega niza (pozicijska, tematska, časovna, logična, celotna popolnost),
- prostorski referenčni sistem podatkovnega niza (posredni, direktni),

- geografski in časovni obseg podatkovnega niza (veljavnost informacij o obsegu in popolnosti, ravninski obseg, geografsko območje, ravninski, časovni obseg, vertikalni obseg),
- definicija podatkov podatkovnega niza (opisi aplikativne sheme, objektni tip, atributni tip, asociacijski tip, prostorske značilnosti),
- klasifikacija podatka (besednjak),
- administrativni metapodatki (organizacija, kontaktna oseba, distribucija),
- metapodatkovna referenca (datum vnosa, sprememba, kontrole ...),
- jezik metapodatka.

Izmenjava podatkov v okviru CEPP je mogoča preko dveh izmenjevalnih formatov:

- PMP interna datoteka Mpedit in
- standardni izmenjevalni format v XML obliki.

Specifikacija formata za izmenjavo metapodatkovnih opisov po standardu CEN/TC 287- implementacija MOP/GIC v XML obliki je bila pripravljena v letu 1999. Standardni izmenjevalni format za izmenjavo metapodatkovnih opisov je namenjen uveljavljanju metapodatkovnega standarda in naj bi omogočil predvsem večjo odprtost metapodatkovnega sistema MOP/GIC. Tako je omogočena:

- enostavnejša izmenjava metapodatkovnih opisov v okviru metapodatkovnega sistema MOP/GIC,
- enostavnejša izmenjava metapodatkovnih opisov med različnimi sistemi za vodenje metapodatkov,
- samostojna izgradnja in nadgradnja lastnega metapodatkovnega sistema na strani upravljavca podatkov na osnovi metapodatkovnih opisov po standardu MOP/GIC itd.

Standardni izmenjevalni format, metapodatkovnih opisov temelji na XML standardu, ki je univerzalni format namenjen za opis strukturiranih dokumentov in podatkov na internet omrežju (CEPP, 2008).

4.3.3 Semantika v zbirnem katastru GJI

V zbirnem katastru gospodarske javne infrastrukture obstaja kar nekaj opisov, kjer je semantika oziroma razumevanje pomembno.

- Objektni katalog obsega definicijo objektov in atributov v zbirnem katastru in je uveljavljen s pravilnikom.
- Metapodatkovni opis skladno z metapodatkovnim standardom obstaja za celotno zbirko in za posamezne vsebine kot del t.i. kataloga sistema zbirk prostorskih podatkov (SZPP), ki je povezan s CEPP. Vsak upravljavec pa naj bi praviloma razpolagal tudi s svojimi metapodatki.
- Izmenjevalni format za vpis v zbirni kataster GJI je standardno določen format, ki je uveljavljen s pravilnikom.
- Izmenjevalni formati za posredovanje podatkov uporabnikom so določeni za izdajo podatkov uporabnikom.

4.3.4 Semantični vidik interoperabilnosti GJI

Ključna je uporaba odprtih (široko dostopnih in široko sprejemljivih) standardov za opis podatkov sistema zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture. Glavno vlogo na tem področju pri prostorskih podatkih igrajo metapodatkovni opisi, ki morajo na čim enostavnejši, a še vedno v popolnosti predstaviti posamezne podatke.

Pomembno je tudi upravljanje s spremembami v primeru sprememb (obveščanje uporabnikov, objava XML in GML ter drugih shem standardov npr. na vstopni točki zbirnega katastra, to je spletni strani). Prav spremembe opisov, shem ipd. povzročajo uporabnikom največ težav, če pri tem zanemarimo začetno vzpostavitev sistema.

4.4 Tehnični vidik interoperabilnosti prostorskih podatkov

Tehnični vidik interoperabilnosti ne predstavljajo samo spletne storitve, ki so opisane v nadaljevanju, ampak tudi ostale storitve. Osnovna delitev storitev, glede na zahtevnost bi lahko razdelili na več nivojev:

- Uporabnik lahko informacije samo vpogleduje, v nekaterih primerih mu je omogočeno shranjevanje (vpogledovalni nivo).
- Uporabnik lahko posamezne formularje in obrazce shrani, izpolni in jih posreduje preko elektronskih ali poštnih komunikacij (posredovalni nivo).
- Uporabniku (upravi in državljanom ali podjetjem) je omogočeno on-line izpolnjevanje, posredovanje in realizacija plačila (realizacijski nivo).
- Uporabniku so omogočene mnogovrstne transakcije, storitve so integrirane, transakcije med upravo in administracijo so popolnoma avtomatizirane (avtomatizirani nivo).

Tehnično definicijo interoperabilnosti bi lahko izpeljali iz dveh citatov:

Uspeh standardizacije področja prostorske informacijske tehnologije bo v veliki meri odvisna od zagotavljanja stopnje interoperabilnosti oziroma skupne uporabnosti prostorskih podatkov in storitev, vezanih na obdelavo prostorskih podatkov. Skupna uporabnost je opredeljena kot značilnost delov programja ali strojne opreme, da med seboj sodelujejo, si izmenjujejo podatke in se sporazumevajo, ne da bi uporabnik za to moral posebej skrbeti (Pahor, Drobnič, 2002).

Spletne storitve se uveljavljajo kot ključna tehnologija za elektronsko poslovanje. Omogočajo povezljivost med informacijskimi sistemi, ne glede na programski jezik, platformo ali operacijski sistem (Jurič, 2002), in se glasila:

Interoperabilnost je zmožnost standardiziranega doseganja podatkov shranjenih na različnih mestih in na različnih platformah ter nadzorovano z različno programsko opremo.

Informacijska znanost je v preteklosti v podporo tehnični interoperabilnosti razvila mnogo različnih razvojnih in aplikacijskih paradig, ki so jezikovno in aplikacijsko povsem neodvisne.

- SOAP (Simple Object Access Protocol),
 - HTTP (Hyper Text Transfer Protocol),
 - SMTP (Simple Mail Transfer Protocol),
 - FTP (File Transfer Protocol).
- COM+ (Component Object Model),
- CORBA (Common Object Request Broker Architecture),
- WDSL (Web Services Description Language),
- UDDI (Universal Description, Discovery and Integration),
- JAVA,
- XML (Extensible Markup Language).

SOAP je protokol, prek katerega komunicirajo spletne storitve. Protokol SOAP, za oblikovanje sporočil, ki se izmenjujejo, uporablja XML. To pomeni, da sporočila oblikuje tekstovno, vsi dosedanja protokoli pa so jih oblikovali binarno. SOAP sporočila se med odjemalcem in komponento prenašajo preko standardnih internetnih protokolov. Najpogosteje se v ta namen uporablja HTTP, lahko pa uporabljamo tudi SMTP ali pa FTP, lahko celo kakšen lasten protokol (Jurič, 2002). Jezik za opis spletnih storitev WDSL zagotavlja način opisovanja sporočil in operacij storitev na abstrakten način ter jih poveže s konkretnimi formati za protokole in sporočila, torej jezik za opis spletnih storitev. WDSL prav tako temelji na XML dokumentu in specificira podatkovne tipe, sporočila, operacije, povezave, vrata in tipe vrat, storitve. Vlogo registra oziroma imenske storitve, v kateri ponudniki registrirajo komponente in omogočajo odjemalcem uporabo, igra UDDI. UDDI prav tako temelji na XML, v njem pa hranimo WDSL in ostale pomembne dokumente, ki opisujejo spletno storitev in so pomembne za odjemalca. CORBA ali arhitektura posrednikov zahtev skupnih objektov je standard, ki ga je definirala OMG (Object Management Group). Določa funkcije, komunikacijske protokole, in informacijske objekte/storitve za omogočanje heterogenim aplikacijam, napisanim v različnih programskih jezikih in na različnih sistemih, da lahko

medsebojno komunicirajo. Lahko bi ga uvrstili med komponentne modele prav tako kot COM+. Java je programski jezik namenjen razvijalcem oz. programerjem.

Realizacija ciljev interoperabilnosti prostorskih podatkov danes temelji na spletnih servisih, ki omogočajo neposredno dostopanje do aktualnih podatkov različnih ponudnikov preko vnaprej definiranih programskih vmesnikov. Z uvedbo standardnih izmenjevalnih formatov zaobidemo zapletene postopke migracije in usklajevanje formatov pridobljenih podatkov ter njihovega dragega hranjenja na domačem računalniškem sistemu. Klasičen način pridobivanja prostorskih podatkov ima še eno pomembno slabost – podatki v trenutku po pridobitvi praviloma niso več aktualni. Metodologija spletnih servisov pa, prav nasprotno, omogoča dostop do aktualnih podatkov v realnem času na računalnikih nameščenih na različnih fizičnih lokacijah, ker je v večini aplikacij izjemnega pomena.

Zelo pomembno vlogo pri tehničnih specifikacijah interoperabilnosti igra OpenGIS konzorcij, ki je postavil naslednja splošna priporočila, kako naj bodo dostopne prostorske informacije:

- Prostorske podatke naj bo možno najti enostavno ne glede na njihovo fizično lokacijo.
- Ko so podatki najdeni, naj bo dostop do njih enostaven.
- Prostorske informacije iz različnih virov naj bo enostavno integrirati, kombinirati in uporabiti pri najrazličnejših prostorskih analizah, tudi če viri vsebujejo tipe podatkov ali podatke, ki so definirani z različnimi shemami.
- Prostorske informacije iz različnih virov podatkov naj bo možno enostavno prikazati.
- Izdelava posebno-namenske vizualizacije podatkov za uporabniku prilagojene aplikacije naj bo enostavna, četudi je podatkovnih virov več, so ti na različnih fizičnih lokacijah in vključujejo različne tipe podatkov.
- Enostavna naj bo tudi integracija podatkov iz ostalih področij, ki niso neposredno vezani na prostor (GZC, 2005).

4.4.1 Geografski informacijski sistemi in interoperabilnost

Trenutno se v realnem informacijskem okolju srečujemo z množico različnih proizvajalcev GIS programske opreme, množico različnih tipov prostorskih podatkov, množico proizvajalcev prostorskih podatkov in, nenazadnje, z množico aplikacij in množico

uporabnikov z različnimi zahtevami, pričakovanji in različno računalniško in informacijsko infrastrukturo. Potreba po interoperabilnosti je očitna z uveljavitvijo svetovnega spleta temelječega na širokopasovnem omrežju, ki omogoča hiter prenos velikih količin prostorskih podatkov. Interoperabilnost v primeru prostorskih aplikacij pomeni zmožnost integracije in popolne izmenjave podatkov tudi, če so bile komponente razvite, podatki pa shranjeni z orodji različnih proizvajalcev na različnih platformah. Kljub velikemu pomenu pa interoperabilnost ta trenutek na nivoju informacijskih sistemov še ni zagotovljena. Verjetno je prav področje GIS s svojo specifikko in raznorodnostjo podatkov pomembno prispeval k razvoju standardov za podporo interoperabilnosti. V svetu poznamo precej organizacij, ki se ukvarjajo z interoperabilnostjo GIS, najpomembnejše so:

- OGC (Open GIS Consortium),
- INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe),
- Global Spatial Data Infrastructure (GSDI),
- National Spatial Data Infrastructure (NSDI).

4.4.1.1 OpenGIS konzorcij

Konzorcij OpenGIS je v tem trenutku najpomembnejši promotor interoperabilnosti v GIS okoljih, ustanovili so ga leta 1994. Sestavlja ga več kot 200 članov iz vrst pomembnejših raziskovalnih organizacij in podjetij s področij geoinformacijskih znanosti, računalniško podprtega oblikovanja in zbirk podatkov, npr. ESRI, MapInfo, Intergraph, Smallworld, Autodesk, IBM, Oracle (OGC, 2007).

Večina izmed objavljenih specifikacij OGC ureja predvsem eno izmed spodaj naštetih področij:

- podatkovni formati in prenos podatkov,
- podatkovni slovar, kar vključuje enotno poimenovanje posameznih, podatkovnih enot in odnosov med njimi,
- shema za opis podatkovnih nizov oziroma metapodatkovni model (OGC, 2007).

Cilj organizacije OpenGIS je predvsem povečati interoperabilnost posameznih izdelkov GIS različnih komercialnih proizvajalcev. Rezultati konzorcija OpenGIS so velikokrat plod

sodelovanja s številnimi drugimi organizacijami za standarde. Predvsem obstaja tesno sodelovanje med OGC in tehničnim odborom ISO TC211, vzpostavljeno leta 1999. V okviru omenjenega sodelovanja OGC predvsem razvija oziroma zagotavlja tehnične specifikacije (specifikacije odprtih vmesnikov) na izvedbenem nivoju, ki upoštevajo objavljena določila in standarde tehničnega odbora TC211. Rezultat sodelovanja obeh organizacij se odraža v nekaterih (bodočih) standardih ISO, ki bodo neposredno povzeti po specifikacijah OGC, npr. Standard ISO 19128 - Web map server interface. Obratno tudi združenje OpenGIS prevzema nekatere mednarodne standarde ISO, npr. ISO 19107 (Smole, 2002).

OGC in z njim mnogi proizvajalci so prevzeli XML (Extensible Markup Language), kot temeljno paradigmo za komunikacijo med heterogenimi podatkovnimi viri in različnimi programskimi rešitvami. XML omogoča tvorjenje lahko berljive hierarhične podatkovne strukture, ki je popolnoma neodvisna od platforme. Ko aplikacija sprejme datoteko XML, dobi hkrati z njo tudi opis o njenih podatkovnih strukturah, kar omogoča programu, da določi, na kakšen način obdelati podatke. Ta lastnost je izjemnega pomena prav pri uporabi na svetovnem spletu, kjer moramo doseči interoperabilnost med množico različnih programskih komponent. OGC je XML nadgradil v GML (Geographical Markup Language). OGC pa je storil še naslednji logični korak. Standardiziral je spletne servise za dostop do podatkov. Ti standardi določajo, na kakšen način poizvedovati po podatkih in jih prikazati na spletu.

4.4.1.2 XML (Extensible Markup Language)

Razširljiv označevalni jezik XML je univerzalna oblika zapisa za strukturirane dokumente in podatke v spletu ter je eden od najpomembnejših standardov za zapis podatkov, ki jih želimo prenašati po internetu brez informacije o samem spletnem oblikovanju (Pahor, Drobnič 2002).

Razvoj jezika XML se je začel leta 1996. Leta 1998 je postal standard W3C (The World Wide Web Consortium). W3C je mednarodno združenje, ki uravnava razvoj in usmeritve spletnih tehnologij z objavljanjem priporočil in standardov. XML pripada družini jezikov za označevanje. Zelo razširjen jezik iz te družine je HTML (Hypertext Markup Language), ki je v preteklosti slovel kot glavni jezik za izdelavo spletnih strani. HTML je standarden jezik za kodiranje in dekodiranje opisa spletnih strani, ki omogoča vključitev oblikovanega besedila in

preprostih grafičnih podob. Zelo znana jezika iz družine označevalnih jezikov sta SGML (Standard Generalized Markup Language) in RTF (Rich Text Format).

Jezik XML za razliko od standarda HTML uporabniku omogoča določitev pravil za strukturiran zapis kakršnegakoli dokumenta v tekstovni obliki. Je namreč razširljiv (ga ne opredeljuje določeno število ukazov), opisni jezik (opisuje sintakso poljubnega označevalnega jezika). Jezik XML ni osredotočen na predstavitev podatkov, temveč skuša kar največ povedati o pomenu podatkov. Formatni zapis XML je za računalnik lahko berljiv in zapisljiv, je nedvoumen, podpira lokalne nastavitve in je neodvisen od računalniške strojne in programske arhitekture (Holzner, 2001).

Specifikacija jezika XML je podprta s številnimi dodatnimi specifikacijami, ki povečujejo uporabnost jezika XML. Podatkovne strukture dokumenta XML lahko podamo v skladu s priporočili t.i. specifikacije DTD (Document Type Definition) oziroma novejšega t.i. jezika Schema. Specifikacije XLink, XPointer, XPath in XBase omogočajo vključitev povezav na elemente znotraj dokumenta XML ter na elemente v ostalih dokumentih XML. Opredelitev izgleda vsebine dokumenta XML v spletnem brskalniku omogoča uporaba specifikacije CSS (Cascading Style Sheets) in XSL (Extensible Stylesheet Language). Dejansko predstavlja specifikacija XSL standarden način izvajanja pretvorb dokumentov XML v dokumente s kakršnokoli podatkovno strukturo (Holzner, 2001). XML je zamišljen kot jezik za opisovanje dokumentov in podatkov. Pod izrazom »dokumenti in podatki«, podrazumevamo tekstualne dokumente ali pač skupino podatkov, ki se običajno shranjujejo v baze podatkov.

Jezik XML bo spremenil namen svetovnega spleta iz mehanizma za dostavo podatkov v medij za izmenjavo podatkov. To pomeni, da bo mogoče ne le objavljati podatke na spletu, pomembna bo predvsem možnost izmenjave podatkov preko spleta (npr. poslovanje podjetja s strankami, poslovnimi partnerji itd.) (Liberty, Kralej, 2000). Programske rešitve, ki temeljijo na uporabi standardov XML že pridobivajo na veljavi na najrazličnejših področjih, tudi na področju geoinformacijske tehnologije. Skupina standardov XML se uporablja za razvoj novih na jeziku XML temelječih jezikov, kot sta SVG in GML, dva v prihodnosti na področju geoinformacijske tehnologije verjetno najpomembnejša standarda (Smole, 2002). Pomembna lastnost tehnologije XML, po pričakovanjih se bo ta izkazala v bližnji prihodnosti je, da le-ta

omogoča prikazovanje enih in istih (prostorskih) podatkov na različnih strojnih in programskih zasnovah, kot so npr. osebni računalniki, televizija, žepni računalniki, mobilni telefoni itd. Tehnologija XML bo po napovedih omogočila t.i. večnamensko objavljanje podatkov (Multi-purpose Publishing of Data) (Lehto et al., 2002).

Prednosti uporabe standarda na osnovi XML, lahko povzamemo v naslednjih točkah:

- standard podpira W3C,
- postaja standarden meta jezik za prenos podatkov,
- je objektno orientiran in s tem podpira aktualne programske koncepte,
- enostavno berljiv,
- omogoča razširljivost.

Vsi podatki v XML morajo biti skladni s sintaktičnimi in strukturnimi zahtevami. Takšnim podatkom lahko rečemo, da so dobro oblikovani (well formed). Na najnižjem nivoju, XML dokument sestavljajo nizi »Unicode« znakov. Unicode standard definira več načinov kodiranja znakov in danes predstavlja najpomembnejši znakovni standard. Unicode znaki tvorijo različne dele XML dokumenta. Najpogosteje so to elementi, podelementi in atributi (kot je to prikazano v spodnjem primeru). Začetek elementa označuje značka npr.:

<datum>, medtem ko konec elementa označuje </datum>.

Med začetnim elementom in končnim elementom je vsebina elementa, npr. 12.02.2007. Element je lahko prazen, brez vsebine. Poleg elementov se lahko v XML dokumentu pojavijo drugi deli. Eden od njih je XML deklaracija:

```
<?xml version="1.0" encoding="windows-1250" ?>
```

Če je deklaracija v XML dokumentu navedena, mora biti navedena na samem začetku. Obvezno moramo navesti inačico (verzijo) XML, ki se uporablja, mogoče je navesti tudi tip znakov, ki se uporabljajo v zapisu XML dokumenta. Standard dopušča, da je lahko XML dokument brez deklaracije. XML dokument mora imeti samo en korenski element. Dobro

oblikovani podatki so hierarhično definirani v obliki enostavnega drevesa, z enim samim korenskim elementom, imenovanim entiteta dokumenta oz. koren dokumenta. Korenski element je element znotraj katerega so vsi ostali elementi, v primeru osnovne datoteke izmenjevalnega formata ZK GJI je korenski element <osnovna datoteka>, znotraj katerega imamo podelement <izdelovalec>. Podelement <izdelovalec> lahko ima svoje podelemente (<ime>).

4.4.1.2.1 XML v Zbirnem katastru gospodarske javne infrastrukture

Elaborat sprememb, s katerim upravljavec oziroma lastnik posreduje podatke ali spremembe podatkov o objektih GJI, prav tako pa Geodetska uprava Republike Slovenije izdaja podatke ZK GJI, vsebuje naslednje izmenjevalne datoteke:

- osnovna datoteka,
- datoteka lokacijskih podatkov o območju elaborata sprememb,
- datoteke lokacijskih in atributnih podatkov o objektih GJI.

Osnovna datoteka je obvezna datoteka v vsakem elaboratu sprememb ZK GJI ob posredovanju kot tudi pri izdajanju podatkov iz zbirnega katastra GJI in predstavlja krovno datoteko, ki vsebuje informacije o vseh datotekah oziroma podatkih, ki so vsebovani v elaboratu sprememb (izmenjevalnih datotekah). Lahko bi rekli, da osnovna datoteka predstavlja »metapodatke« o elaboratu.

Posamezne značke in sicer izdelovalec, datum, številka elaborta, upravljavec, vrsta GJI, datoteka in komentar imajo svoj pomen:

- **IZDELOVALEC** (izdelovalec je oseba oz. subjekt, ki je izdelal izmenjevalne datoteke. V primeru posredovanja elaborata sprememb v zbirni kataster GJI je izdelovalec vlagatelj elaborata sprememb, ki je lahko upravljavec ali pooblaščenec upravljavca (npr. geodetsko podjetje), v primeru izdajanja podatkov pa je izdelovalec GU. V rubriko izdelovalec se vpiše matična številka izdelovalca iz Poslovnega registra Slovenije (MAT_ST), ime izdelovalca (IME), in sicer ulica (ULICA), hišna številka (HIŠNA_ŠT), številka pošte (ŠT_POŠTE) in ime pošte (IME_POŠTE)).

- DATUM (datum izdelave celotnega elaborata (vpiše se YYYYMMDD – leto, mesec, dan).
- STEVILKA_ELABORATA (številka elaborata je polje v katerega se vpiše 15 mestno številko elaborata sprememb, ki ga dodeli Geodetska uprava. Polje je ob vpisu prazno, polno je le v primeru, ko upravljavec/izdelovalec posreduje popravljen elaborat, ki ga je predhodno z obvestilom zavrnila Geodetska uprava).
- UPRAVLJAVEC PREJEMNIK (v primeru posredovanja elaborata sprememb v zbirni kataster GJI je to upravljavec/lastnik, v primeru izdajanja podatkov pa subjekt, kateremu so podatki namenjeni. V to rubriko se vpiše matična številka upravljavca/prejemnika iz Poslovnega registra Slovenije (MAT_ST), ime upravljavca/prejemnika (IME), in naslov upravljavca/prejemnika v enakem zaporedju, kot pri znački izdelovalec.
- VRSTA GJI (Pod vrsto GJI se vpiše zaporedna identifikacijska številka vrste znotraj elaborata (ID), šifra vrste objektov GJI (SIF_VRSTE) in morebitni komentar k posamezni vrsti GJI (KOMENTAR). Vrsta GJI se ponovi tolikokrat kolikor različnih vrst GJI posredujemo z enim elaboratom sprememb oz. ob izdaji).
- DATOTEKA (Pod datoteko se vpiše identifikacijska številka datoteke znotraj vrste GJI (ID), ime vseh datotek ene vrste GJI (IME), ki so posredovane v elaboratu sprememb oz. ob izdaji podatkov in opis posamezne datoteke (OPIS), če je le ta potreben. Datoteka se ponovi tolikokrat kolikor različnih imen datotek posredujemo znotraj ene vrste GJI ob posredovanju elaborata sprememb oz. ob izdaji).
- KOMENTAR (Pod komentar se lahko pripiše poljuben splošni komentar ob posredovanju elaborata sprememb oz. ob izdaji podatkov).

Primer strukture osnovne vhodne datoteke elaborata sprememb v ZK GJI podane v XML formatu.

```
<?xml version="1.0" encoding="windows-1250" ?>
<OSNOVNA_DATOTEKA>
  <IZDELOVALEC>
    <MAT_ST>5068002</MAT_ST>
    <IME>JAVNO KOMUNALNO PODJETJE RADLJE OB DRAVI D.O.O.</IME>
    <ULICA>MARIBORSKA CESTA</ULICA>
    <HISNA_ST>3</HISNA_ST>
    <ST_POSTE>2360</ST_POSTE>
    <IME_POSTE>RADLJE OB DRAVI</IME_POSTE>
  </IZDELOVALEC>
  <GJI>
    <DATUM>20070814</DATUM>
    <ŠTEVILKA_ELABORATA />
    <UPRAVLJAVEC_PREJEMNIK>
      <MAT_ST>5881765</MAT_ST>
      <IME>OBČINA VUZENICA</IME>
      <ULICA>MLADINSKA ULICA</ULICA>
      <HISNA_ST>1</HISNA_ST>
      <ST_POSTE>2367</ST_POSTE>
      <IME_POSTE>VUZENICA</IME_POSTE>
      <VRSTE_GJI>
        <VRSTA_GJI ID="1" SIF_VRSTE="3100" KOMENTAR="KOMUNALNA
          INFRASTRUKTURA-VODOVOD" />
      </VRSTE_GJI>
      <DATOTEKE>
        <DATOTEKA ID="1" IME="588176531002007081401_ITL.DBF" OPIS="" />
        <DATOTEKA ID="2" IME="588176531002007081401_ITL.SHP" OPIS="" />
        <DATOTEKA ID="3" IME="588176531002007081401_ITL.SHX" OPIS="" />
        <DATOTEKA ID="4" IME="588176531002007081401_ILL.DBF" OPIS="" />
        <DATOTEKA ID="5" IME="588176531002007081401_ILL.SHP" OPIS="" />
        <DATOTEKA ID="6" IME="588176531002007081401_ILL.SHX" OPIS="" />
      </DATOTEKE>
    </UPRAVLJAVEC_PREJEMNIK>
    <KOMENTAR />
  </GJI>
</OSNOVNA_DATOTEKA>
```

4.4.1.3 GML (Geographical Markup Language)

GML je različica XML za kodiranje geografskih objektov. GML omogoča sestavo nevtralnega formata za prostorske podatke, s katerim lahko kodiramo večino obstoječih oblik

prostorskih podatkov in informacij. Z GML je mogoče prenašati geografske informacije kot ločene objekte in uravnavati njihov prikaz. Uporabniki lahko geografske informacije prikazujejo z običajnimi pregledovalniki internetnih vsebin. Pomembnejše koristi uporabe GML so sledeče (Lake, 2006):

- povečana kakovost prikaza prostorskih informacij,
- uporaba obstoječih pregledovalnikov brez nadgradnje z odjemalskimi programi,
- uporabniško prilagajanje prikaza informacij,
- vstavljanje povezav med objekte in spletne naslove,
- neposredno povpraševanje po lastnostih objekta,
- neposredno določanje vsebine prikaza, animacije prikaza objektov, ki se s časom spreminjajo,
- univerzalnost formata za različne naprave (miniaturni računalniki in brezžične komunikacijske naprave ...) in verižno dodajanje storitev za izdelavo informacij.

Slikovni prikaz v formatu GML zapisanih prostorskih podatkov zahteva izvedbo pretvorbe GML formata v enega izmed grafičnih formatov. V primeru svetovnega spleta je to lahko format SVG (Scable Vectro Graphics), (Smole, 2002).

Osnovna zahteva za standard zapisa geografskih podatkov je zmožnost zapisa geometrije. GML vključuje naslednje geometrijske elemente:

- koordinate (Co-ordinated list),
- točke (Points in Multi-Points),
- linije (Line-Strings in Multi-Lines),
- poligone (Polygons in Multi-Polygons).

Obstaja več standardov za zapis geografskih podatkov, toda GML temelji na OGC specifikacijah, ki jih je sprejela večina ponudnikov GIS. GML je osnovan na XML, ki zagotavlja metode preverjanja podatkovne integritete. XSD shema določa strukturo XML

dokumenta na način, da ga razpoznavalnik (parser) lahko preveri. Vsak XML dokument lahko urejamo s preprostim urejevalnikom, kot je NotePad.

Geometrijske značilnosti so v GML natančno definirane. Je več geometrijskih tipov, ki izhajajo iz enega abstraktnega GML geometrijskega tipa: točka vsebuje par koordinat. Daljice vsebujejo več parov, ki so povezane z ravnimi črtami. Obod (box) opišemo z levim spodnjim in desnim zgornjim ogliščem. Linearen obod (linear ring) je zaključen krog najmanj treh različnih točk, kjer je zadnja točka ista prvi in mora vsebovati najmanj štiri točke. Mnogokotnik lahko v nasprotju z linearnim obodom vsebuje luknje, notranje meje, ki označujejo področja, so izvzete iz zunanjih mej. Mnogokotnik torej lahko vsebuje eno zunanjo mejo in eno ali več notranjih mej. Oblike opisov geometrijskih značilnosti so natančno definirane, same dejanske značilnosti pa niso natančno definirane.

Nekatere pomembnejše lastnosti jezika GML so:

- Temelj jezika GML predstavlja jezik XML, ki je široko sprejet standard. To zagotavlja, da bo možno podatke GML pregledovati, popravljati in transformirati s široko paleto razpoložljive programske opreme.
- Jezik XML je enostavno transformirati. Z uporabo transformacijskega jezika XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) ali kateregakoli programskega oziroma skriptnega jezika kot npr. VB, VBScript, Java, JavaScript, C++ lahko razvijalci programske opreme izvajajo transformacije podatkov GML za potrebe grafičnega prikaza podatkov, transformacij koordinat, prostorskih poizvedovanj, kartografske generalizacije itd.
- GML predstavlja možnost shranjevanja prostorskih podatkov. Dve tehnologiji XML, in sicer XLink in XPointer omogočata sestavo zapletenih in porazdeljenih prostorskih nizov podatkov. To pomeni, da se lahko podatki pripravljene za neko nalogo, uporabijo oziroma se integrirajo s podatki, pripravljenimi za neke druge potrebe.

- GML temelji na splošnem modelu geografskega sveta (abstraktni model OpenGIS), ki ga je razvila in sprejela velika večina svetovnih proizvajalcev opreme GIS.
- GML omogoča povezovanje prostorskih podatkov z neprostorskimi podatki zapisanimi v formatih številnih drugih izpeljank jezika XML (Lake, 2001).

4.4.2 Standardizirana infrastruktura za interoperabilnost GIS po konzorciju OGC

Med uporabniki in proizvajalci informacijske tehnologije se povečuje zavedanje o tem, da je pomemben vidik organiziranja in uporabe digitalnih podatkov dosežen z vpisovanjem (registracijo, indeksiranjem) podatkov v odvisnosti od položaja. Ker se v geografskem prostoru veliko zbirk podatkov že navezuje na položaj v prostoru, je narasla potreba po standardiziranju tovrstnih podatkov. Razvita je bila skupina mednarodnih standardov za področje prostorskih geografskih informacijskih podatkov in geomatike (ISO/TC 211). Najpomembnejši cilj razvoja navedene skupine standardov je pospeševanje integracije in porazdeljevanje geografskih/prostorskih podatkov oziroma tako imenovane interoperabilnosti informacijskih sistemov v porazdeljenih informacijskih okoljih oziroma sistemih (Čeh, 2002).

4.4.2.1 Opisi najpomembnejših storitev za dostop in obdelavo podatkov v OpenGIS

Spletne storitve postajajo sestavni gradniki sodobnih informacijskih sistemov. Celo več, postajajo ključni člen, ki v informacijskih sistemih omogoča integracijo med deli sistema v podjetju oz. organizaciji in med informacijskimi sistemi različnih organizacij. Da spletne storitve postajajo ključna tehnologija za integracijo, potrjuje tudi dejstvo, da podporo za spletne storitve in posledično XML vključuje vedno več aplikacij in orodij, vgrajene so tudi v samo jedro operacijskih sistemov. Spletne storitve bodo v prihodnosti predstavljale veliko več kot le tehnologijo za integracijo informacijskih sistemov in verjetno jih bomo kmalu uporabljali tudi za integracijo s strojno opremo in ostalimi sistemskimi viri (Jurič, Pušnik, 2005). Najzanimivejše in najpogosteje uporabljene spletne storitve so:

- spletna kartografska storitev – WMS (Web Mapping Service),
- spletna objektna storitev – WFS (Web Feature Service),

- spletna 3D storitev - WTS (Web Terrain Services),
- spletna storitev za podatkovne sloje – WCS (Web Coverage Service).

WMS kartografska storitev izdelava karto oziroma rastrsko sliko iz geografskih podatkov in hkrati omogoča izmenjavo teh slik. Protokol WMS temelji na preprosti sintaksi povpraševanj in zahtev za posamezne sloje glede na prostorsko okno aplikacije. WMS temelji na odprtih, javnih vmesnikih, na odprtih kodiranjih in shemah. Karte, ki so izdelane s pomočjo WMS, so izdelane v slikovnih rastrskih formatih kot JPEG, GIF in PNG. Če morda v kakšnem delu rastra ni podatkov, so ti piksli prozorni – transparentni. WMS omogoča izdelavo karte iz vektorsko osnovanih grafičnih elementov v SVG (Scalable Vector Graphics) ali WebCGM (Web Computer Graphics Metafile) formatu. Ločimo dva tipa WMS. Osnovni WMS, ki podpira operacije GetCapabilities (vrne metapodatke o lastnostih strežnika WMS), GetMap (vrne raster, katerega položaj je določen z geoprostorskimi podatki in velikostjo rastra) in GetFeatureInfo (je neobvezna funkcija, ki vrne informacije o posamezni entiteti na rastru) ter WMS-SLD (Styled Layer Description), ki podpira štiri dodatne operacije describeLayer (funkcija opiše posamezne sloje), getLegendGraphics (funkcija opiše simbole v legendi), getStyles and putStyles (funkciji za obnovo in shranjevanje uporabnikovih stilov v WMS). Styled Layer Description (SLD) opisuje način razširitve strežnika WMS za uporabniško definirano upodobitev značilnosti podatkov, ko sta na primer barva ali simboli posameznih objektov, ki jih bo WMS uporabil za prikaz sloja (povzeto po Sayar, Pierce, Fox, 2005). Na primer, če strežnik WMS sloj vodovodnega omrežja prikaže s privzeto črno barvo, potem SLD na strežniku omogoča, da odjemalec WMS določi, da želi prikaz entitet vodnih podatkov prikazati z modro barvo. SLD nudi torej odjemalcu WMS dodatno kontrolo, kako prikazati rastrske podatke. Če odjemalec prikazuje podatke iz več strežnikov WMS, potem podpora SLD na enem ali več strežnikih omogočajo, da WMS odjemalec sloje pravilno vizualizira in s tem reši morebitna nasprotja oz. sovpadanje v prikazu slojev. Odjemalec ima možnost v celoti prevzeti nadzor nad grafičnim zgledom sloja in tako uporabniku omogoča popoln nadzor pri vizualizaciji rastrov. SLD sodeluje samo z WMS, ne pa tudi z WFS.

Specifikacije WMS določajo tudi sintakso za tvorbo spletnih naslovov URL (Uniform Resource Locators), ki kličejo zgornje operacije. Za metapodatke uporabimo XML.

Informacijski sistemi, ki temeljijo na spletnih protokolih HTTP in podatkovnem standardu XML tako lahko enostavno uporabljajo funkcije standarda WMS.

Spletna objektna storitev WFS je namenjena za prenos, uporabo in nadzor vektorskih prostorskih podatkov, ki se nahajajo na različnih lokacijah, v aplikaciji pa delujejo kot povezana in usklajena celota. Storitve podpira operacije, kot so: tvorjenje in vstavljanje novih grafičnih elementov (insert), brisanje grafičnih elementov (delete), ažuriranje grafičnih elementov (update), zaklepanje grafičnih elementov (lock), poizvedovanje in iskanje prostorskih in neprostorskih podatkov o elementu (discovery).

WFS zagotavlja GML predstavitev preprostih prostorskih objektov v odgovor na povpraševanja s strani http odjemalcev. Ti dostopajo do prostorskih objektov skozi WFS zahteve po samo tistih objektih, ki jih aplikacija potrebuje.

Zahteve WFS so naslednje:

- vmesnik mora biti definiran v XML,
- grafični elementi morajo biti opisani z GML,
- WFS mora pripraviti GML predstavitev grafičnih elementov,
- grafični elementi morajo biti shranjeni neodvisno od strežniških aplikacij, ki lahko te elemente pridobivajo samo preko vmesnika WFS,
- za referenciranje se uporablja podmnožica izrazov (XPath).

Postopek obdelave zahteve s strani aplikacije je proceduralno sledeč. Aplikacija (odjemalec) najprej zahteva od WFS tako imenovan dokument zmožnosti (angl. capabilities document). Ta dokument vsebuje opis vseh operacij, ki jih WFS lahko izvede in seznam vseh tipov geometrijskih elementov, ki jih lahko obdeluje, aplikacija lahko dodatno zahteva od WFS dodatne definicije za enega ali več geometrijskih elementov, ki jih le-ta lahko obdeluje. Glede na definicije geometrijskih elementov, aplikacija tvori zahtevo po specifikacijah WFS, zahtevo pošlje spletnemu strežniku. WFS je naprošen, da prebere in obdelata zahtevo, po

končani obdelavi WFS generira poročilo, ki ga posreduje aplikaciji. V primeru napake, se posreduje status napake.

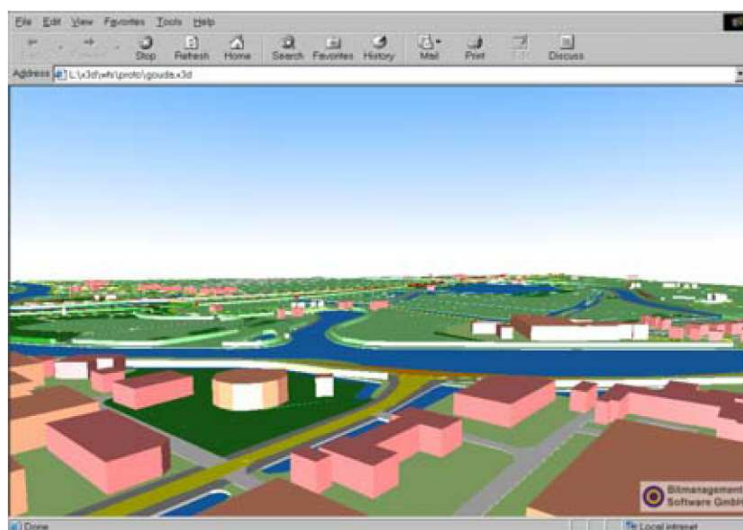
Standardizirane funkcije WFS so naslednje:

- GetCapabilities (funkcija, ki pridobi dokument zmožnosti),
- DescribeFeatureType (funkcija, ki vrne podroben opis vsakega geometrijskega elementa, ki ga WFS lahko obdeluje),
- GetFeature (aplikacija zahteva geometrijske elemente, pri čemer je lahko zahteva z uporabo prostorskih ali neprostorskih parametrov),
- GetGmlObject (WFS posreduje povezave Xlinks (identifikatorji XML) geometrijskih elementov),
- Transaction (WFS lahko omogoča podporo transakcijam, ki spreminjajo grafične elemente (tvorjenje, ažuriranje, brisanje ...),
- LockFeature (WFS lahko omogoča zaklepanje enega ali več geometrijskih objektov med operacijo Transaction).

Glede na opisane operacije, lahko definiramo tri tipe (razrede), in sicer osnovni WFS (Basic WFS), ki vključuje GetCapabilities, DescribeFeatureType in getFeature, Xlink WFS vključuje poleg vseh funkcij osnovnega WFS še GetGmlObject lokalnih ali oddaljenih povezav Xlinks ter Transaction WFS, ki poleg funkcij osnovnega WFS, implementira še operacijo Transaction. Neobvezno lahko še vključuje GetGmlObject in LockFeature (OGC-WFS, 2005).

Storitvi, kot sta WMS in WFS lahko pripomoreta k enostavnejšemu dostopu do prostorskih podatkov. Tak način distribucije predstavlja racionalnejšo rešitev, ker so podatki na voljo uporabnikom, distributerju pa preostane naloga, da vzdržuje to storitev. Eden od problemov je preverjanje dostopa uporabnikov do WMS in WFS storitev. V svetu spletnih aplikacij se uporabljajo pristopi, kot so uporabniško ime in geslo, prijava preko pravega elektronskega naslova, digitalna potrdila, itd ... Ustrezno metodo avtorizacije lahko običajno definiramo na aplikacijskem strežniku, vendar WMS/WFS specifikacije ne zahtevata podpore za zgoraj naštet metode. V praksi bi to pomenilo, da se na WMS/WFS strežnik ne moremo povezati s

pomočjo najpogostejših GIS orodij (ESRI ArcGIS, MapInfo, INTERGRAPH), kar seveda izniči vse napore enostavnega dostopa do podatkov. V primeru večjih količin podatkov običajno nastane problem hitrosti njihovega prenosa. Zaradi uporabe XML oblike zapisa podatkov (predvsem WFS) velik del prostora zasedejo metapodatki, ki določajo strukturo zapisa podatkov in ne samo vsebine. Priporoča se uporaba različnih tehnik komprimiranja podatkov (Petek, Veri, 2006).



Slika 29: Primer WFS/GML predstavitev grafičnih elementov (De Vrise, Zlatanova, 2004)

Picture 29: WFS/GML presentation example of graphic elements (De Vrise, Zlatanova, 2004)

WTS spletne storitve definirajo standardno izmenjavo zahtev za 3D prikaze s strani odjemalca podatkov iz serverjev, ki so sposobni generirati takšno zahtevo. 3D spletna storitev mora podpirati dve operaciji GetCapabilities in GetView. Pogled oziroma 3D prikaz je definiran kot 2D projekcija z tridimenzionalnimi značilnostmi na ravnino prikaza. Da je mogoče kreirati takšen prikaz, je potrebno posredovati serverju ogromno parametrov. In sicer: točko zanimanja (x,y,z odjemalčevega fokusa), razdaljo med uporabnikom in točko zanimanja, vertikalni kot med uporabnikom in točko zanimanja, horizontalni kot med severom in horizontalno projekcijo in kot pogleda. Server vrne rastrsko sliko zahtevanih 3D podatkov.

WTS specifikacija izdana s strani OGC je zelo podobna specifikaciji, ki opredeljuje WMS. V obeh primerih je posredovani prikaz v rastrski obliki. WTS je dobra izbira, ko je zahtevana 3D perspektiva mest in pokrajine, pomanjkljivosti se kažejo pri zahtevah 3D navigacije,

identificiranju objektov (pridobitvi informacij o objektu) in prostorskih analizah. Ogromna količina rastrskih slik oziroma prikazov, ki morajo biti generirani s strani serverja, predstavlja velik problem pri navigaciji. Uporaba vektorskih podatkov oziroma WFS spletne storitve, ki kot izhodni format uporablja GML je v tem primeru boljša izbira. Teoretično GML 3.0 nima nobenih omejitev pri vzdrževanju 3D objektov v geometrijskem in topološkem smislu. Podobno velja za prostorske analize (odgovori na vprašanja: katera gospodarska javna infrastruktura poteka pod določeno stavbo) (De Vries, Zlatanova, 2004).



Slika 30: Primer rastrske slike WTS spletne storitve (De Vries, Zlatanova, 2004)

Picture 30: Example of WTS raster picture (De Vries, Zlatanova, 2004)

Spletna storitev za podatkovne sloje WCS je namenjena elektronski izmenjavi prostorskih podatkov v izvorni, nefiltrirani obliki, ki jih obravnavamo kot pokritja oziroma sloje (coverages). Temeljna naloga spletne storitve za podatkovne sloje je omogočiti dostop do bolj podrobnih podatkov, za katere je, na primer, potreben zahtevnejši postopek upodobitve, ki ga bo uporabnik izvedel na strani odjemalca. To so lahko digitalni ortofoto načrti, kjer poleg barve vsakega piksela lahko priključimo še podatke o njegovi višini, neobdelane satelitske slike, kjer je navedena vrednost svetlosti za posamezni piksel in so namenjene daljinskemu opazovanju, digitalni modeli reliefa, predstavljeni s štirikotno ali trikotno mrežo ... Spletna

storitev za podatkovne sloje te podatke na zahtevo posreduje v izvorni obliki in s tem uporabniku omogoča, da jih obdelata na želeni način. To je tudi osnovna razlika glede na spletno kartografsko storitev, ki sama obdelata prostorske podatke in jih preslika v statično sliko, ki je namenjena zgolj prikazovanju (Ažman, 2005).

WCS nudi tri ključne operacije za delo s pokritji:

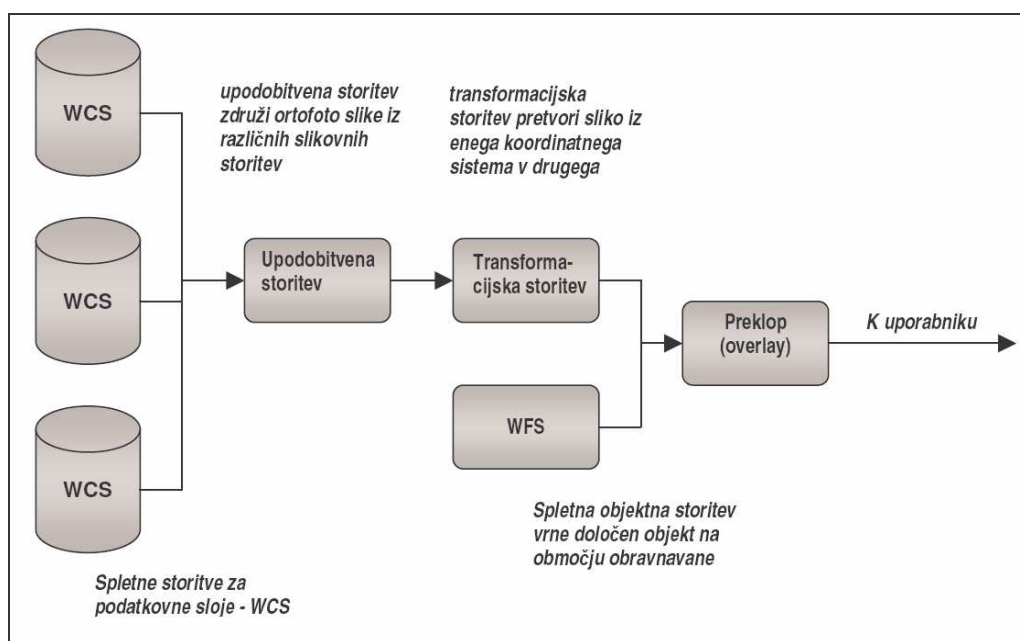
- GetCapabilities, le-ta vrne dokument XML, v katerem server opiše svoje lastnosti in zbirke razpoložljivih podatkov.
- DescribeCoverage, le-ta omogoča, da odjemalec pridobi popoln opis enega »pokritja« iz večdimenzionalne množice. Ta opis mu WCS strežnik posreduje v obliki dokumenta XML.
- GetCoverage, praviloma ga pokličemo po pridobitvi odgovorov na zahtevi GetCapabilities in DescribeCoverage, ki določata, katere zahteve so dovoljene in kateri podatki so dostopni in na kakšen način so podatki zakodirani.

Eden glavnih sodelavcev pri WCS je ameriška narodna zrakoplovna in vesoljska uprava - NASA (National Aeronautics and Space Administration). Pričakujemo lahko, da bo WCS postal eden izmed ključnih servisov za dostopnost do tistih prostorskih podatkov, do katerih ima danes dostop le ožji krog uporabnikov. Z njihovo dostopnostjo se odpira nova množica aplikacij za najširši krog uporabnikov, saj bo možno doseči mnogo boljše prilagajanje zahtevam uporabnikov, s tem pa se bo povečala dodana vrednost prostorskim podatkom.

Spletne storitve so lahko priklicane kadarkoli z uporabo standardnih spletnih brskalnikov z zahtevki v obliki URL. Vsebina takega URL je odvisna od tega, katera storitev je zahtevana. V primeru, ko je predmet zahtevka karta URL določa, katere informacije naj bodo prikazane na karti, kateri del zemeljskega površja naj bo upodobljen, želeni koordinatni sistem ter velikost prikazane slike. Zahtevki pri spletnih storitvah se lahko nanašajo na različne strežnike, s katerih prikličejo podatke ali storitve.

Veriženje storitev lahko smatramo kot posebno obliko obdelovalnih (procesorskih) storitev, ki uporabniku zagotavljajo kombinacijo ali verigo rezultatov različnih storitev skladno s

potrebami njegovih procesov. V okviru prostorskih informacijskih sistemov se srečujemo s široko paleto različnih uporabnikov z različnimi potrebami in različnimi vrstami ter kombinacijami poslovnih procesov. Učinkovito veriženje storitev je pomembno, kadar potrebujemo informacije iz različnih virov in različnih ponudnikov podatkov. Ključ k tovrstni učinkovitosti leži v uporabi standardnih vmesnikov, kodiranja in standardnih podpornih storitev. Veriženje storitev je potrebno, kadar opravilo uporabnika ne more biti zagotovljeno z uporabo samo ene storitve, temveč s kombinacijo ali zaporedjem več različnih. Učinkovita in pravilna kombinacija ustreznih spletnih storitev omogoča enostavno in hitro avtomatizacijo poslovnih procesov ter prilagajanje stalno nastajajočim spremembam.



Slika 31: Primer veriženja storitev (Nebert, 2004)

Picture 31: A typical service chaining example (Nebert, 2004)

Značilen primer veriženja storitev predstavlja slika 29. Upodobitvena storitev pridobiva različne sloje podatkov iz različnih virov s pomočjo WCS storitev in jih združi v enotno predstavitev, sliko. Storitve za transformacijo pretvori sliko v drug koordinatni sistem. Storitve za preklop podatkov združi tako pretvorjeno sliko z objekti iz WFS in pošlje rezultat uporabniku kot izgrajeno karto (rendered map). Za uvedbo opisanih storitev obstajajo določeni standardi in orodja, ki jih razvijajo in standardizirajo različne organizacije, komiteji, konzorciji (Nebert, 2004).

Zgoraj navedene tehnologije so lahko uporabljene za opis storitev, iskanje in odkrivanje storitev ter za njihovo veriženje. Prej ko bo omogočeno enotno in standardizirano upravljanje s storitvami za prostorske podatke, tem večja bo korist opisanih storitev. Interoperabilne prostorske storitve bodo posebno koristne tako za znanstveno raziskovanje in inženirsko modeliranje kot tudi za državno in lokalno javno upravo, kjer so tesno povezani hierarhični sistemi zaenkrat še nesposobni zagotavljati želeno širino in fleksibilnost. Storitve dovoljujejo uporabnikom, da svobodno kombinirajo storitve za procese kreiranja svojih rešitev z minimalnimi napori pri programiranju, integraciji podatkov in programskimi rešitvami ter njihovemu vzdrževanju.

4.4.3 Tehnični vidiki interoperabilnosti GJI

Interoperabilnost prostorskih podatkov postaja dejstvo, ki se je v bližnji bodočnosti ne bo dalo zaobiti. Na to kaže tudi iniciativa INSPIRE Evropske skupnosti, ki želi vzpostaviti vse potrebne mehanizme za doseg interoperabilnosti prostorskih podatkov in na ta način zagotoviti njihovo maksimalno uporabo. Brez dvoma je najpomembnejša organizacija, ki skrbi za podporo interoperabilnosti prostorskih podatkov na tehničnem nivoju, konzorcij OpenGIS. V času, ko je bil OpenGIS ustanovljen (leta 1994) tehnične danosti še niso bile zrele za realizacijo ideje. Danes je to drugače, pasovna širina računalniških omrežij se je močno povečala, brezžične komunikacije omogočajo širok razmah najrazličnejših aplikacij, ki temeljijo na prostorskih podatkih. Na ta način bodo obstoječi prostorski podatki oplemeniteni z množico aplikacij in množico novih uporabnikov. Konzorcij je v zadnjih letih izjemno aktiven in se odziva na nove zmožnosti tehnologije. Pomena konzorcija se zaveda tudi industrija, tj., večina pomembnejših tradicionalnih proizvajalcev programske opreme na tem področju.

Interoperabilnost prostorskih podatkov je danes dejstvo. Uporabnikom daje nov pogled na uporabo prostorskih podatkov, kar bo močno povečalo njihovo uporabnost, pri čemer uporabniku ne bo potrebno veliko investirati. Če povzamemo temeljno idejo iniciative INSPIRE, določeni podatki se zbirajo, hranijo in posodablajo na enem mestu, navzven pa se odprejo na standardiziran način. Na ta način odpade potreba po dragih replikacijah, ki, poleg tega, da zahtevajo čas in drago računalniško infrastrukturo, niso povsem ažurne.

V nadaljevanju magistrske naloge so na primeru zbirnega katastra GJI prikazane storitve in predvidene storitve razvrščene glede na nivoje, opisane v poglavju tehnični vidiki interoperabilnosti prostorskih podatkov (vpogledovalni nivo, posredovalni nivo, realizacijski nivo, avtomatizirani nivo). Prikazana je časovna dinamika vzpostavitve teh storitev. Posamezni tehnološki tip storitev lahko pokriva več storitev iz organizacijskega dela.

Preglednica 14: Tehnična interoperabilnost GJI in njeni termini vzpostavitve

Table 14: Technical interoperability of GJI and establishment terms

Storitev - tehnološko	Storitev	Nivo	Termin vzpost.
Vodenje in vzdrževanje ZK GJI			
Priprava dela elaborata s pomočjo spletne storitve.	Priprava elaborata sprememb s strani upravljavca.	posredovalni	Konec 2006
Prevzem podatkov uveljavljenega elaborata s strani upravljavca preko spleta.	Sprejem elaborata sprememb (oziroma posredovanje elaborata s strani upravljavca).	posredovalni	Konec 2006
Posredovanje in sprejem elaborata sprememb digitalno.	Posredovanje podatkov sprejetega elaborata upravljavcu.	realizacijski	2007/08
Komunikacija do različnih upravljavcev v primeru potreb po reševanju neskladij med upravljavci.	Posredovanje podatkov o potrebnih spremembah po uskladitvah v primeru neskladij med upravljavci.	avtomatizirani	nedoločen
Uporaba podatkov ZK GJI			
Vpogled v podatke zbirnega katastra GJI preko distribucijskega sistema	Informacija o lokaciji in osnovne lastnosti objektov GJI	vpogledovalni	Začetek 2007
Spletni servisi za dostop do podatkov zbirnega katastra GJI (web servisi)	Informacija o lastništvu GJI	vpogledovalni	2007
Elektronsko naročanje podatkov in elektronsko posredovanje podatkov	Informacija o nosilcu podrobnejših podatkov	realizacijski	2007/08
E-lokacijska informacija (storitev »varovalni pasovi«)	Lokacijska informacija	vpogledovalni	2009 ?
E-storitev »pokliči predenj koplješ«	»Pokliči predenj koplješ«	vpogledovalni	2010 ?

Tehnični vidik interoperabilnosti ne predstavljajo samo spletne storitve, ki so opisane v nadaljevanju, ampak tudi ostale storitve. Osnovno delitev storitev, glede na zahtevnost, bi lahko razdelili na več nivojev, in sicer:

- vpogledovalni nivo (vpogledovanje, v posebnih primerih shranjevanje),
- posredovalni nivo (obrazce in formularje posreduje preko elektronskih ali poštnih komunikacij),

- realizacijski nivo (državljanom ali podjetjem je omogočeno on-line izpolnjevanje, posredovanje in realizacija),
- avtomatizirani nivo (storitve so integrirane, transakcije popolnoma avtomatizirane).

Razvidno je, da je nivo zahtevnosti v storitvah vzdrževanja precej višji, kot je nivo storitev pri uporabi. V primeru GURS, kjer že obstaja infrastruktura za dostop do podatkov in del storitev že deluje (na drugih evidencah), je vključitev podatkov zbirnega katastra v sistem dokaj enostaven (GZC, 2005).

Testno vpogledovanje prek odjemalcev v podatke GJI za potrebe potrditve hipoteze magistrske naloge je razvito in opisano v nadaljevanju s vpogledovanjem in nastavitvijo spletnega servisa je izpolnjen trenutno najzahtevnejši nivo tehnične interoperabilnosti (avtomatski novi).

5 PRIMERJAVA GML IN OSTALIH FORMATOV

Pogosto je bilo v preteklosti, pa tudi danes mnogo geografskih podatkovnih baz razvitih z različnimi programi, orodji in aplikacijami. Glavni problem od samega začetka informacijske tehnologije še vedno ostaja nespremenjen, in sicer pridobivanje in posredovanje podatkov, ker žal ne obstaja možnost izmenjave informacij med temi različnimi bazami podatkov.

V nalogi smo se osredotočili na GML pristop gradnje geografske baze podatkov, da bi lahko zagotovili nemoteno izmenjavo informacij. Kot odprt, ne-lastniški industrijski standard, GML premaguje problem trenutnega GIS lastniškega podatkovnega modela in strukture podatkovne baze. V primerjavi z ostalimi standardi, kot SDTS, ima GML-jev pristop prednost pri zagotavljanju on-line izmenjave podatkov. GML obljublja zagotavljanje standardnega načina shranjevanja in uporabe obstoječih prostorskih podatkov prek spleta.

S hitrim razvojem GIS in njegovih aplikacij je vedno več geografskih baz podatkov razvitih z različnimi orodji, programi in aplikacijami, ampak dostop in pridobivanje podatkov še vedno predstavlja velik problem za razvoj GIS aplikacij. Ogromna vsota geografskih podatkov je namreč shranjena na različnih mestih in v različnih formatih, ponovna uporaba podatkov za nove aplikacije in izmenjavanje podatkov sta zastrašujoči nalogi predvsem zaradi raznovrstnosti obstoječih sistemov v smislu koncepta oblikovanja podatkov in tehnik kodiranja podatkov ter shranjevalnih struktur, itd. (Devogele et al., 1998).

Trenutno v GIS industriji dominira več komercialnih namiznih GIS programskih sistemov, npr. ESRI ArcGIS in ArcView, Smallworld GIS, Intergraph GeoMedia, MapInfo professional, Clark Lab Idrisi, itd. Verjetnost, da bodo vsi GIS uporabniki uporabljali isto programsko opremo je precej mala (Tarnoff, 1998). Različni prodajalci imajo svoje lastniške (lastninsko zaščitene) programske opreme, modele podatkov in shranjevalne strukture podatkovnih baz. Potemtakem geografske baze podatkov, osnovane na teh načrtih, ne morejo komunicirati brez pretvorbe podatkov. Če hočemo izmenjati informacije in dostopati ter pridobiti podatkovna sredstva med heterogene sisteme, moramo razviti orodja za pretvorbo, ki so sposobna pretvoriti podatke iz enega formata v drugega. Še več, te raznolike namizne GIS

strukturne baze podatkov naredijo »oddaljene izmenjave« in dostop ter pridobivanje podatkov še bolj zapletene zaradi omejene dostopnosti in zahtevane pretvorbe podatkov.

Razvoj svetovnega spleta je ustvaril edinstveno okolje za dostop in pridobivanje geoprostorskih podatkov. Uporabniki lahko uporabljajo svetovni splet kot sredstvo za dostop, pridobivanje, analizo in manipulacijo. Mnogo komercialnih internetnih GIS programov, kot ESRI, MapObject IMS in ArcIMS, AutoDesk's MapGuide, Intergraph's Geomedia WebMap, MapInfo MapXtreme, GE SmallWorld's Internet Application Server in ER Mapper Image Web Server je razvitih, da ponudijo boljše orodje za dostop do podatkov preko svetovnega spleta. Vendar lahko imajo ti interni GIS programi kot GIS programska oprema probleme lastniškega podatkovnega modela in strukture podatkovne baze.

Dostop in pridobivanje podatkov, pospešeno z napredki v omrežni tehnologiji, ovira nezdržljivost raznolikih podatkovnih modelov in formatov, uporabljenih na različnih mestih (Choicki, 1999).

Poleg osnovnega problema ostajata še dva, in sicer:

- Točnost podatkov, ki lahko zajema napačno topologijo, netočnost koordinat, manjkajoče ali napačne attribute posameznih elementov, po tem ko so podatki pretvorjeni iz enega formata v drugega. (Noronha, 2000).
- Veliko časa in denarja je zapravljenega za pretvorbo ali razvoj orodij za pretvorbo podatkov.

Večina vlaganj današnjih GIS uporabnikov je v:

- izmenjavo in pretvorbo podatkov,
- razvoj aplikacijskih nadgradenj za splošni namen GIS produktov,
- in učenje aplikacij programske opreme z namenom povečanja produktivnosti.

Med navedenimi štejeta podatkovna izmenjava in pretvorba zelo velik odstotek (Siki, 1999).

Poznamo dve vrsti interoperabilnosti. Za programsko opremo, podatkovna interoperabilnost pomeni sposobnost izkoristiti različne spektre podatkovnih formatov. Za serijo podatkov, programska interoperabilnost pomeni, da jo lahko z njo manipulirajo različna programska oprema (Laurini, 1998).

Interoperabilna baza podatkov se nanaša na podatkovni nivo interoperabilnosti. Lahko jo uporabijo različni tipi programov in aplikacij. Z interoperabilnimi bazami podatkov lahko uporabniki preprosto zahtevajo in sestavijo podatke, ne glede na to ali so baze podatkov shranjene lokalno ali oddaljeno (remotely). Interoperabilnost podatkov iz heterogenih virov je zelo pomembna v kontekstu geografskih aplikacij, saj obstajajo ogromne količine prostorskih podatkov, ki so drugačnih geografskih formatov, in obstajajo povečane zahteve za ponovno uporabo obstoječih prostorskih podatkov.

Obstajata dva pristopa k podatkovni interoperabilnosti:

- integracija podatkovne baze in
- standardizacija (Devogele et al., 1998).

Integracija baze podatkov je bolj sofisticiran pristop. Prvi osnovni pristop je, da oskrbimo uporabnike z globalnim katalogom dostopnih informacijskih virov, kjer je vsak vir opisan s povezanimi metapodatki, vključujoč predstavnost način, lestvico, zadnji datum posodobljenja, in nivo kvalitete podatka, itd. (Stephan et al, 1993; Uitermark, 1996).

Drugi pristop interoperabilnosti je skozi standardizacijo (Devogele et al., 1998).

V preteklosti je bila večina uporabnih standardov razvitih v namen pospešitve izmenjave podatkov. Med njimi sta GDF (Geographic Data File) in SDTS (Spatial Data Transfer Standard) široko uporabljena in sprejeta. GDF je posebej načrtovan za prostorsko izmenjavo podatkov. Definira set prostorskih značilnosti, atributov in odnosov, ki so posebej relevantni za aplikacije in specificira set uporabnih podatkovnih struktur in podatkovnih formatov. To ga naredi uporabnega za izmenjavo podatkov. SDTS je standard, ki ima splošen pomen in je fleksibilen in prilagodljiv. S pričakovanimi nadgradnjami je bilo od SDTS pričakovati, da bo

postal pomemben podatkovni format za prostorski podatkovni transfer ali nevtralna oblika arhiviranja podatkov (Arctur et al., 1998). Nekaj slabosti je v preteklosti zaviralo njegov razmah. Te slabosti vključujejo kompleksnost SDTS, počasnost v razvoju praktičnih SDTS profilov, omejitve vsake SDTS baze podatkov na en profil, pomanjkanje jasne definicije geoprostorskih lastnosti v SDTS in nejasnost v pomenu specificiranja osnovne zveze v podatkovnem modelu (Arctur et al., 1998). GDF in SDTS nista bila množično uporabljena kot je bilo sprva pričakovano. Izum novega standardnega formata izmenjave podatkov (GML) predstavlja še en pomemben korak, ki ga je storila geoprostorska skupnost proti interoperabilnosti podatkov. GML je XML osnovan, napisana v XML shemi za oblikovanje, transport in shranjevanje geografskih informacij, vključujoč obojne, prostorske in neprostorske lastnosti geografskih oblik. Razvil ga je OGC, da bi dosegel interoperabilnost podatkov in zmanjšal drage pretvorbe geografskih podatkov med različnimi sistemi (Buehler, McKee, 1996). OGC predstavlja nov pristop k interoperabilnosti (izmenjavi informacij), ki ni osnovan na splošnem formatu, ampak je osnovan na splošnih programskih vmesnikih. Specifikacija na veliko eliminira potrebo po standardih podatkovnih formatih in dragih serijah pretvorbe podatkov. GML predstavlja pomemben korak v razvoju interoperabilne arhitekture za uporabo podatkovnih informacij med različnimi aplikacijami. GML obljublja, da bo podprl izmenjavo informacij iz različnih virov in omogočil selitev geoprostorskih podatkov na svetovni splet.

Za razliko od trenutnih lastniških komercialnih internetnih GIS programov je specifikacija OpenGIS GML javnosti odprt standard za kodiranje in delitev prostorskih podatkov. GML je dobra alternativa dragim, programskim rešitvam:

- GML je odprt standard. Uporabniki ga lahko uporabljajo zastonj, v primerjavi z ostalimi komercialnimi internetnimi GIS programi, ki jih morajo uporabniki plačati. Na primer: ESRI ArcIMS programska oprema je tako draga, da si je mnogo uporabnikov ne more privoščiti. GML je v tem primeru dobra alternativa. Z GML lahko priskrbijo spletne prostorske podatkovne storitve, brez kupovanja lastninske programske opreme.

- GML podatki so shranjeni v tekst formatu, ki je univerzalni format. Integracija podatkov zapisanih v GML formatu je preprosta in enostavna.
- Kot standardni format izmenjave podatkov GML zmanjšuje drag proces pretvarjanja med različnimi formati prostorskih baz podatkov.
- Čeprav GML specifikacije podpirajo standardizacijski pristop k interoperabilnosti podatkov kot sta to naredita tudi GSF in SDTS, pa gre GML še dlje in podpira interoperabilne rešitve, ki omogočijo prenos podatkov prek svetovnega spleta. Medtem ko sta GDF in SDTS uporabna za tako imenovano »off-line« izmenjavo podatkov, je GML sposoben pospešiti dostop in izmenjavo podatkov na spletu v realnem času »real-time«, ker uporablja XML osnovo, katera je široko podprta na spletu. GML nam lahko omogoči pristopnejši Geo-splet (Lake, 2002; Peng, Tsou, 2003; Shekhar et al., 2001).

GML omogoča predstavitev prostorskih podatkov v vektorski obliki prek spletnega vektorskega formata SVG (Scalable Vector Graphics). Večina trenutnih internetnih GIS programov posreduje prostorske podatke na spletu prek prenosa rastrske slike kot npr. GIF in JPEG formatov.

SVG (Scalable Vector Graphics) je v celoti na odprtih standardih temelječ 2D grafični vektorski format organizacije W3C. Omogoča vse, kar omogoča dandanes najbolj razširjen lastniški format, Flash. Flash je v svetu priznan kot standard za spletne grafične, animacijske in ostale multimedijske interaktivne vsebine. Poleg tega tehnologija SVG temelji na standardu XML. Vsekakor gre za obetajoč spletni vektorski format (Neumann, Winter, 2001). Je rezultat dela in prizadevanj konzorcija W3C. Za pregledovanje grafike SVG v spletnem brskalniku mora uporabnik na svojem računalniku predhodno namestiti pregledovalnik SVG. Obstaja več različnih pregledovalnikov SVG, najbolj so razširjeni pregledovalniki podjetja Adobe. Trenutno je uporaba formata SVG še zelo omejena, vendar čedalje bolj postaja očitno, da bo pomen tehnologije SVG v spletni kartografiji narastel (Dickmann, 2001). Specifikacija SVG dovoljuje oziroma omogoča uporabo treh tipov dvodimenzionalnih grafičnih elementov:

- vektorski grafični znaki: krog, pravokotnik, elipsa, linija, polilinija, poligon, t.i. pot, ki lahko predstavlja kombinacijo linij in krivulj,
- rastrske podobe,
- besedila (Smole, 2002).

Vektorski grafični znaki so lahko najrazličnejših barv in prosojnosti. Črte grafičnih znakov so lahko različnih debelin, so neprekinjene, prekinjene s poljubno velikim presledkom, na koncih zaobljene, lomne točke so lahko označene s posebnim grafičnim znakom itd. Prav tako velja, da so črke besedila poljubnega fonta, barve, velikosti, naklona, usmerjenosti itd. Možna je uporaba vektorskih in rastrskih vzorcev, obrezovanje, maskiranje, sestavljanje posameznih grafičnih elementov kartografskega prikaza. Zelo pomemben del specifikacije SVG se nanaša na animacijo vektorskih elementov. Ta omogoča opredelitev začetnega in končnega trenutka animacije, število ponovitev animacije, dolžino trajanja posamezne animacije itd. Animirajo se lahko najrazličnejši opisni podatki določenega grafičnega elementa, npr. barva, velikost, položaj, oblika itd. (Neumann, Winter, 2001).

V primerjavi z rastrskimi GIS podatki, obstaja precej prednosti posredovanja vektorskih podatkov v obliki SVG.

- Kompatibilnost. SVG uporablja tekstovno-osnovan standarden XML jezik, ki je kompatibilen z ostalimi formati in ga je mogoče komprimirati brez izgub. Ker format temelji na tekstu, jih lahko spletni iskalniki indeksirajo in iščejo. SVG omogoča možnost iskanja po besedilu, ki je vključen v dokumentu. Nevidno se lahko integrira s trenutnimi spletnimi tehnologijami, kot je HTML, JavaScript, JSP, ASP, JPEG, GIF, itd.
- Grafična kvaliteta. Pri SVG datotekah je grafična ločljivost neodvisna. Taka vrsta podatkov je lahko prenosljiva brez izgube kvalitete med različnimi platformami in napravami. Preproste rastrske slike so nizko kvalitetne zaradi nizke grafične ločljivosti, še posebej ko uporabniki slike poljubno povečujejo, se bodo slike

zameglile in postale neberljive. Kakorkoli, rastrske slike z visoko grafično ločljivostjo predstavljajo večjo količino podatkov, saj morajo shranjevati informacije posameznih slikovnih elementov. Hitrost dostavljanja takih velikih količin podatkov prek svetovnega spleta postane počasno in nepraktično za potrebe internetnega GIS. Potreba po posredovanju visoko kvalitetnih vektorskih kartografskih prikazov prek spleta postaja nujna, saj se razpoložljivost podatkov in globalna izmenjava povečujejo (Bertolotto, Egenhofer, 2001).

- SVG vektorski podatki so dosegljivi v več interaktivnih in dinamičnih načinih. Interaktivnost predstavlja informiranje o določenem prostorskem objektu in preklapljanju med posameznimi tematskimi sloji. Nekaj dinamičnih funkcij je lahko integriranih v SVG dokumente. Naprimer SVG omogoča prikaze časovno odvisnih prostorskih pojavov. Z združitvijo SVG z drugimi spletnimi tehnologijami, kot so HTML, JavaScript, JSP ali ASP, lahko GML-osnovana baza podatkov oskrbi uporabnike z izjemno bogato interaktivno grafično vsebino.

V splošnem imajo GML baze podatkov veliko prednost, če jih primerjamo z drugimi alternativami:

- GML osnovane baze podatkov so lahko enostavno razdeljene in ponovno uporabljene. Za razliko od lastniških podatkovnih modelov in struktur baz podatkov. Zaradi lastniških načrtov (dizajni) programske opreme so baze podatkov, narejene preko trenutne komercialne GIS programske opreme, težko deljive (uporabniki si jih med sabo težko delijo). Za delitev podatkov med takimi bazami podatkov so potrebni mnogi procesi za pretvorbo podatkov. Odkar poznamo GML-osnovane baze podatkov, se le-te lahko enostavno povežejo s formati ostalih podatkov na različnih platformah.
- Uporabniki dostopajo in pridobivajo podatke iz GML baze podatkov v realnem času »online«. Baze podatkov, osnovane na drugih standardih, kot sta GSF in SDTS, se lahko izmenjujejo in posredujejo samo »off-line«. Čeprav trenutni spletni GIS

programi dovoljujejo uporabnikom posredovanje prostorskih podatkov »online«, imajo prej omenjeni lastniški podatkovni modeli in strukture baz podatkov probleme.

- GML osnovana baza podatkov dovoljuje uporabnikom izmenjavo podatkov, medtem ko trenutni komercialni spletni GIS programi tega ne zmorejo. Npr., iz velike GML osnovane baze podatkov lahko uporabniki iščejo in prenašajo »download« samo eno značilnost, npr. specifično cesto, medtem ko morajo iz drugih alternativ uporabniki »downloadati« cel set podatkov. Delitev in izmenjava podatkov na značilnostnem nivoju v realnem času (real time) je zelo pomembna, saj lahko močno zmanjšajo čas, ki ga porabijo na procesih zbiranja podatkov.
- S predelavo (styling) podatkov v SVG, lahko GML osnovane baze podatkov zagotovijo uporabnikom bolj sofisticirane interaktivne grafične vsebine (interface) in dostavijo bolj kvalitetne grafične načrte prek spleta kot večina »online« alternativ.
- GML je bolj fleksibilen kot ostale alternative. Definira osnovne geografsko značilne sheme in geometrijske sheme, ki so ustrezne za uporabnike. Glede na te sheme lahko uporabniki definirajo njihove lastne specifične sheme za njihove prostorske podatkovne dokumente. V veliki meri je bilo priznано, da bo GML v prihodnosti igral pomembno vlogo kot spletni standard izmenjave podatkov (Clemens, 2002; Lake, 1999; Meneghello, 2001; Murray and Chow, 2002; Smith et al., 2002).

5.1 Mehanizmi GML v podporo podatkovni interoperabilnosti

GML specifikacija je pomemben korak, ki ga je naredila geoprostorska skupnost proti viziji široko razširjene interoperabilnosti prostorskih podatkov. GML osnovane geografske baze podatkov lahko komunicirajo med seboj. Mehanizmi GML za interoperabilnost podatkov:

- GML promovira skupno shemo za dekodiranje geoprostorskih značilnosti. GML uporablja W3C XML razširljiv označevalni jezik za definiranje in omejevanje vsebine svojega XML dokumenta. GML daje dve osnovni XML shemi:

- GML FeatureSchema (feature.xsd)
- GML Geometry Schema (geometry.xsd)

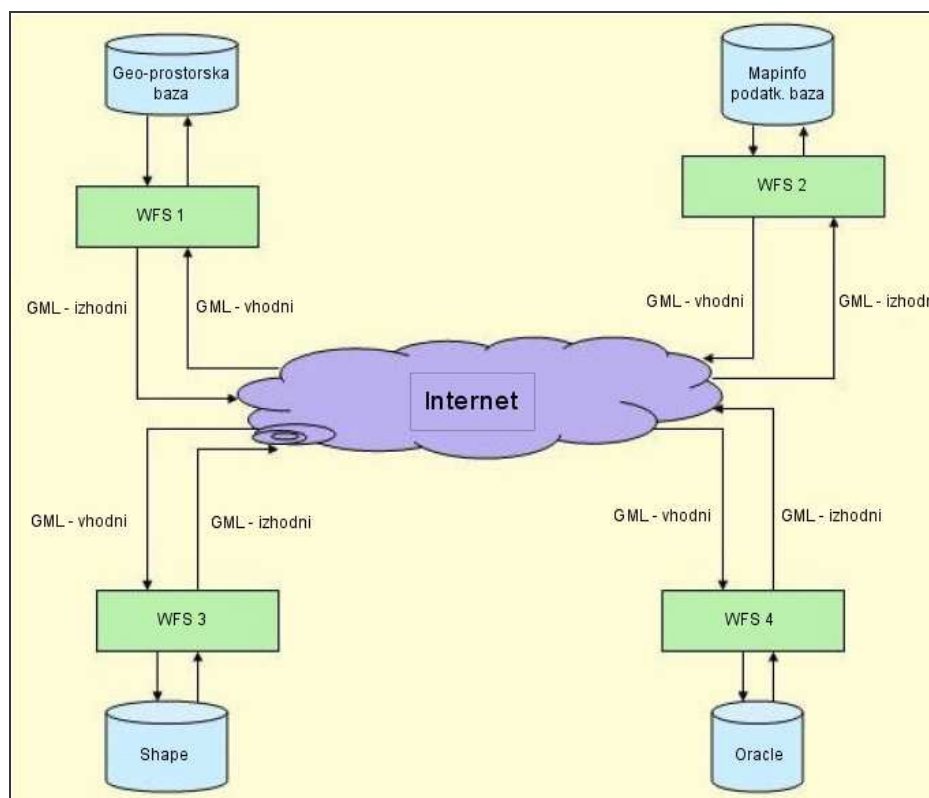
Uporabniki lahko razvijejo svoje aplikacijske sheme glede na GML specifikacijske zahteve. Direktna posledica uporabe shem z GML je, da lahko organizacije in podjetja določajo format, ki bi ustrezal njihovim potrebam. Izmenjujejo geografske informacije brez potrebe po vključitvi razvijalcev programske opreme. To ima vpliv na stroške in tveganje pri izmenjavi podatkov (Curtis, 2003).

- Ker je GML zgrajen na XML shemi, zagotavlja bolj omejen model. GML je osnovan na splošnem abstraktnem modelu geografije (OGC Abstract Specification). Geografska lastnost je abstrakcija resničnega sveta; je geografska značilnost, ki je povezana z relativno lokacijo na Zemlji (OGC Abstract Specification, 2001). Geografsko lastnost bi lahko predstavili kot skup dveh lastnosti, preproste in geometrijske lastnosti. Preproste lastnosti se nanašajo na običajno ime, tip in vrednost atributa. Geometrijske lastnosti so sestavljene iz točk, krivulj in poligonov.
- GML je osnovan na XML standardu. XML je univerzalni format za strukturirane dokumente in podatke na spletu. XML je lahko preoblikovati oziroma transformirati. Z uporabo XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) ali skoraj katerega koli drugega programskega jezika (VB, VBScript, Java, C++, Javascript), lahko uporabniki preoblikujejo XML iz ene oblike v drugo. Če se trdno držimo odprtega, ne-lastniškega standarda, se lahko GML dokumenti manipulirajo, preoblikujejo in predstavljajo na isti fleksibilen način kot XML vsebina.
- GML zagotavlja XLink in XPointer mehanizma kot tudi XML. Povezani mehanizem HTML (ena spletna stran se povezuje z drugo), je ena ključnih podlag spleta. GML gre še dlje z zagotavljanjem mehanizma za povezovanje porazdeljenih virov v kompleksno povezavo. Ker je HTML pomemben za internet kot povezana zbirka spletnih strani, lahko GML omogoči razvoj geo-spleta kot povezane zbirke geoprostorskih značilnosti. Preko XLink in Xpointer so lahko različne značilnosti in zbirke značilnosti, ki so lahko locirane porazdeljeno, povezane skupaj na določenem

nivoju (Peng, 2003). XLink in XPointer obljubljata gradnjo kompleksnih in porazdeljenih podatkovnih nizov (Lake, 1999). Oba ustvarita možnost, da dostopata in nevidno integrirata podatke iz različnih oddelkov, mest in držav.

- GML predstavlja sredstvo za transport geoprostorskih podatkov prek spleta. S pomočjo WFS spletnega servisa lahko prostorske baze podatkov z različnimi formati transparentno komunicirajo ena z drugo, in sicer s tem, da so preoblikovane v GML-formatne podatke v realnem času. Slika 30 prikazuje, da svetovni splet omogoča transportiranje in ponovno uporabo geoprostorskih podatkov različnih formatov zapisa, z uporabo GML. Ker je XML pomembna spletna tehnologija prenosa podatkov, GML omogoča realen čas dostopa do podatkov in transport v spletno okolje. Ko so GML geoprostorski podatki prenešeni, takrat so vsi pretvorni elementi, ki opisujejo vsako prostorsko in ne-prostorsko značilnost, geometrijo in prostorske zvezne sisteme podatkov prenešeni k prejemniku (Peng, 2003).
- GML podatki so shranjeni v navadnem tako imenovanem nevtralnem tekstu. Informacije, shranjene v GML, niso zaklenjene v proprietarni binarni format. Odkar je GML osnovan na tekstu, lahko že povezuje geoprostorske podatke z veliko raznolikostjo ne-prostorskih tipov podatkov, vključujoč tekst, poslovne transakcije, grafike, avdio, glas in več. Ta sposobnost je zelo povečala vrednost in dostopnost geoprostorskih informacij. Uporabniki lahko preprosto vstavijo kartografski prikaz, finančno poročilo, ali obratno (Peng and Tsou, 2003). Poleg tega je GML kot tekst format prenosljiv čez vrsto platform prek spleta. Na ta način GML omogoča, da različni sistemi z lahkoto dostopajo in pridobivajo informacije.

Inherentna spremenljivost in dostopnost GML odpira novo domeno v geo-skupnosti (Lake, 1999).



Slika 32: GML dostop in pridobivanje geoprostorskih podatkov prek svetovnega spleta
Picture 32: GML access and exchange data through world web

5.2 Geografska interoperabilna GML baza podatkov zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture

Prvi cilj je vzpostaviti interoperabilno bazo podatkov GML. Takšna baza podatkov omogoča, da je enostavno dostopna med uporabniki in ponovno uporabljena v prihodnosti. Drug cilj je ilustrirati, da GML igra pomembno vlogo kot format distribucijske značilnosti, in da lahko GML osnovana interoperabilna baza podatkov postreže z zemljevidi boljše kvalitete prek prenašanja SVG vektorskih podatkov prek svetovnega spleta. Tretji cilj je pokazati, da GML osnovana interoperabilna baza podatkov ponuja uporabniku prijazno sredstvo, kjer lahko javnost enostavno dostopi in uporabi obstoječe prostorske podatke za GIS analize. Četrti cilj je ilustrirati, da so interoperabilne baze podatkov (WFS servisi) lahko dosegljive in omogočajo sestavljanje podatkov prek svetovnega spleta.

Mnogo je razlogov za gradnjo GML osnovane interoperabilne geografske baze podatkov. Takšna baza je lahko enostavno ponovno uporabljena v prihodnosti. Podatki, razviti na lokalni ravni so lahko z lahkoto povezljivi s tistimi na regionalni ali globalni ravni. Podatki, razviti za eno aplikacijo bi bili lahko enostavno povezani s podatki, razvitimi za drugo aplikacijo. Vsaka GML osnovana baza podatkov lahko komunicira z drugo GML podatkovno bazo. Končno, interoperabilna baza podatkov lahko dovoli drugim aplikacijskim programom enostavno dostopanje in povezljivost podatkov. Lahko zadovolji potrebe javnosti in tistih, ki sprejemajo odločitve na podlagi podatkov gospodarske javne infrastrukture.

GML-osnovana baza podatkov lahko z lahkoto integrira različne podatke (Lake, 1999). Na ta način bo GML osnovana interoperabilna baza podatkov igrala pomembno vlogo pri obsežni študiji problemov in posegov v prostor. Državna uprava je v mnogih letih ustvarila velike količine prostorskih podatkov, ki vključuje niz različnih organov, sektorjev in oddelkov, mnogi od njih bodo potrebovali ali pa že imajo lastne različne baze podatkov. Zato je potreba po izmenjavanju podatkov močno izražena.

Ker so GML osnovane baze podatkov interoperabilne, taka baza predstavlja model, po katerem bi se morala ravnati večina vključenih subjektov pri razvoju njihovih lastnih baz podatkov z namenom, da bi bili podatki boljše dostopni. Katerakoli GML-osnovana baza podatkov lahko komunicira s GML osnovano bazo podatkov. Sodelovanje javnosti bi lahko igralo pomembno vlogo pri vzpostavitvi GML osnovane podatkovne baze. Spletno omogočena prostorska baza podatkov lahko oskrbi javnost in ljudi, ki sprejemajo odločitve s podatki v realnem času (real time). To bi za javnost ustvarilo pogoje, da bi se lahko udeleževala analiz podatkov in izražala svoja mnenja prek svetovnega spleta.

5.3 Sestava baze prostorskih podatkov

Prvi korak je zbrati in pripraviti prostorske podatke gospodarske javne infrastrukture, kar nam je v veliki večini nedvomno uspelo v preteklem letu. Ob konca leta 2007 je bil v zbirnem katastru že evidentiran velik del obstoječe državne infrastrukture (državne ceste, železnice, prenosni plinovodi, gozdne ceste in prenosno električno omrežje), v začetku leta 2008 pa tudi

večji del komunalne infrastrukture in elektronskih komunikacij. Polnjenje zbirke je predvsem odvisno od lastnikov (občin, pristojnih ministrstev, lastnikov elektronskih komunikacij itd.), ki jim zakonodaja nalaga, da zagotovijo posredovanje podatkov v zbirni kataster.

Preglednica 15 prikazuje število oddanih elaboratov na dan 02. 01. 2008, kot je razvidno je v produkcijo vnešeno že skoraj 80% vseh oddanih elaboratov.

Preglednica 15: Število oddanih elaboratov na dan 02. 01.2008
Table 15: Number of released expert reports on day 02.01.2008

	Neaktivni	Aktivni	Prekinjeni	Skupaj	Datum
2007	450	9	1	460	02.01.2008
2008	365	211	26	602	02.01.2008
Σ	821	220	27	1068	02.01.2008

DRŽAVNA INFRASTRUKTURA:

- državne ceste ... 100 %
- železnice ... 100 %
- prenosni plinovod ... 100 %
- vodna infrastruktura ... 85 %
- električna energija ... 15 %

LOKALNA INFRASTRUKTURA:

- občinske ceste ... 84 %
- kanalizacija ... 36 %
- vodovod ... 40 %

OSTALA INFRASTRUKTURA:

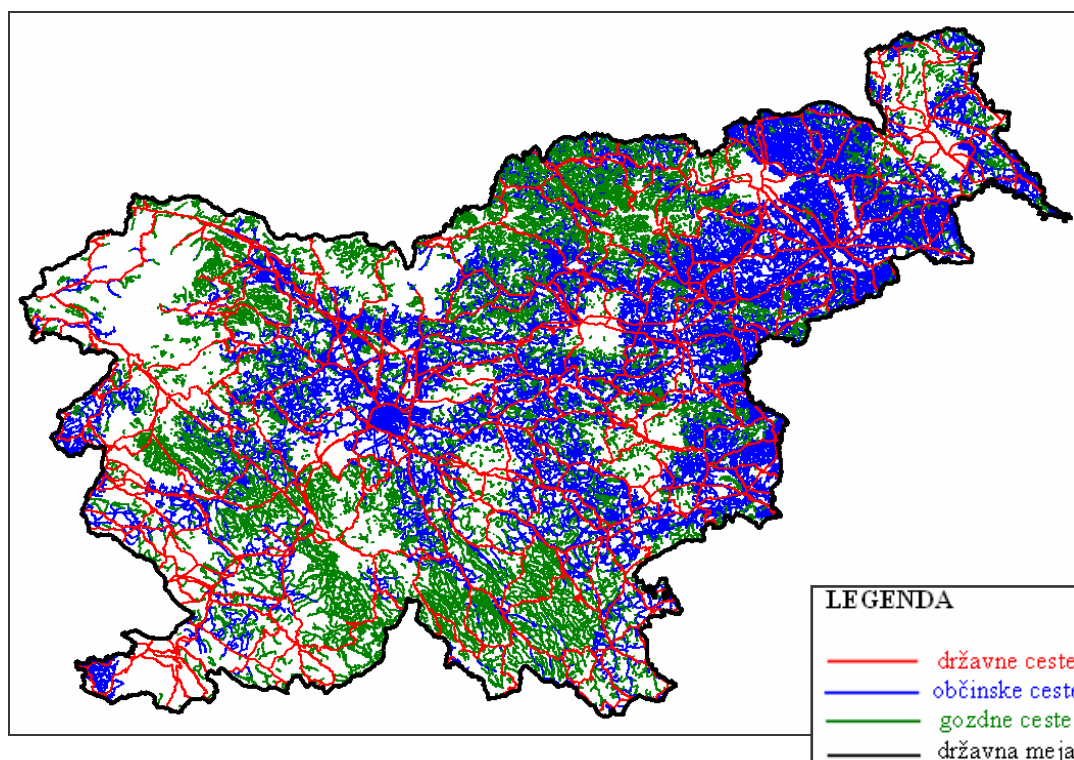
- gozdne ceste ... 100%
- elektronske komunikacije ...40 %

Glede na tematiko je skupna dolžina evidentirane infrastrukture v zbirnem katastru gospodarske javne infrastrukture na dan 02. 03. 2008 znašala:

Preglednica 16: Skupna dolžina evidentirane gospodarske infrastrukture

Table 16: Collectively length of infrastructure

Tematika	Št. objektov	metrov	kilometrov
6100 – Elektronske komunikacije:	85258	4183057,8	4183,1
4000 – Vodna infrastruktura	7	225,4	0,2
3200 – Kanalizacija	75474	2395044,1	2395,0
3100 – Vodovod	183431	7840627,8	7840,6
2300 – Toplotna energija	18892	412196,3	412,2
2200 – Zemeljski plin	48600	1809169,4	1809,2
2100 – Električna energija	10512	3625261,4	3625,3
1200 – Železnice	7526	2495395,7	2495,4
1100 – Ceste	123553	46330232	46330,2

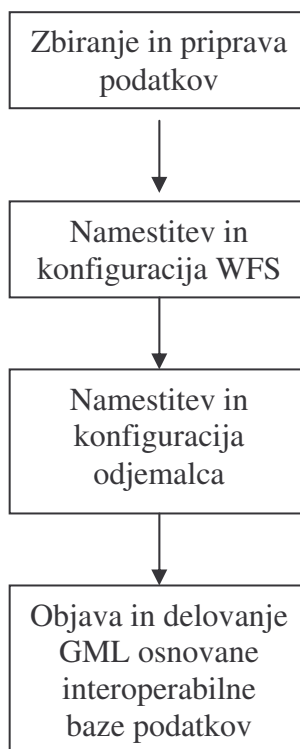


Slika 33: Prikaz kategoriziranih cest v zbirnem katastru GJI (Potočnik, 2007)

Picture 33: Display of categorization road in consolidate cadaster GJI (Potočnik, 2007)

Drugi korak je namestitev in uvedba (setup) WFS serverja za podporo baze podatkov. Trenutno obstaja več komercialnih WFS programskih oprem. Po izbiri opreme sledi

namestitev in konfiguracija odjemalca ter končno objava in delovanje GML osnovane interoperabilne baze podatkov.



Slika 34: Proces graditve prostorske interoperabilne GML baze podatkov
Picture 34: Process of construction spatial interoperability GML database

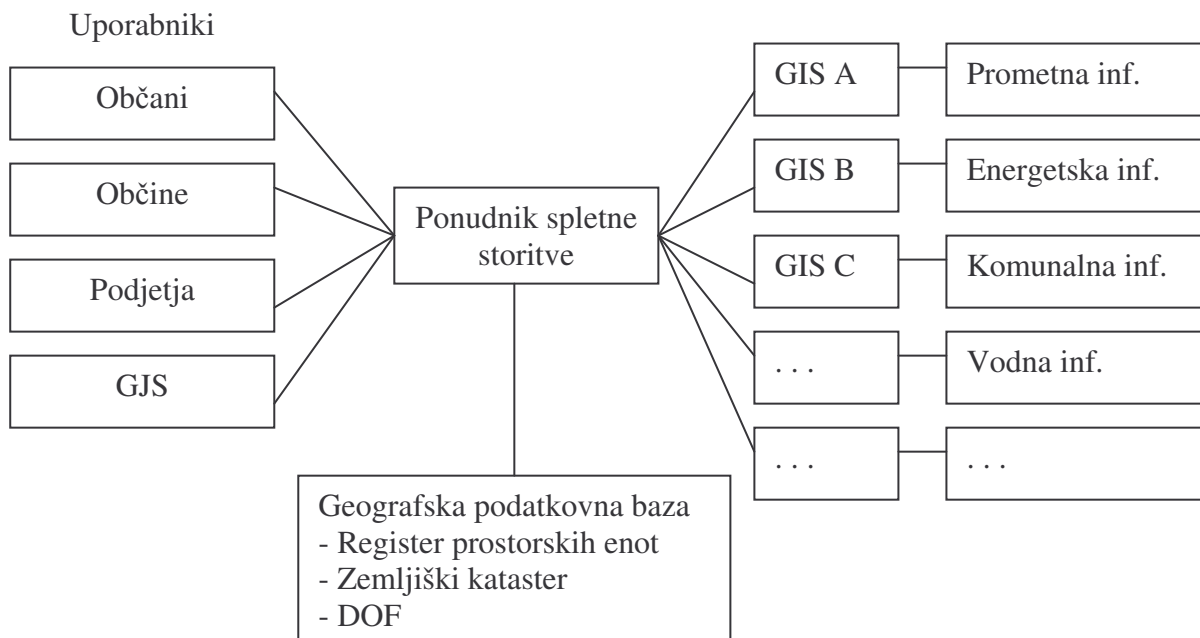
5.3.1 Namestitev in konfiguracija WFS

Za spletni dostop do podatkov je zelo pomembno definirati in ločiti postopke, ki izdajajo končne izdelke WMS in postopke, ki omogočajo direktno povezavo in prevzemanje posameznih informacij WFS.

Pri WMS je zelo pomembno, da so iskalni programi, ki iščejo podatke, pravilno organizirani, ter da se podatke o rastrskih slikah pravilno in zadostno opremi z metapodatki. Primer takega že obstoječega servisa je Google Earth. WFS pa je servis, kjer lahko uporabnik prek spleta sam sestavlja in nabira podatke, hkrati pa te podatke že prikazuje na način, ki ga potrebuje.

OGC spletne storitve (OGC - Web Services) propagirajo distribucijo podatkov prek enega spletnega mesta (slika 28). Na ta sistem so vezani različni uporabniki prek spleta, na drugi

strani pa so upravniki podatkov s svojimi sistemi ter geolocirane baze podatkov na tretji strani (Bric et al., 2005).



Slika 35: OGC spletna storitev

Picture 35: OGC web service

Koristi uporabe OGC - WS so naslednje:

- minimalni napor uporabnikov pri kombiniranju prostorskih podatkov,
- zmanjšanje naporov na strani upravnikov podatkov,
- porast dostopnosti novejših in zanesljivejših podatkov,
- razširjena uporaba.

Slabosti omenjene možnosti OGC - WS, ki izhajajo iz naslednjega so:

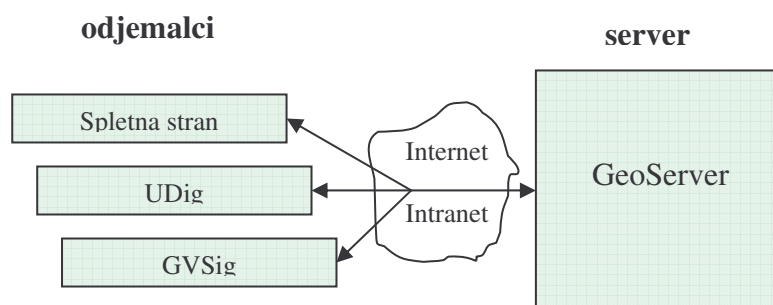
- omejitev zaradi praktičnosti sedanjih definicij (OGC-WS),
- sprejemljivost OGC-WS,
- omejena funkcionalnost.

Izbrali smo spletne storitve WMS, WCS in WFS, ki so podprte s strani kanadskega podjetja GeoServer. Že samo ime GeoServer kaže na orientiranost. Storitvev je odprto kodna in

dovoljuje uporabniku, odvisno od njegovih prioritet, ki so mu dodeljene, vpogledovanje in editiranje geografskih podatkov. GeoServer sledi priporočilom OGC skupine. Objavite lahko podatke kot so:

- karte/rastrske slike (WMS),
- podatke (WFS),
- omogočite uporabnikom posodobitve, brisanje in vstavljanje geografskih podatkov (WFS-T).

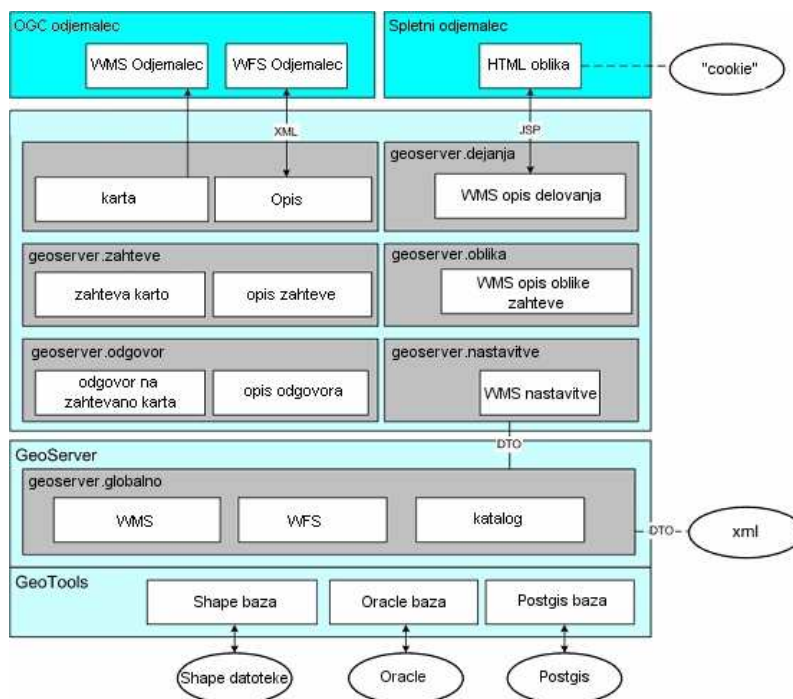
GeoServis je ena od storitev, ki omogoča prikazovanje kart in načrtov na spletu, kjer lahko uporabniki vpogledujejo prek odjemalcev, kot so GoogleEarth, UDig, GVSig in drugi. Uporablja standarde, ki omogočajo pridobljenim informacijam interoperabilnost z drugimi geografskimi informacijami, predvsem prek GML izmenjevalnega formata.



Slika 36: Princip komuniciranja odjemalec/server

Picture 36: Principle of communicating client/server

Posredovanje atributnih in grafičnih podatkov preko spletnih storitev je implementirano po OGC standardih. Podatke posreduje standardni WFS strežnik, verzija 1.0.0. WFS strežnik je J2EE aplikacija, ki je nameščena na aplikacijskem strežniku. Vir podatkov je podatkovna baza GML, ki WFS strežniku posreduje prostorske podatke.

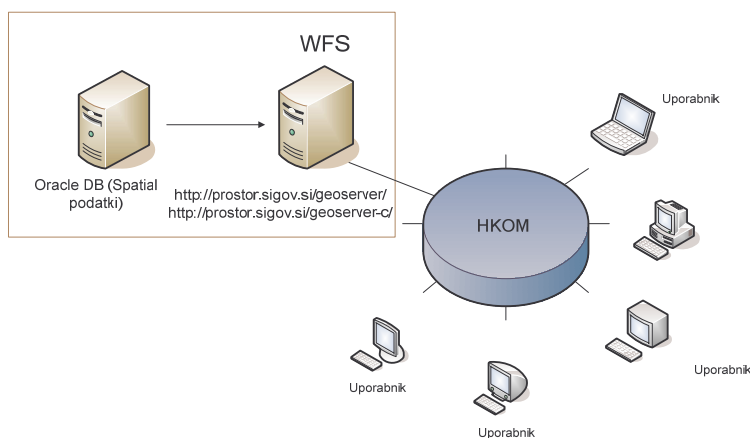


Slika 37: Arhitektura GeoServerja (<http://geoserver.org/>, 2008)

Picture 37: Architecture of GeoServer (<http://geoserver.org/>, 2008)

Dostopna točka do WFS strežnika za uporabnike znotraj internega omrežja državne uprave (HKOM-a) je:

- <http://prostor.sigov.si/geoserver/>,
- <http://prostor.sigov.si/geoserver-c/> (kompleksne storitve – ovojnica nad WFS odzivi, demo aplikacija).



Slika 38: Arhitektura IS za posredovanje prostorskih pod. po WFS standardu (IGEA, 2007)

Picture 38: IS architecture for intervention of spatial data by WFS standard (IGEA, 2007)

5.3.2 Namestitev in konfiguracija odjemalca

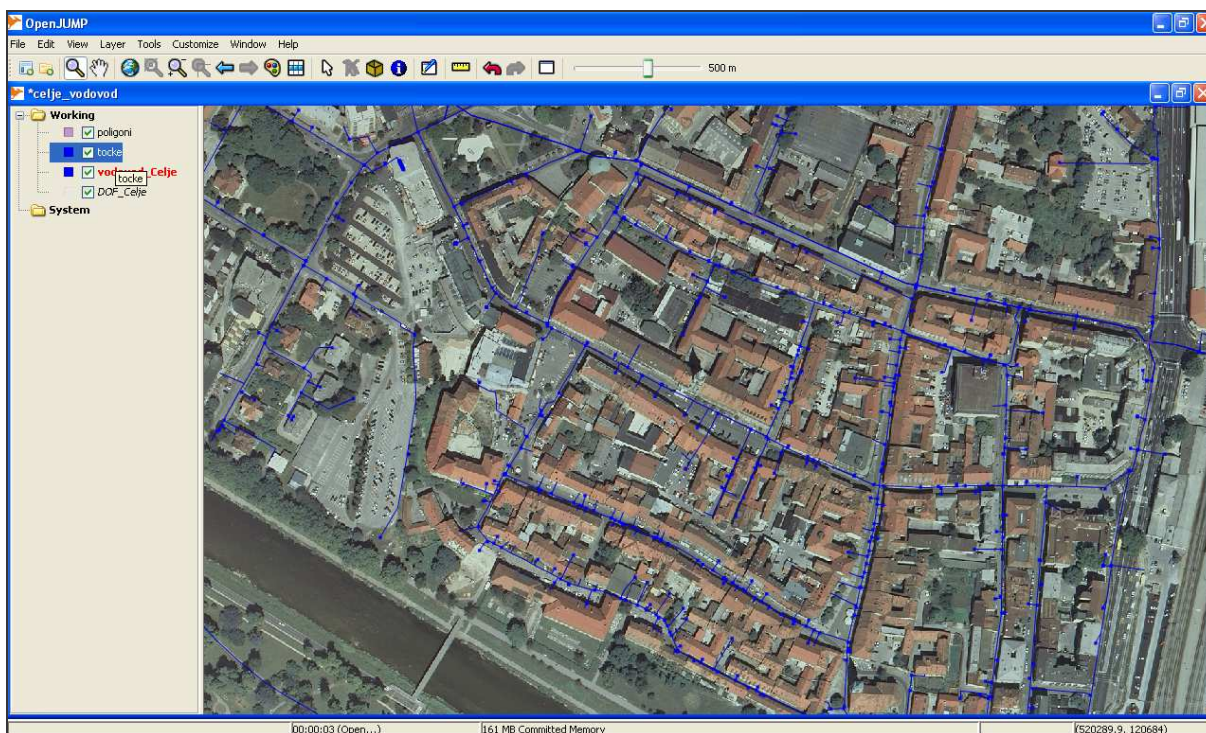
Pomemben korak pri magistrski nalogi je namestitev in konfiguracija »client« vmesnika tako imenovanega odjemalca. Odjemalec je grafična vmesna ploskev za doseganje in povpraševanje po GML podatkih prek svetovnega spleta. Danes poznamo mnogo spletnih odjemalcev prostorskih podatkov, ki bazirajo na odprti kodi. Najpopularnejši brezplačni odjemalci in pregledovalniki, ki podpirajo GML format izmenjevalnih datotek ter povezave na WMS, WCS in WFS so naslednji:

- JAVA Unified Mapping Platform - OpenJump 1.2d (<http://openjump.org/wiki/show/HomePage>),
- Deegree 2.1-rcf (<http://www.deegree.org>),
- User-friendly Desktop Internet GIS- UDIG (<http://udig.refractor.net/confluence/display/UDIG/Home>),
- Quantum GIS - QGIS (<http://qgis.org/>),
- GVSig 1.1 (<http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=gvsig&L=2>)
- Gaia 3.0.1 (<http://www.thecarbonproject.com/gaia.php>),
- TatukGIS Viewer (<http://www.tatukgis.com/Home/home.aspx>).

Poleg odjemalcev skoraj vsi ponudniki ponujajo možnost programskih paketov, ki so namenjeni posameznim spletnim servisom WMS, WFS, WCS in WTS. V nalogi smo se osredotočili predvsem na dva odjemalca, in sicer OpenJUMP in Deegree.

OpenJUMP je odprtokodni GIS grafični vmesnik za vizualizacijo in manipulacijo prostorskih podatkov napisan v programskem jeziku Java. Je vektorski GIS program, ki podpira rastrske slike in deluje v vseh operacijskih sistemih Windows, Linux, Mac platformah in ostalih, ki podpirajo Javo 1.4. Pomembna lastnost je podpora standardom, kot so GML, WMS in WFS. Program je trenutno preveden v več svetovnih jezikov, med katerimi žal ne najdemo slovenščine. Začetki segajo v leto 2002, kot projekt Ministrstva Britanske Kolumbije za upravljanje s trajnostnimi viri (British Columbia Ministry of Sustainable Resource Management) in kanadskega podjetja za razvoj programske opreme Vivid Solutions Inc., ki sta razvila program za avtomatsko združevanje in primerjanje cestnih in hidrografskih

objektov iz različnih virov (digitalnih kart). Ustvarjalci programske opreme so sčasoma izboljšali program do te mere, da je bil uporaben za skoraj vse prostorske podatke. Program je poimenovan JUMP (JAVA Unified Mapping Platform) in je postal eden izmed najpopularnejših brezplačnih GIS programov. Program lahko danes bere in zapiše podatke v GML formatu in se na trgu postavlja kot nekakšna alternativa autodeskovim DWG in ESRI Shapefiles (SHX) formatom, ravno tako je sposoben brati in zapisovati ESRI (SHX) formate in podpirati rastrske slike (TIF, JPEG, GIF...). JUMP lahko odigra vlogo odjemalca na WFS servisih, omogoča medsebojno izmenjavo podatkov, ki nudi uporabniku povpraševanje in zahteve na WFS servisih, ne glede na število zahtevanih slojev v povpraševanju.



Slika 39: JUMP, vektorski podatki (Celjski vodovod) prekriti z rastrsko sliko (DOF)

Picture 39: JUMP, vector data (Celje water supply) and raster picture (DOF)

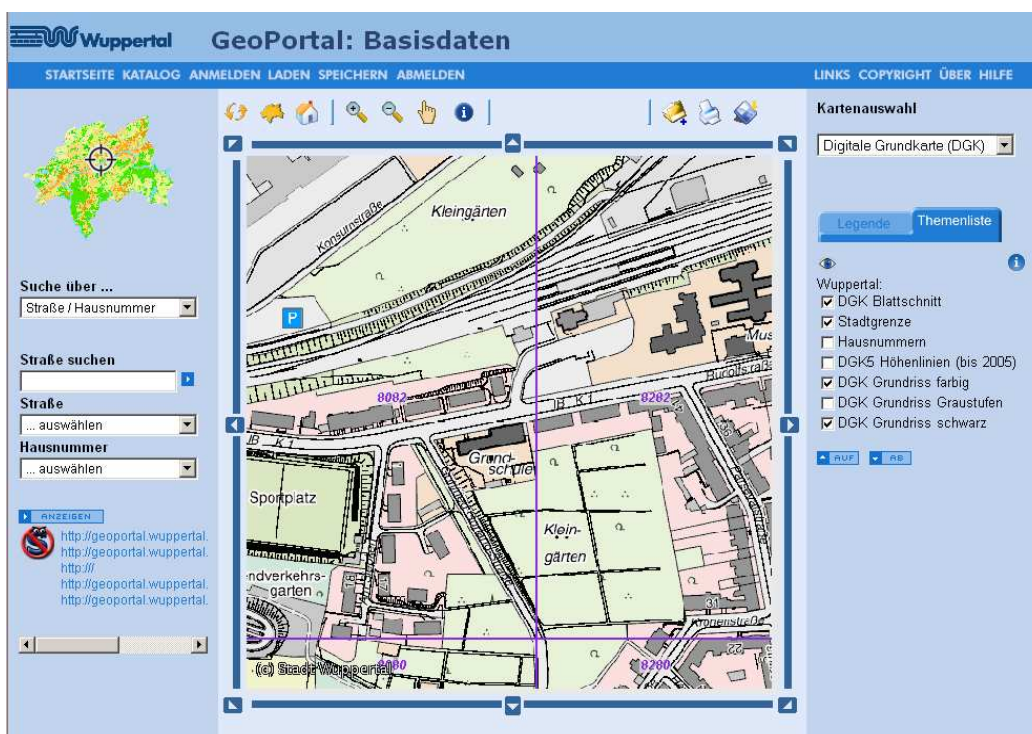
Deegree je brezplačni grafični vmesnik zasnovan v Javi (programski jezik), zasnovan na Katedri za GIS in daljinsko zaznavanje, Oddelka za Geografijo Univerze v Bonnu in zavarovana s strani GNU Lesser General Public License (GNU LGPL). Mogoče ga je uporabljati neomejeno, dosegljiv je na spletni stani www.deegree.org ter ga je mogoče poganjati na različnih operacijskih sistemih. Celotna arhitektura je razvita na podlagi

standardov OGC in ISO tehničnega komiteja 211 (ISO Technical Committee 211 – Geographic information / Geoinformatics (ISO/TC 211)).

Branje in zapisovanje vektorskih (ORACLE Spatial, PostGres/PostGIS, MySQL, ESRI Shapefiles), in rastrskih (JPEG, GIF, PNG, TIFF, PNM in BMP) podatkov je omogočeno v mnogih formatih. Vektorski podatki so podprti v GML izmenjavalnem formatu (<http://www.deegree.org/>).

Obstaja nekaj modulov izpeljank osnovnega programskega paketa deegree:

- deegree spletne storitve (WMS, WFS, WCS),
- deegree iGeoPortal: (portal zasnovan na spletnem prostorskem odjemalcu),
- deegree iGeoSecurity: (nadgradnja varnostnega mehanizma za prostorsko podatkovno infrastrukturo),
- deegree iGeo3D: (3D prikaza terena),
- deeJUMP: (namizni odjemalec prostorskih podatkov).



Slika 40: Primer deegree iGeoPortala (<http://geoportal.wuppertal.de/>)

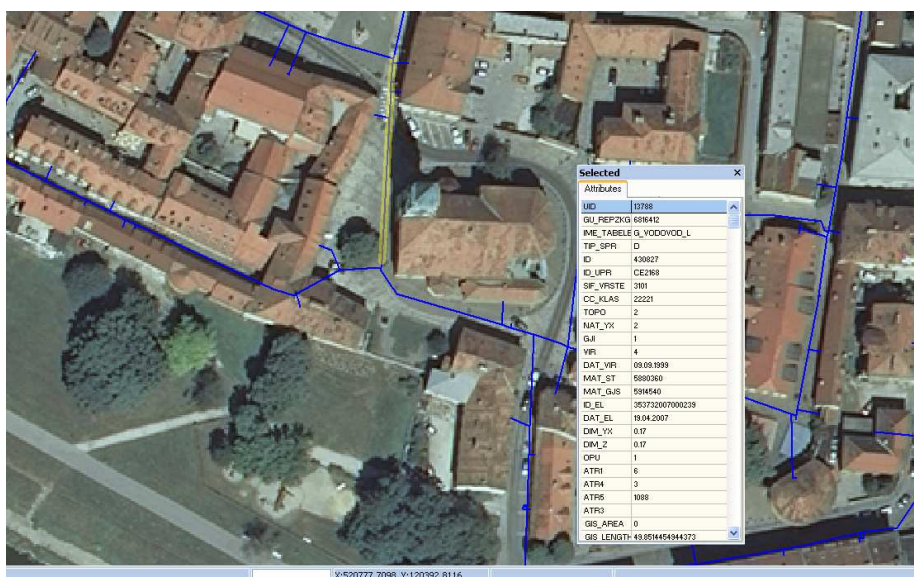
Picture 40: Example of deegree iGeoPortala (<http://geoportal.wuppertal.de/>)

5.3.3 Rezultati

Glede na zgornjo proceduro je bila uspešno zgrajena GML osnovana interoperabilna baza podatkov za namene zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture. Slika 37 prikazuje uporabniku prijazno grafično vsebino, ki je pridobljena prek GeoServerja za GML osnovano interoperabilno bazo prostorskih podatkov.

Takšna GML osnovana baza podatkov je interoperabilna in do nje lahko dostopajo različni programski vmesniki na različnih operacijskih sistemih in jo lahko uporabijo prek svetovnega spleta (remotely). Prostorske baze podatkov, ki lahko sprejmejo podatke v obliki GML, lahko brez težav komunicirajo z GML osnovanimi bazami podatkov. Seveda je GML osnovana baza podatkov enostavno ponovno uporabljena v prihodnosti za druge namene.

Trenutno lahko JUMP programska oprema zagotovi samo osnovne GIS funkcije za GML osnovano bazo podatkov na spletu. Koordinate posameznih objektov so vidne s premikanjem miške po prikazu. JUMP omogoča hitro prikazovanje legend (razvrščanje v razrede) povpraševanje po posameznih objektih in povečevanje ter pomanjševanje. Ker je razvoj programske opreme vezan predvsem na prikazovanje, ostale GIS analizne funkcije kot tvorjenje vmesnih con »buffer« analize, niso podprte in bodo dodane v bližnji prihodnosti.



Slika 41: Povpraševanje po atributih
Picture 41: Attributes inquiry

Primer kaže, da GML osnovana interoperabilna baza podatkov lahko oskrbi visoko kvalitetne prikaze prek prenosa SVG vektorskih podatkov v svetovnem spletu. Da naredimo prikaze iz GML podatkov, je uporabljen XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) za oblikovanje GML podatkov v SVG grafični format. Kot vektorski format, SVG dovoli uporabnikom, da povečujejo in pomanjšujejo katerikoli del GML podatka brez zmanjšanja kvalitete prikaza. SVG vektorski podatkovni prikazi so lahko natisnjeni z veliko kvaliteto, ker so neodvisni od resolucije. Zavedati se je potrebno, da je kvantiteta informacij še vedno omejena na izvirne podatke. Vektorski prikazi imajo v tem primeru precejšno prednost pred rastrskimi (GIF ali JPEG). Poleg tega, tako kot XML, tudi GML ločuje vsebino od prikaza. GML samo zanima vsebina geografskih podatkov. Kako predstaviti podatke se odločijo uporabniki.

Zgornji primer kaže, da lahko uporabniki, ki uporabljajo JUMP, s spreminjanjem simbolov lastnosti kontrolirajo, kako so podatki prikazani. Z dostavo vektorskih podatkov prek svetovnega spleta GML daje uporabnikom možnost, da objavijo bolj kvalitetne prostorske prikaze hitreje, bolj dinamično in ekonomično. Katera koli sprememba GML podatkov je lahko takoj izražena v SVG prikazu. Ker je JUMP programska oprema še vedno "premlada", v našem primeru prednosti GML osnovane baze podatkov ne morejo biti polno prikazane.

Potrebne bi bile nadaljne raziskave pri uporabi GML za učinkovito shranjevanje začasnih podatkov kot tudi za zgraditev 3 dimenzionalne GML osnovane baze podatkov zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture.

5.3.4 Prikazovanje GML izvoznega formata na drugih spletnih izdelkih GIS

Namen poglavja je prikazati resnično interoperabilnost GML formata v smislu njegove sposobnosti komunikacije oziroma prikazovanja na različnih spletnih izdelkih GIS. Trenutno so na voljo številni komercialni spletni izdelki GIS, nekateri bolj nekateri manj izpopolnjeni. Vsa v svetovnem merilu pomembnejša programska podjetja GIS v razvoj lastnih spletnih izdelkov namenjajo veliko truda in finančnih sredstev. Podobno velja za množico znanih in še neveljavljenih podjetij, ki želijo uspeti s ponudbo lastne spletne tehnologije GIS. Uporaba spletnih kartografskih izdelkov in izdelkov GIS se iz dneva v dan povečuje. Množični uporabniki teh izdelkov so predvsem gospodarske organizacije, nepremičninska in druga

podjetja, javna uprava, znanstveno raziskovalne ustanove, društva itd. Ti so že spoznali uporabnost objavljanja prostorskih podatkov na spletu za različne namene, npr:

- prikazi v prostor uvrščene infrastrukture (gospodarske javne infrastrukture), raziskovalne organizacije itd.,
- prikazi mestnih območij, obogateni s številnimi tematskimi sloji (npr.: kulturne in zgodovinske znamenitosti, šole, mestna prometna infrastruktura itd.),
- prikazi vsebine zemljiškega katastra, dopolnjeni z informacijami o geološki sestavi, osončenosti in nagibu zemljišč,
- prikazi v prostor uvrščenih arheoloških najdišč, vojaških bitk, zgodovinskih migracij ljudstev itd (Smole, 2002).

Razvoj računalniške in njej sorodnih tehnologij narekuje razvoj tudi na področju tehnologije GIS. To se odraža v vedno novih in novih različicah komercialnih izdelkov GIS, namenjenih za uporabo v spletu in intranet okoljih vseh pomembnejših proizvajalcev opreme GIS. Iz tega vidika je nesmiselno podajati obrobne lastnosti posameznega spletnega izdelka GIS, saj takšne ocene in opisi hitro postanejo zgodovina. Nasprotno pa kriteriji, glede na katere je smiselno izvajati presojo oziroma primerjavo posameznih spletnih izdelkov GIS, ostajajo aktualni dalj časa. Ti kriteriji upoštevajo tako vidike uporabnikov kot tudi vidike ponudnikov spletnih storitev GIS. V splošnem jih lahko uvrstimo v tri različne skupine:

- sistemske zahteve,
- datotečni podatkovni tipi prostorskih podatkov,
- uporabnost (Limp, 2001).

Med sistemske zahteve uvrščamo:

- Cena programske opreme se nahaja na strani odjemalca. Običajno se na strani odjemalca zahteva le spletni brskalnik. Lahko se zahtevajo tudi namenski pregledovalniki, dodatni programi, javanski programčki, gradniki ActiveX, ki pa so večinoma prosto dostopni. V primeru, da odjemalčeva spletna programska oprema GIS ni zastoj, so stroški odvisni od števila odjemalcev.

- Cena programske opreme, ki se nahaja na strežniškem računalniku. Cena strežniške spletne programske opreme GIS je različna od proizvajalca do proizvajalca. Različni proizvajalci upoštevajo različne kriterije za določitev cene strežniške programske opreme GIS, ki v splošnem ni majhna.
- Dodatna funkcionalnost nujna ali kot možnost. Nekateri spletni pristopi GIS na strani odjemalca zahtevajo uporabo dodatnih programov, nekateri jih ponujajo kot alternativo. V nasprotju s standardnim pristopom HTML uporaba dodatnih programov pomeni bogatejši grafični uporabniški vmesnik (večja uporabnost spletne rešitve GIS) kot tudi možnost lokalne obdelave uporabniških zahtev. Takšen pristop po drugi strani vključuje že omenjene slabosti (dolgotrajen prenos in namestitvev programske opreme).
- Različice spletnih brskalnikov, ki podpirajo posamezne spletne rešitve GIS. Nekatero zgodnejše verzije spletnih brskalnikov ne omogočajo dela z vsemi spletnimi izdelki GIS.
- Operacijski sistem na odjemalčevem in strežniškem računalniku. Odjemalčevi spletni izdelki GIS ne podpirajo vseh operacijskih sistemov, ki se lahko nahajajo na odjemalčevem računalniku. Podobno velja za strežniško spletno programsko opremo GIS.
- Usklajenost izdelka s specifikacijo OGC: WMS, WFS, WTS. Nekateri izdelki da, drugi ne.
- Nitenje ter pomnilniške zahteve. Odločilna zahteva strežniške spletne opreme GIS je, da zagotavlja učinkovitost tudi v primeru znatnega povečanja odjemalcev oziroma zahtev po storitvah, ki jih zagotavlja. Sposobnost nitenja omogoča hkratno izvedbo različnih delov programja. Pomnilniške zahteve pa opredeljujejo količino pomnilnika, ki ga strežniški spletni izdelek GIS porabi za sam zagon skupaj s količino pomnilnika, ki ga zahteva obdelava zahtev vsakega dodatnega odjemalca (Limp, 2001).
- Spletni izdelki GIS se razlikujejo glede na število prostorskih podatkovnih formatov, ki jih je mogoče uporabiti neposredno, tj. brez izvajanja pretvorbenih postopkov. Nekateri pristopi sicer omogočajo delo s številnimi datotečnimi formati, vendar jih je predhodno potrebno pretvoriti v ustrezen format, ki ga prepozna strežniška spletna programska oprema GIS.

- Naslednji vidik, po katerem se spletne rešitve GIS razlikujejo, je: ali spletna programska oprema GIS omogoča ali ne omogoča shranjevanja prostorskih podatkov na lokalni računalnik uporabnika. Poudariti je treba, da gre za shranjevanje prostorskih podatkov in ne za shranjevanje interpretacij le teh, kot so npr. kartografski prikazi (Limp, 2001).

Zadnji kriterij presoje spletnih izdelkov GIS je uporabnost le-teh. Uporabnost spletnih izdelkov GIS se ocenjuje predvsem iz naslednjih vidikov:

- Možnosti izvajanja manipulacij s prikazi prostorskih podatkov kot tudi možnosti izvajanja prostorskih analiz nad samimi prostorskimi podatki (zapisanimi v vektorskem podatkovnem modelu). Običajno se uporabljata dva kriterija, ki sta pokazatelj (ne)zmožnosti izvajanja prostorskih operacij nekega spletnega izdelka GIS. Prvi kriterij vključuje zmožnost tvorjenja vmesnih con (ang. buffering). Drugi kriterij vključuje zmožnost ugotavljanja, ali se nek objekt, geometrično predstavljen kot točka, nahaja znotraj poligona. V splošnem sta to za uporabnike dve najbolj uporabni operaciji GIS. Zmožnost izvajanja omenjenih dveh operacij običajno pomeni, da ti spletni sistemi uporabnikom zagotavljajo še celo vrsto drugih operacij GIS.
- Dostopa do predpripravljenih ali "živih" podatkov. Nekateri izdelki strežejo predpripravljene kartografske prikaze, medtem ko drugi dostopajo do podatkov, shranjenih v zbirkah podatkov.
- Enostavnost oziroma težavnost namestitve spletnega izdelka GIS. Nekatere spletne rešitve GIS je s pomočjo čarovnikov in podobnih uporabniško prijaznih pristopov moč relativno enostavno namestiti, medtem ko namestitev večine spletnih izdelkov GIS še vedno zahteva relativno visok nivo znanja z različnih področij računalništva (Limp 2001).

V nadaljevanju je na kratko predstavljena splošna funkcionalnost nekaterih trenutno najbolj množično uporabnih spletnih izdelkov GIS:

- Google: Google Earth
- Društvo za digitalizacijo Slovenije (Cosylab): Geopedia

5.3.4.1 Geopedia

Geopedio je razvilo podjetje Cosylab na osnovi izkušenj pri izdelavi geografskega informacijskega sistema (GIS). Geopedio je možno tudi programsko nadgraditi in dodati nove možnosti delovanja. Nosilca projekta Geopedia sta Društvo Geopedia in Umanotera (Slovenska fundacija za trajnostni razvoj), ki je sodelovala pri konceptualni zasnovi projekta, pridobivanju podatkov o podnebnih spremembah in varovanju okolja ter je aktivna pri izvajanju celotnega projekta. Geopedia je osnovana na tehnologiji Joomla (<http://www.joomla.org/>), ki je omogočila enostavno in hitro organizacijo vsebin. Vsi podatki uporabljeni v aplikaciji Geopedia so avtorsko zaščiteni. Uporaba podatkov brez dovoljenja avtorja izven sistema Geopedia ni dovoljena.

Geopedia omogoča:

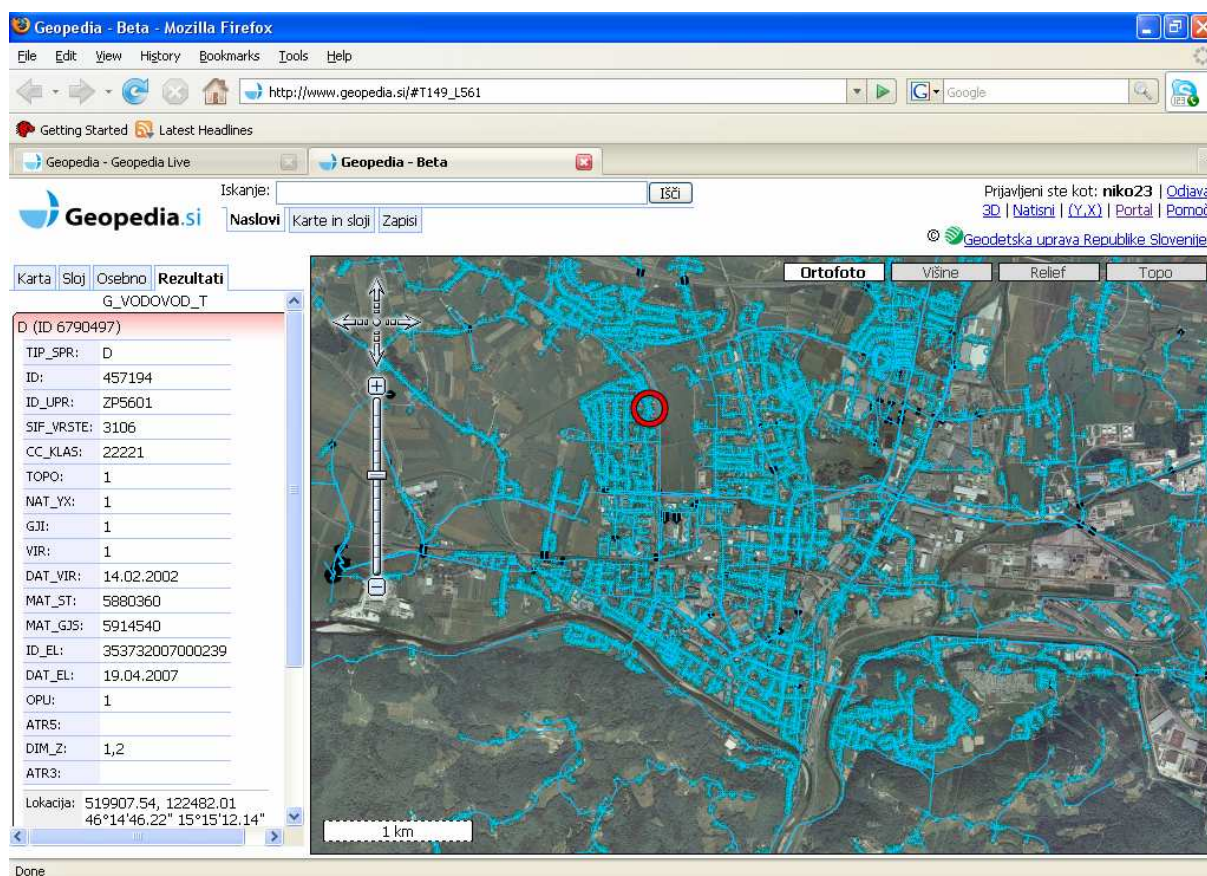
- natančen ogled Slovenije s pomočjo digitalnih ortofoto načrtov, kartografskih podatkov, različnih načrtov, analiz naravnih in družbenih danosti,
- premikanje karte in spreminjanje merila,
- vklop in izklop slojev,
- prikaz informacij o določeni točki,
- možnost dodajanja podatkov registriranim uporabnikom,
- iskanje in prikaz informacije po naslovu (lokaciji),
- iskanje po podatkih (od podnebnih sprememb do prenočitvenih zmogljivosti v Sloveniji).

Podatki so lahko prikazani prek:

- rastrskih slojev (ortofoto posnetki, kartografske podlage, načrti, analize),
- vektorskih slojev (točkovni, linijski, poligonski).

Za vstop v Geopedio in ogled podatkov ne potrebujemo posebnega gesla, saj je vstop omogočen vsem. Za urejanje in dodajanje podatkov potrebujemo geslo, ki ga lahko enostavno pridobimo v nekaj korakih. S tem bomo lahko urejali in dodajali vsebine na aplikaciji ter aktivno sodelovali pri soustvarjanju podatkovnih vsebin.

Podatki objavljeni v Geopedi, so avtorsko zaščiteni. Do sedaj so svoje vsebine prispevali: Geodetska uprava Republike Slovenije, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Agencija RS za okolje in prostor, Geografski Inštitut Antona Melika, Statistični urad RS in Tomaž Podobnikar. Podatke gospodarske javne infrastrukture, in sicer podatke vodovodne infrastrukture mesta Celje nam je uspelo prikazati preko izmenjevalnega formata GML. Kar je še en dokaz interoperabilnosti Zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture, predvsem pa njegovega izmenjevalnega formata GML. Za urejanje oziroma dodajanje smo se seveda morali registrirati kot uporabnik. Geopedia ne omogoča shranjevanja prostorskih podatkov na lokalni računalnik uporabnika, ampak je potrebno podatke prenesti na strežnik Geopedie. Geopedia še ne omogoča prostorskih analiz nad samimi prostorskimi podatki, omogoča pa vpogled v atributne podatke posameznega objekta, če jih ta seveda vsebuje.



Slika 42: GML podatki zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture

Picture 42: GML data of consolidate cadaster GJI

5.3.4.2 Google Earth

Google je nastal leta 1996 kot projekt spletnega iskalnika, ki sta ga razvijala stanfordska študenta Larry Page in Sergey Brin. Iskalnik je deloval na naslovu <http://google.stanford.edu>, leta 1997 je bila registrirana domena google.com. Leto kasneje je bilo ustanovljeno istoimensko podjetje. Njihov najbolj znan izdelek je istoimenski spletni iskalnik Google in program za iskanje datotek, ki se nahajajo na uporabnikovih računalnikih Google Desktop. Poleg tega pa razvija tudi druge storitve in izdelke kot Google Maps, Google Earth, Gmail, Picasa in Google Talk.

Google Earth je zaradi preprostih dejstev, brezplačnosti, dostopnosti vsem spletnim uporabnikom in enostavnosti, tako za namestitvev kot uporabo, dobro orodje. Na tem mestu je potrebno poudariti, da Google Earth deluje kot vmesnik, in da si ga je potrebno namestiti na lokalnem računalniku. Google Earth za razliko od Geopedie omogoča shranjevanja prostorskih podatkov na lokalni računalnik v tako imenovani datoteki KML. Z ustreznimi orodji, tudi brezplačnimi (na primer Google SketchUp), je dokaj enostavno izdelati tridimenzionalni model znamenitosti, hotelov ali celotnega turističnega kraja. Program omogoča tudi dodajanje plasti (dodatnih slik), kar je zelo dobrodošlo predvsem za Slovenijo, za katero, z izjemo Ljubljane in dela primorske, ni dovolj natančnih ortofoto načrtov. Tridimenzionalni objekt, narisani z aplikacijo SketchUp, prenesemo v Google Earth s pomočjo vdelane funkcije. Objekt nastavimo na željeno lokacijo in ga dimenzijsko prilagodimo. Še preprostejše je vnašanje rastrskih slik, saj ima Google Earth za to posebno funkcijo. Omogoča pomanjševanje, premikanje in rotacije.

Datoteka KMZ ali KML (Keyhole Markup Language) programu Google Earth vdihne dodatne vsebine. KML in GML formata sta močno primerljiva. GML je predvideno sredstvo za opis geografskih objektov. Kot je že definirano v prejšnjih poglavjih je osnovan na XML shemi. GML sam po sebi ni predviden za grafične prikaze, to prepušča drugim slovarjem kot npr. SVG. KML za razliko od GML pokriva vsa področja vključno s grafično predstavitvijo. Definira geografske objekte in njihovo obliko ter grafično prezentacijo oziroma prikazovanje. GML in KML lahko tako primerjamo samo v opisu geografskih objektov. KML podpira osnovne geometrijske objekte (točka, linija, poligon). Njegov geometrijski model je identičen

GML 1.0 in GML 2.0 modelu, medtem ko je GML 3.0 podaljšana verzija GML 2.0 geometrijskega modela. Na primeru je prikazana primerjava geometrijskega modela KML in GML.

- KML Poligon:

```
<Polygon>  
  <outerBoundaryIs>  
    <LinearRing>  
      <coordinates>.....<coordinates>  
    </LinearRing>  
  </outerBoundaryIs>  
</Polygon>
```

- GML format:

```
<gml:Polygon>  
  <gml:outerBoundaryIs>  
    <gml:LinearRing>  
      <gml:coordinates>.....<gml:coordinates>  
    </gml:LinearRing>  
  </gml:outerBoundaryIs>  
</gml:Polygon>
```

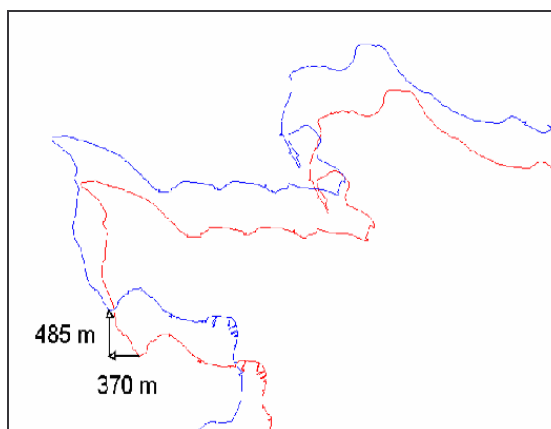
Jezik XML je enostavno transformirati. Z uporabo transformacijskega jezika XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) ali kateregakoli programskega oziroma skriptnega jezika kot npr. VB, VBScript, Java, JavaScript, C++ lahko razvijalci programske opreme izvajajo transformacije podatkov GML za potrebe grafičnega prikaza podatkov, transformacij koordinat, prostorskih poizvedovanj, kartografske generalizacije itd.

Lahko zaključimo, da je definicija geometrijskih modelov povsem identična in je KML format nekakšna izpeljanka GML formata. Lahko bi zapisali, da je transformacija med GML in KML povsem enostaven postopek z uporabo transformacijskega jezika XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) ali kateregakoli programskega oziroma skriptnega jezika. Razvijalci programske opreme izvajajo transformacije podatkov GML za potrebe grafičnega prikaza podatkov. Na spletni strani:

<http://members.home.nl/cybarber/geomatters/KmlGpxGmlTransform.hta> je objavljen online program za transformacijo GML v KML. Pozornost je potrebna, če bi pretvarjali podatke, ki bi bili podani v starem koordinatnem sistemu (D48/GK), ker se KML v našem primeru nanaša na WGS84 elipsoid je potrebno podatke najprej pretvoriti v nov koordinatni sistem (D96/TM).

Državni koordinatni sistem, ki se je uporabljal v geodeziji do 1. januarja 2008 se je v praksi najpogosteje poimenoval kar Gauss-Krügerjev koordinatni sistem, njegova uradna oznaka pa je D48/GK. Gauss-Krügerjev koordinatni sistem je določen z Gauss-Krügerjevo projekcijo referenčnega elipsoida (matematična aproksimacija oblike Zemlje) na ravnino valja, Besselov referenčni elipsoid je matematična aproksimacija zemeljske površine tako, da se ploskev elipsoida kar najbolj prilega dejanskemu zemeljskemu površju na določenem območju (npr. območju države). Nov državni koordinatni sistem se uradno imenuje D96/TM, v praksi pa se mnogokrat uporablja izraz koordinatni sistem ETRS89. Je prav tako desnosučni pravokotni koordinatni sistem (os X=N in Y=E), le da gre pri slednjem za uporabo drugega referenčnega elipsoida in drugo kartografsko projekcijo. Kot referenčni elipsoid se uporablja geocentrični elipsoid GRS80 in je kompatibilen z elipsoidom sistema GPS/WGS84 oziroma KML referenčnim koordinatnim sistemom (Rutar, 2008).

5.3.4.2.1 Spremembe zaradi uvedbe novega koordinatnega sistema



Slika 43: Zamiki koordinatnih osi novega koordinatnega

Picture 43: Difference between new and old coordinate system

Za lastnika in uporabnika prostorskih podatkov bodo v zvezi z uveljavitvijo novega koordinatnega sistema vidne predvsem spremembe koordinat prostorskih podatkov. Zamiki koordinatnih osi novega koordinatnega sistema glede na obstoječi koordinatni sistem so v smeri X=N cca. 485 m in v smeri Y=E cca. 370 m.

Zaradi poenotenja koordinatnih sistemov podatkov bodo potrebne pretvorbe obstoječih podatkovnih slojev iz »starega« D48/GK v »novi« D96/TM koordinatni sistem. V ta namen je Geodetska uprava republike Slovenije na svojih spletnih straneh www.gu.gov.si/si/delovnapodrocja_gu/projekti_gu/nov_drzavni_koordinatni_sistem, objavila parametre za pretvorbo med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM. Objavljeni so državni parametri za območje države Slovenije:

- parametri območja celotne države Slovenije (območje je državna meja),
- regionalni parametri (območje države je razdeljeno na 3 regije) ter
- območni parametri (območje države je razdeljeno na 7 ali 24 območji).

Ti parametri zagotavljajo natančnost pretvorbe podatkov od 1,25 m do nekaj cm. Popolno natančnost pretvorbe na nekem območju lahko dosežemo samo z določitvijo lastnih lokalnih parametrov. Danes najdemo na tržišču ogromno GPS naprav (navigacijski sprejemniki, »GIS« GPS sprejemniki in »geodetski« GPS sprejemniki), ki delujejo v WGS84 sistemu elipsoidnih koordinat ϕ , λ , h . Elipsoid imenovan WGS84 je geocentrični elipsoid z izhodiščem v središču Zemlje in je enoten za celotno Zemljo. Elipsoid WGS84 se od elipsoida GRS80 v novem koordinatnem sistemu razlikuje le v velikosti pol osi, ki pa so za praktične naloge v smislu vizualizacije na odjemalcih kot je Google Earth zanemarljive.



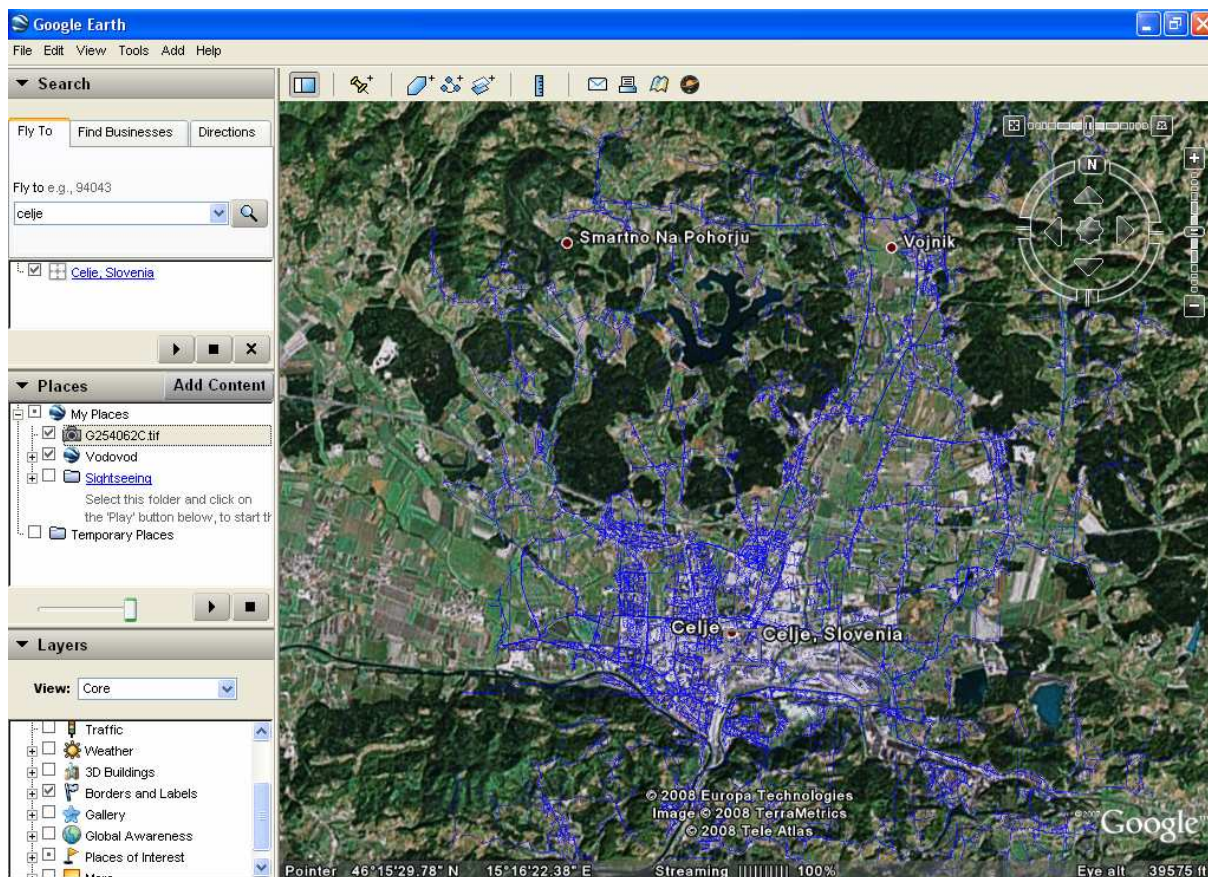
Slika 44: Online spletni program XSLT za transformacijo GML v KML

(<http://members.home.nl/cybarber/geomatters/KmlGpxGmlTransform.hta>)

Picture 44: Online web programme XSLT for transformation GML in KML

(<http://members.home.nl/cybarber/geomatters/KmlGpxGmlTransform.hta>)

Pretvorjene podatke v KML lahko brez težav objavimo na Google Earth in jih ponudimo v vpogled tudi ostalim uporabnikom tega najbolj množičnega odjemalca.



Slika 45: Celjski vodovod na Google Earth (www.googleearth.com)

Picture 45: Celje water supply on Google Earth (www.googleearth.com)

Datoteke s končnico KMZ so komprimirane, tako da KML datoteke niso prevelike, kar bi se lahko poznalo pri prenosih prek spleta. Komprimiranje je izredno pomembno za uspešno spletno interoperabilno GIS bazo podatkov ter predvsem za hitro prenašanje zahtevanih podatkov prek izmenjevalnega formata do uporabnikov.

6 KOMPRIMIRANJE

Komprimiranje je postopek, s katerim zmanjšamo število bitov, potrebnih za zapis informacij. Bit je osnovna in hkrati najmanjša enota informacije, ki se uporablja v računalništvu in teoriji informacij. En bit (ime bit izhaja iz angleškega izraza »binary digit«) predstavlja neko informacijo o opazovanem objektu, ki je lahko 1 (da, angl. true), ali 0 (ne, angl. false), ali katerikoli dve drugi, medsebojno izključujoči si stanji. Bajt (zlog) je skupina bitov. V zgodnejših letih računalništva je bil velik od 5 do 9 bitov, danes je bajt brez izjeme osem bitov. Osembitne bajte ponekod imenujejo tudi oktet. Biti in bajti se uporabljajo za tako imenovano računalniško kodiranje.

Splošno znano in dokazano dejstvo je, da so besede, ki jih uporabljamo pogosteje krajše. V večini svetovnih jezikov je glagol »biti« zelo kratek, prav tako so kratki ali pa vsaj v pogovornem jeziku težijo h krajšemu vezniki, predlogi in členi, ki se v stavkih pojavljajo pogosto. Lahko bi trdili, da je dolžina besed obratno sorazmerna njihovi pogostosti. Čim daljša je beseda, tem redkeje jo uporabljamo. Oziroma obratno, čim večkrat pride beseda na vrsto, tem krajšo so jo napravili naši predniki, ko so sestavljali slovenščino.

Predpostavimo, da želimo nekomu poslati sporočilo, da bi imela stvar smisel, predpostavimo, da naslovnik vsebine našega sporočila ne pozna, lahko ga kvečjemu sluti. Glede na to, koliko sluti, lahko izmerimo njegovo neznanje (entropijo, kaos, ki glede tega vprašanja vlada pri njem); teorija informacij zna količino neznanja izmeriti kar v bitih. Da bi naslovnik izvedel vse, mora dobiti vsaj toliko bitov podatkov, kolikor bitov meri njegovo neznanje. Z manj biti mu ne moremo povedati vsega (podati vse informacije), lahko mu povemo le toliko, da bo bolje slutil. Sporočila so navadno daljša kot je nujno potrebno. Delno zato, ker mu sporočamo tudi podatke, ki jih že pozna, delno pa zato, ker je del podatkov redundanten, nepotreben (Demšar, 1997).

Primer:

Brale lahk mirn ber vsebin izmenjevalneg format v kater vsak besed manjk zadnj čr (d o vejica n govorim).

Z gotovostjo lahko trdimo, da je velika verjetnost, da je naključni bralec uspel prebrati zadnji stavek in dojeti tudi njegovo sporočilo: prvih pet črk, "b", "r", "a", "l" in "e", že nosi dovolj podatkov o informaciji, besedi "bralec". Zadnja črka je nepotrebna.

Zgornje komprimiranje ni bilo povsem natančno, saj so lahko besede brez zadnjih črk dvoumne. Ideja pa je prava, program za komprimiranje poišče zakonitosti v podatkih – odkrije različne redundance in podatke prepiše v kakšno drugo obliko, vendar tako, da jih bo njegov sogovornik (dekomprimator) z znanjem, ki ga ima, ravno še uspel spraviti v prvotno obliko. Tako stisnjeni podatki skupaj z algoritmom za ponovno razširjanje nosijo natanko isto informacijo kot prvotni, le da je zapisana z manj biti. Teorija pa pribije, da še tako dober algoritem stiskanja ne more teh istih podatkov zakodirati z manj biti, kolikor je velika informacija, ki jo prenašajo.

6.1 Kodiranje

Da bi bila predstavitev informacij čim bolj enostavna, so se v zgodovini razvila določena pravila za zapis podatkov, s katerimi predstavimo informacijo. To so kodna pravila (tone kodiramo z notami, glasove s črkami, števila s številkami, ustno sporočilo z besedami/petjem/risanjem/pisanjem/...). Bistveno je, da naslovnik informacijo razume, sprejme, uporabi ali izvrši.

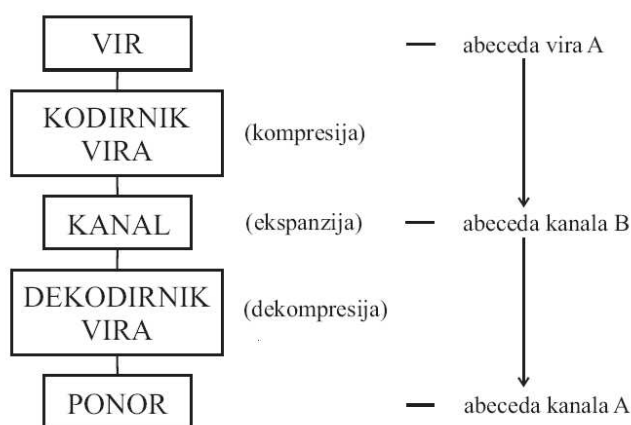
Cilji kodiranja:

- shranjevanje / prenašanje / obdelava podatkov,
- razumljivosti predstavitve (besede s črkami, števila s ciframi, prometni znaki ...),
- varovanje / skrivanje vsebine (šifriranje).

V računalništvu lahko kodiranje imenujemo vsako pretvorbo podatkov iz ene v drugo obliko; najpogosteje kodiramo neko zaporedje simbolov oziroma znakov. Če želimo podatke obdelovati z računalnikom, jih moramo pretvoriti v obliko, ki je primerna za obdelavo z računalnikom – v binarno obliko. Pravimo, da podatke binarno kodiramo (pretvorimo v binarni kod – v zaporedje ničel in enic). Takšno kodiranje podatkov je zelo

zanesljivo in manj občutljivo na motnje pri prenosu, zato se čedalje več uporablja (npr. digitalna glasba, digitalna telefonija in televizija ...). Računalnik omogoča tudi shranjevanje in obdelavo podatkov, namenjenih za multimedijske predstavitve (podatki v obliki števil, besedila, glasbe, grafika, gibljive slike). Če želimo za prikazovanje podatkov uporabiti ustrezno obliko podatkov, moramo poznati nekaj osnov kodiranja. Dobro je vedeti, kako nekaj predstavimo (opišemo) v dvojiškem sistemu.

6.1.1 Kodiranje v računalništvu



Slika 46: Kodiranje informacij (Dobnikar, 2006)

Picture 46: Information encoding (Dobnikar, 2006)

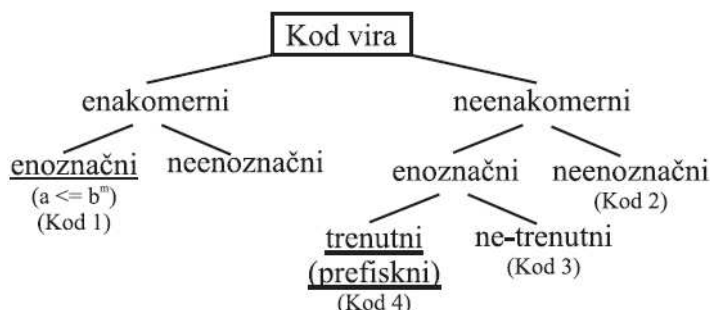
Vir uporablja drugačne znake (npr. ASCII) kot kanal (npr. dvojiške znake). Prirejanje znakov ene abecede znakom drugi abecedi je kodiranje. Gre za preslikavo abecede vira A v abecedo kanala B. Cilj kodiranja vira je povečati hitrost in s tem skrajšati prenos. Kodiranje vira (tudi KOD vira) določa trojica $\langle a, b, f \rangle$, kjer je:

- a: število znakov abecede A
- b: število znakov abecede B
- f: injektivna preslikava $f: A \rightarrow C$, $C = B^m$ ali $C = B^1 \cup B^2 \cup \dots \cup B^m$

Kod je:

- enakomeren, če je dolžina vseh kodnih zamenjav enaka, sicer je neenakomeren,
- enoznačen, če vsakemu znaku iz abecede A ustreza drugačna kodna zamenjava,

- trenutni ali prefiksi, če vsebuje kodne zamenjave, ki bi bila predpona (prefix) kakšni drugi kodni zamenjavi.



Slika 47: Kod vira (Dobnikar, 2006)
Picture 47: Source encoding (Dobnikar, 2006)

Naj bo $A = \{X_1, X_2, X_3\}$ in $B = \{0,1\}$

Preglednica 17: Tipi koda vira
Table 17: Types of code

A	P{}	Kod 1	Kod 2	Kod 3	Kod 4
X_1	0,5	10	0	1	0
X_2	0,3	01	1	10	10
X_3	0,2	10	01	100	11

- Kod 1 je enakomeren, ostali so neenakomerni.
- Kod 2 je neenoznačen (ni ga mogoče enoznačno dekodirati).
- Kod 3 omogoča dekodiranje (enoznačno) šele po sprejemu prvega znaka naslednje kodne zamenjave.
- Kod 4 je trenutni ali prefiksni kod.

Kodiranje je gospodarno, če so kodne zamenjave čim krajše. Zato je mera gospodarnosti koda vira (vhodnega zapisa) povprečna dolžina njegovih kodnih zamenjav (Dobnikar, 2006):

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^a p_i \cdot n_i, \quad \text{kjer je } p_i \text{ verjetnost } i\text{-tega znaka, } n_i \text{ pa dolžina kode.}$$

Spodnji niz znakov ali zapis je uporabljen za prikaz koncepta kodiranja v računalništvu.

PRIMER = aa bbb cccc ddddd eeeee fffffff gggggggg.

Koda je prikaz izvirnega zapisa v kodiranem besedilu. Izvorni zapis je osnovna enota v katerega bo kodiran zapis deljen. Osnovna enota je lahko posamezni znak iz abecede ali niz znakov. Za namen prikaza naj bo niz znakov PRIMER, alfa = {a,b,c,d,e,f,g, presledek} in beta = {0, 1}. Poznamo kodiranja s stalno dolžino ali spremenljivo dolžino vhodnega ali izhodnega (kodiranega) zapisa. Kodiranje lahko kategoriziramo kot:

<i>Vhodni zapis</i>	<i>Izhodni (kodiran) zapis</i>
stalna dolžina	stalna dolžina
stalna dolžina	spremenljiva dolžina
spremenljiva dolžina	stalna dolžina
spremenljiva dolžina	spremenljiva dolžina

Kodiranje stalne dolžine – stalna dolžina za PRIMER je prikazano v preglednici 18 medtem, ko je kodiranje spremenljiva dolžina - spremenljiva dolžina prikazano v preglednica 19.

Preglednica 18: Kodiranje stalna dolžina – stalna dolžina

Table 18: Encoding fixed length - fixed length variable

Preglednica 19: Kodiranje spremenljiva dolžina – spremenljiva

Table 19: Encoding variable length - variable length

vhodni niz	kodiran niz
a	000
b	001
c	010
d	011
e	100
f	101
g	110
presledek	111

vhodni niz	kodiran niz
aa	0
bbb	1
cccc	10
dddd	11
eeee	100
ffffff	101
gggggggg	110
presledek	111

Če je niz znakov PRIMER, kodiramo po metodi prikazani v preglednici 18 je dolžina kodiranega zapisa dolga 120 znakov, z uporabo kodiranja iz druge preglednice samo 30 znakov. Najstarejše in največkrat uporabljeno kodiranje stalna dolžina – stalna dolžina je ASCII (American Standard Code for Information Interchange) kodiranje, ameriški standardni

nabor za izmenjavo informacij. To je v bistvu tabela z 256 znaki, za njihovo kodiranje potrebujemo 8 bitov, oziroma 1 bajt (Lelewer in Hirschberg, 2000).

6.2 Metode komprimiranja

Računalniške datoteke lahko predstavljajo ogromne količine podatkov, ki jih moramo obdelovati, prenašati in shranjevati, kar povzroča veliko porabo spominskih zmogljivosti in časa. Glede na to, da so danes posamezni računalniki povezani v skupno omrežje, se postavlja tudi vprašanje prepustnosti povezav (connection bandwidth), kjer je cilj v čim krajšem času prenesti čim večjo količino informacij. Za prenose in shranjevanje je komprimiranje ključnega pomena, kar lahko ugotovimo iz uporabe računalniških informacij na različnih področjih :

- pri televiziji, ki v zvezi z multimedijo posega po digitalnih zapisih gibljive slike,
- pri daljinskem zaznavanju prek satelitov, radarjev in sonarjev,
- pri računalniškem prenosu preko svetovnega spleta,
- pri arhiviranju dokumentov,
- pri aplikacijah v zdravstvu z računalniško tomografijo, magnetno resonanco in rentgenom itd.

Proces komprimiranja informacij lahko prikažemo skozi štiri korake:

Preglednica 20: Komprimiranje kot pretočna struktura

Table 20: Four successive stages of data processing

1	preliminarni korak pred procesiranjem
2	organizacija glede na kontekst
3	ocena verjetnosti
4	komprimiranje dolžine kode

- V prvem koraku (preliminary pre-processing steps) se izvajajo vsa dela, ki predstavljajo pripravo na naslednji segment, v katerem se izvaja zamenjava pozicije vhodnih informacij glede na kontekst. Primer pri metodi komprimiranja z izgubo

informacij se v tem koraku predpostavijo vse informacije, ki se bodo izgubile. V tem koraku se razlikujejo metoda komprimiranja z izgubo in brez izgube.

- Organizacija glede na kontekst (organisation by context) predstavlja zamenjavo pozicij informacij v vhodnih podatkih.
- V tretjem koraku (probability estimation) se v odvisnosti o zamenjavi pozicije informacij v vhodnih podatkih, na različne načine odredi verjetnost oziroma frekvenca pojava posameznega vhodnega simbola.
- Zadnji korak (length-reducing code) opravlja samo komprimiranje informacij.

Datoteke lahko komprimiramo do neke matematično določljive meje brez izgube informacije. Če hočemo količino podatkov za zapis datoteke, predvsem slikovne datoteke, še zmanjšati, se moramo sprijazniti z določeno izgubo informacij. Kolikšno izgubo si lahko privoščimo, je odvisno od namena, ki mu bo informacija služila. Tekstualne, zvočne ali slikovne datoteke lahko namreč uporabimo (Šarlah, 2004):

- za obdelave in analize, pri čemer zahtevamo čim boljše, torej originalne podatke brez kakršne koli izgube; atributni podatki v GIS sistemih,
- za vizualizacijo, kjer zahtevamo le vizualno podobnost komprimirane slike z originalno; ozadje GIS sistemov.

6.2.1 Komprimiranje z izgubo informacij

Metode z izgubo informacij so uporabne pri komprimiranju zvoka in slike. Z izgubo manjšega dela informacij se ne spreminja osnovni namen izvornega podatka. Formati, ki so zasnovani na teh metodah so JPEG in MPEG, medtem lahko TIFF predstavlja metodo z izgubo kot metodo brez izgube informacij. Kratica JPEG (Joint Photographic Expert Group) predstavlja neodvisno skupino strokovnjakov, katerih cilj je bil izdelati splošno uporaben standard za komprimiranje sivih in barvnih digitalnih slik. Že dejstvo, da so člani skupine iz podjetja, kot so AT&T, Intel, DEC, IBM, Kodak, NEC, Sony, Philips ter drugih, priča o tem, da je problematika komprimiranja digitalnih slik izredno aktualna. Skupina deluje na neprofitni osnovi in zato tudi ponuja brezplačno izvorno kodo programov za komprimiranje in

dekompimiranje (Šarlah, 2004). Pri komprimiranju datotek GML za namen izmenjevalnega formata uporabljamo metodo brez izgube informacij.

6.2.2 Komprimiranje brez izgube informacij

Komprimiranje te vrste zagotavlja, da bo rekonstruirana datoteka po komprimiranju in dekomprimiranju enaka originalu in se uporablja za komprimiranje informacij, kjer bi izguba najmanjšega dela informacije predstavljala nemogočo uporabo informacij. Primer, če se v kodi programa spremeni samo en bit, ta program več ne bo opravljal enake funkcije. Tipični primeri uporabe te metode se pojavljajo predvsem pri tekstualnih datotekah. Prav tako se nekatere metode brez izgube informacij uporabljajo pri komprimiranju slikovnih datotek zaradi ohranitve kvalitete slike, PNG, TIFF in GIF formatih.

Metode brez izgube informacij lahko razvrstimo na posamezne vrste, vendar ne povsem natančne, ker se meje teh metod pogosto prekrivajo, še pogosteje pa se metode uporabljajo v kombinacijah.

Odvizno od tega ali metoda zahteva kodiranje s stalno dolžino ali spremenljivo dolžino vhodnega ali izhodnega (kodiranega) zapisa v časovni enoti je mogoča sledeča delitev:

Preglednica 21: Delitev glede na dolžino vhodnega in izhodnega zapisa

Table 21: Partition by length of input and output record

Metoda	Vhodni zapis	Izhodni zapis
Huffman	stalen	spremenljivo
Aritmetično kodiranje	spremenljivo	spremenljivo
RLE, LZ	spremenljivo	stalen

Seveda je hiter razvoj spleta povzročil razvoj velikega spektra tehnik komprimiranja, narejenih za ohranitev shranjevalnega prostora in prenašalnega časa. Odvisno od velikosti zapisa, ki ga obdeluje algoritem v časovni enoti in velikosti zapisa, ki nastane s kodiranjem, lahko metode komprimiranja delimo v dve glavni skupini:

- Slovarske metode komprimiranja (dictionary based). Te metode nadomestijo serijo dogodkov v tekstualnem nizu s kazalci (pointers - vsi imajo enako dolžino) do pravilnega vnosa, ki jim pripada v slovarju. Daljši kot so tekstualni nizi, boljše je komprimiranje. Te metode izkoristijo so-dogajanje znakov ali besed, ker dovolijo v splošnem daljše nize in krajše slovarje.
- Statistične metode komprimiranja (zero-order substitution). Statistične tehnike komprimiranja razcepijo originalen tekst v simbole in vsak simbol je predstavljen (v komprimiranem tekstu) z edinstveno kodo (codeword). Komprimiranje doseže cilj z določitvijo krajših kodnih besed (codewords) bolj pogostim simbolom. Te tehnike morajo izračunati pogostost vsakega originalnega simbola, nato je uporabljena kodirna shema, preko katere se dodeli kodo vsakemu simbolu.

Obe vrsti komprimiranja sta lahko ali statični (leksikon/slovar pripravljen vnaprej), polstatični (semistatic) ali dinamični. Polstatične statistične kompresijske metode so tudi znane kot dvoprehodne metode, ker napravijo dva prehoda (pass) čez originalen tekst. V prvem prehodu metoda izračuna pogostost (frekvenco) vsakega simbola, potem pa kodirna shema posamezne metode dodeli kodno besedo (codeword) vsakemu izvirnemu simbolu v leksikonu/slovarju in končno, v drugem prehodu je vsak vložen simbol v originalnem tekstu zamenjan s skladno kodno besedo (Salamon, 2000).

Največkrat uporabljeni algoritmi komprimiranja brez izgube informacij so:

Osnovne tehnike:

- BWT (Burrows-Wheeler Transform) transformacija,
- RLE (Run-Length Encoding) metoda.

Statistične tehnike:

- Shannon-Fano kodiranje,
- Huffmanovo kodiranje,
- Huffmanovo kodiranje s prilagajanjem,

- MNP5,
- MNP7,
- aritmetično kodiranje,
- aritmetično kodiranje s prilagajanjem.

Slovarske metode:

- LZ (Lempel-Ziv),
- LZ77 in LZSS,
 - DEFLATE,
 - LZMA,
- LZ78,
 - LZW.

6.2.2.1 BWT transformacija

Burrows-Wheeler transformacijo sta si zamislila Michael Burrows in David Wheeler leta 1994, zaposlena na DSRC (Digital Systems Research Center) v mestecu Palo Alto, Kalifornija. Njun članek, z naslovom Algoritem sortiranja niza podatkov za komprimiranje brez izgube informacij (A Block-sorting Lossless Data Compression Algoritem), je nastal na podlagi predhodne neobjavljene transformacije Michael Burrows leta 1983.

BWT transformacija vhodni niz (zapis) podatkov transformira v obliko, ki je primernejša za komprimiranje. Deluje na principu zamenjave položaja znakov znotraj niza, ter nastajajo tako imenovani nizi znakov (runs of data). Izhodni niz podatkov je permutacija vhodnega niza. Vsi znaki znotraj niza ostanejo nespremenjeni.

Naj bo vhodni niz znakov dolžine n :

KIKIRIKI

Na temelju vhodnega zapisa se formirajo vse njegove rotacije, ki skupaj s vhodnim zapisom tvorijo matriko velikosti $n \times n$.

Preglednica 22: Nesortirana matrika rotacij

Table 22: Matrix of rotation before sorting

0	K	I	K	I	R	I	K	I
1	I	K	I	K	I	R	I	K
2	K	I	K	I	K	I	R	I
3	I	K	I	K	I	K	I	R
4	R	I	K	I	K	I	K	I
5	I	R	I	K	I	K	I	K
6	K	I	R	I	K	I	K	I
7	I	K	I	R	I	K	I	K

Z nadaljnjim sortiranjem nastane nova matrika, rezultat transformacije je zapisan v zadnjem stolpcu spodnje matrike.

Preglednica 23: Sortirana matrika rotacij

Table 23: Matrix of rotation after sorting

1	I	K	I	K	I	R	I	K
3	I	K	I	K	I	K	I	R
5	I	R	I	K	I	K	I	K
7	I	K	I	R	I	K	I	K
0	K	I	K	I	R	I	K	I
2	K	I	K	I	K	I	R	I
6	K	I	R	I	K	I	K	I
4	R	I	K	I	K	I	K	I

Izhodni niz znakov je tako:

KRKKIII

Izhodni niz je glede na vhodnega mnogo primernejši za komprimiranje, ker vsebuje mnogo zaporedno ponavljajočih znakov. Z BWT transformacijo vhodnega niza pred uporabo algoritma komprimiranja dosegamo mnogo boljše rezultate komprimiranja (povzeto po: Nelson, 1996).

6.2.2.2 RLE kodiranje

RLE (Run-Length Encoding) predstavlja eno od najpreprostejših in najbolj razširjenih metod komprimiranja. Algoritem je zelo hiter, vendar manj učinkovit od večine danes poznanih algoritmov. Ideja je zelo preprosta: kjer se pojavi več zaporednih enakih znakov, jih nadomestimo z zapisom, ki vsebuje le dva podatka, predmetni znak in njegovo število ponavljanj (Šarlah, 2000).

Naj bo vhodni niz znakov dolžine $n = 9$:

NNNIIKKKK

Izhodni niz RLE kodiranja je:

3N2I3K

Kar pomeni, da smo 9 bajtov uspeli nedvoumno prikazati s 6 bajti.

Ta način komprimiranja je uspešen, če v nizu obstaja večje število zaporedno enakih znakov. Neučinkovitost algoritma pride do izraza, ko je znotraj enega niza veliko število različnih znakov. V praksi daje algoritem dobre rezultate, predvsem kadar so nizi, ki se obdelujejo dolgi in se v njih pojavi veliko število kontekstualno grupiranih znakovnih nizov (Kukec, 2005). Najpogosteje se RLC kodiranje uporablja v kombinaciji, ki na vhodnem nizu predhodno izvrši grupiranje znakov, kot npr. BWT transformacija. Na zgoraj prikazanem primeru je podana osnovna ideja RLC kodiranja na nivoju ASCII znakov. Kodiranje na nivoju bitov se skoraj v ničemer ne razlikuje od zgornjega primera. Zaradi svojih lastnosti je RLC komprimiranje najuspešnejše na tako imenovanih črno-belih oziroma binarnih slikah, ki so sestavljene iz nizov črnih in belih pikslov.

6.2.2.3 Huffmanovo kodiranje

Huffmanovo kodiranje je dobilo ime po Davidu A. Huffmanu, ki je leta 1952 kot podiplomski študent objavil članek, v katerem je opisal metodo. Zgodba optimalnega kodiranja se je pričela leta poprej, in sicer 1951, ko je profesor R.M. Fano na MIT (Massachusetts Institute of Technology) predlagal na kolegiju podiplomskega študija pri predmetu Teorija informacij, oprostitev izpita, če kdo od študentov izboljša do tedaj, najoptimalnejše binarno kodiranje. Enemu njegovih študentov je uspelo, in sicer Davidu. Napisal je algoritem, ki je zagotavljal minimalno možno število izhodnih bitov z uporabo kodiranja nespremenjene dolžine (Pavešč, 1997).

Huffmanovo kodiranje je pogosto uporabljen in učinkovit način komprimiranja podatkov. Komprimiranje je rezultat zamenjave točno določenega števila bitov za posamezen znak (npr. ASCII - 7 bitov, Unicode - 16 bitov) v kodo s spremenljivo dolžino, kjer pogosteje zastopani znaki dobijo čim krajšo dvojiško kodo. Običajno lahko pri komprimiranju podatkov prihranimo med 20 % in 90 %, odvisno od tipa podatkov. Prihranku je potrebno odšteti še shranjevanje in/ali prenašanje Huffmanovega drevesa, ki ga potrebujemo za dekodiranje. Pri večjih datotekah in ne prevelikem številu znakov pa to lahko skoraj zanemarimo. Ključna podatka za kodiranje sta torej nabor znakov in pogostost pojavljanja posameznega znaka v besedilu. Zato moramo besedilo oziroma podatke najprej analizirati, z drugim prehodom čez besedilo/podatke pa zgradimo drevo, ki predstavlja optimalno kodiranje s predpono. Huffmanovo kodiranje ne povzroči izgube ali spremembe podatkov po stiskanju, zato velja za zanesljivo metodo. Za razliko od standardnega kodiranja s fiksno dolžino kode Huffmanovo kodiranje uporablja spremenljivo dolžino kode v dvojiškem zapisu. Zato lahko znake, ki se v danem besedilu pogosteje pojavljajo zakodiramo s krajšim zapisom, redkeje zastopane znake pa z daljšim. Seveda moramo v obeh primerih (fiksna in spremenljiva dolžina dvojiškega zapisa) zagotoviti enoličnost zapisa. Je pa res, da moramo pri kodiranju shraniti tudi Huffmanovo drevo, kjer je zapisana dvojiška koda, s pomočjo katere lahko stisnjene podatke povrnemo v prvotno obliko (Jaklič, 2004). Drevo se zgradi od spodaj navzgor (bottom-up frequency sorted binary tree).

Na kratko lahko postopek opišemo takole:

- Znake uredimo po pripadajočih verjetnostih (frekvenco znaka delimo s številom vseh znakov, torej abecedo vira A uredimo po padajočih verjetnostih znakov),
- najmanj verjetnima znakoma dodelimo vrednosti bitov 0 in 1 ter ju združimo v skupni znak z vsoto njunih verjetnosti (oblikujemo novo abecedo A_1 , tako da združimo zadnja dva znaka abecede A v en znak z vsoto obeh verjetnosti, vsakemu izmed obeh združevanih znakov pripišemo en znak abecede B),
- izmenično ponavljamo prva dva koraka, dokler ne preostaneta le še dva znaka, ki jima dodelimo še zadnja bita 0 in 1 (dokler ne pridemo do b znakov nove abecede),
- kodna beseda za posamezen znak se prebere v obratni smeri, kot smo dodeljevali bite (x_i kodo zapišemo za vse znake abecede B na poti od konca (korena) do začetka (listi) postopka).

Naj bo $A = \{X_1, X_2, X_3\}$ in $B = \{0, 1\}$

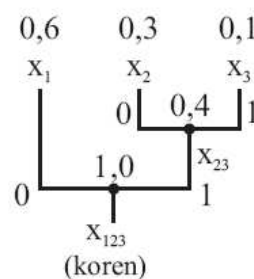
$A = \{X_1, X_2, X_3\} \rightarrow a = 3$

$P = \{0.6, 0.3, 0.1\}$

$B = \{0, 1\} \rightarrow b = 2$

Zanima nas Huffmanova kod, ki se glasi:

X	P	Huffmanov kod
x_1	0,6	0
x_2	0,3	10
x_3	0,1	11



$$\bar{n} = \sum_{i=1}^3 p_i \cdot n_i = 1.4 \text{ znaka}$$

$$H_1 = \sum_{i=1}^3 p_i \cdot \log p_i = 1.295 \text{ bitov}$$

$$\tau = \frac{H_1}{\bar{n}} = 0.925 \text{ bita / znak}$$

Eden od problemov Huffmanovega kodiranja je, da je dolžina izhodnega zapisa iz algoritma enaka celemu številu bitov. Iz tega je preprosto sklepati, da je minimalni izhodna koda dolžine enega bita. Zamislimo si primer, da je apriori verjetnost 0.9. Optimalno število bitov za prikaz pripadajočem vhodnem znaku je 0.15 bita, kar je šest krat manj od minimalne dolžine izhodnega zapisa, ki znaša 1 bit. Zaradi zgoraj omenjenega dejstva nekateri imenujejo Huffmanovo kodiranje upokojeni junak. Vendar je kljub temu v praksi pogostokrat uporabljen zaradi enostavnosti, kot dodatek drugim zelo znanim metodam komprimiranja (deflate, jpeg, mp3).

6.2.2.4 Aritmetično kodiranje

Za razliko od Huffmanovega kodiranja, ki posamezni vhodni znak zamenjuje s pripadajočo kodo, aritmetični kod zamenjuje niz vhodnih znakov z decimalnim številom, ki je večji ali enak nič, vendar strogo manjši od 1.

Zaradi dejstva, da je izhodni zapis enak decimalnemu številu, katerega dolžina je proporcionalna dolžini vhodnemu nizu, lahko omejitev natančnosti predstavlja problem. Vendar praktične implementacije problem rešujejo zelo dobro in enostavno.

Za prikaz aritmetičnega kodiranja naj bo vhodni niz:

KIKIRIKI

Algoritem mora po prejemu niza znakov, posamično obdelati vsak znak v smeri formiranja izhodnega decimalnega števila posameznemu znaku v odvisnosti od njegove frekvence pojavljanja (stolpec 2), podeli se razpon, kot prikazuje stolpec 3. Preglednica verjetnosti posameznega znaka se glasi:

Preglednica 24: Pregled verjetnosti
Table 24: Overview of probability

K	I	K	I	R	I	K	I
$\frac{3}{8} = 0.375$	$\frac{4}{8} = 0.5$	$\frac{3}{8} = 0.375$	$\frac{4}{8} = 0.5$	$\frac{1}{8} = 0.125$	$\frac{4}{8} = 0.5$	$\frac{3}{8} = 0.375$	$\frac{4}{8} = 0.5$

Preglednica 25: Pregled verjetnosti in razpona
Table 25: Overview of probability and range

Znak	Frekvenca pojavljanja	Razpon	smr_i	zmr_i
I	0.5	[0.0, 0.5>	0.0	0.5
K	0.375	[0.5, 0.875>	0.5	0.875
R	0.125	[0.875, 1.0>	0.875	1.0

Preidimo na kodiranje niza znakov. Algoritem je prejel niz znakov, iz katerega zaporedno jemlje znake in formira decimalna števila vse večje natančnosti. Število, ki označuje prejeti niz znakov se mora nahajati v intervalu [0 , 1>. Uporabljamo oznake smr_i (spodnja meja) in zmr_i (zgornja meja), pri izračunu novih intervalov v posameznih iteracijah algoritma. Posamezna iteracija je označena z indeksom i , kjer je $i=0$ inicijalna vrednost.

$$sm_0 = 0, zm_0 = 1$$

$$I_0 = [0,1)$$

Vsaka iteracija spreminja meje začetnega intervala, in sicer:

$$sm_i = sm_{i-1} + smr_i(zm_{i-1} - sm_{i-1}) = sm_{i-1} + smr_i \cdot I_{i-1}$$

$$zm_i = sm_{i-1} + zmr_i(zm_{i-1} - sm_{i-1}) = sm_{i-1} + zmr_i \cdot I_{i-1}$$

$$I_i = zm_i - sm_i$$

Kjer:

- sm označuje spodnjo mejo intervala pridobljeno po principu aritmetičnega kodiranja,
- smr označuje spodnjo mejo razpona vhodnega znaka pridobljeno na podlagi frekvence pojavljanja,
- zm označuje zgornjo mejo intervala pridobljeno po principu aritmetičnega kodiranja,
- zmr označuje zgornjo mejo razpona vhodnega znaka pridobljeno na podlagi frekvence pojavljanja,.

Prvi znak vhodnega niza znakov (K), v prvi iteraciji algoritma pridobi:

$$\begin{aligned}sm_1 &= sm_0 + smr_1(zm_0 - sm_0) = 0 + 0 \cdot (1 - 0) = 0 \\zm_1 &= sm_0 + zmr_1(zm_0 - sm_0) = 0 + 0.5 \cdot (1 - 0) = 0.5 \\I_1 &= zm_1 - sm_1 = 0.5\end{aligned}$$

V primeru, da dekomprimator zazna interval $I_1 = zm_1 - sm_1 = 0.5$, tedaj ve, da je prvi znak niza, ki je prikazan z realnim številom v danem intervalu, zagotovo znak K.

Druga iteracija predstavlja obdelavo drugega znaka v vhodnem nizu (I), seveda ob predpostavki, da je prvi znak K določen, kar pomeni, da mora biti pridobljeni interval znotraj intervala predhodne iteracije.

$$\begin{aligned}sm_2 &= sm_1 + smr_2(zm_1 - sm_1) = 0 + 0.5 \cdot (0.5 - 0) = 0.25 \\zm_2 &= sm_1 + zmr_2(zm_1 - sm_1) = 0 + 0.875 \cdot (0.5 - 0) = 0.4375\end{aligned}$$

Realno število, ki prikazuje niz znakov KI se nahaja v intervalu $I_2 = [0.25, 0.4375)$.

Značilnost aritmetičnega kodiranja neskončno velikih vhodnih nizov je, da rezultatni interval limitira k 0. Pregled preostalih iteracij:

- tretja iteracija, znak K:
 $sm_3 = 0.25 + 0 \cdot (0.4375 - 0.25) = 0.25$
 $zm_3 = 0.25 + 0.5 \cdot (0.4375 - 0.25) = 0.34375$
- četrta iteracija, znak I:
 $sm_4 = 0.25 + 0.5 \cdot (0.34375 - 0.25) = 0.296875$
 $zm_4 = 0.25 + 0.875 \cdot (0.34375 - 0.25) = 0.33203125$
- peta iteracija, znak R:
 $sm_5 = 0.296875 + 0.875 \cdot (0.33203125 - 0.296875) = 0.327636718$
 $zm_5 = 0.296875 + 1.0 \cdot (0.33203125 - 0.296875) = 0.33203125$
- šesta iteracija, znak I:
 $sm_6 = 0.327636718 + 0.5 \cdot (0.33203125 - 0.327636718) = 0.329833984$
 $zm_6 = 0.327636718 + 0.875 \cdot (0.33203125 - 0.327636718) = 0.331481933$
- sedma iteracija, znak K:
 $sm_7 = 0.329833984 + 0 = 0.329833984$
 $zm_7 = 0.329833984 + 0.5 \cdot (0.331481933 - 0.329833984) = 0.330657958$
- osma iteracija, znak I:
 $sm_8 = 0.329833984 + 0.5 \cdot (0.330657958 - 0.329833984) = 0.330245971$
 $zm_8 = 0.329833984 + 0.875 \cdot (0.330657958 - 0.329833984) = 0.330554961$

Vhodni niz znakov se po preračunu zamenja z realnim številom iz intervala [0.330245971,0.3305549161).

6.2.2.5 Slovanske metode komprimiranja

Slovarske metode komprimiranja so temeljene na slovarju (dictionary based shemes) in vhodni niz znakov obdelujejo znak po znak ter jih zamenjujejo z zapisi v podatkovni strukturi, ki jo imenujemo slovar (dictionary). Pogosto jih imenujejo substitucijske metode komprimiranja (substitution coding). Slovar je lahko statični ali dinamični. Statične slovanske metode komprimiranja imajo pred komprimiranjem že definiran slovar, kar ni slučaj pri dinamičnih metodah, kjer slovar besed ne obstaja ali vsebuje manjši sklop besed (običajno osnovne znake vhodne abecede). Algoritem lahko prične komprimiranje od zadaj (LZ77) ali od spredaj (LZ78).

Odvisno od zapisa v slovarju algoritem zamenjuje vhodne znake s podatkom, ki je nedvoumno definiran v slovarju in odgovarja vhodnemu znaku. Učinkovitost algoritma se povečuje z velikostjo slovarja. V primeru kodiranja samo enega znaka je očitno nesmiselno en znak zamenjati s podatkom, ki identificira zapis v slovarju, ker bo verjetno identifikacijski znak daljši od dolžine 8 bitov, se pravi daljši od znaka, ki se zamenjuje.

Začetnika slovanskih metod komprimiranja sta računalniška znanstvenika Abraham Lempel in Jacob Ziv, ki sta leta 1977 v svojem članku Univerzalen algoritem za zaporedno komprimiranje podatkov (A Universal Algorithm for Sequential Data Compression) objavila definicijo algoritma imenovanega LZ77. Leto kasneje sta objavila še drugi algoritem, in sicer LZ78, vendar ni nikoli doživel takšnega uspeha kot njegov predhodnik. Danes se pogosto uporablja njegova modifikacija LZW. Leta 1982 sta James Storer in Thomas Szymanski modificirala LZ77, tako da sta odpravila težavo pri kodiranju samo enega znaka. Algoritem sta poimenovala LZSS. Danes se LZ77 praktično ne uporablja več, ampak se uporablja njegova modifikacija LZSS, vendar se za oba algoritma uporablja izraz LZ77 (povzeto po: Kuček, 2005). Algoritem LZMA (Lempel-Ziv Modified Algorithm) je še ena od mnogih modifikacij algoritma LZ77, ki je izboljšana predvsem v fazi dekomprimiranja. Uporablja se

v napravah za brezžično domačo omrežje (router), igralnih konzolah (game-box) in podobnih malih napravah.

Preglednica 26: Slovarske metode komprimiranja

Table 26: Dictionary compression methods

LZ77 (LZSS)	LZ78
DEFLATE (Huffman + LZ77)	LZW

6.2.2.5.1 LZ77 in LZW komprimiranje

Lempel-Ziv algoritem za komprimiranje LZ77, bolj znan pod imenom "zip". LZ77 je med bolj razširjenimi algoritmi za komprimiranje. Uporabljajo ga npr. programska orodja gzip in WinZip. Algoritem LZ77 deluje tako, da v vhodnih zapisih išče ponovitve nizov znakov. Ponovljene nize išče v okviru okna vnaprej določene širine, ki "potuje" po vhodnem toku podatkov. Pri tem gradi razpršeno tabelo nizov, ki se pojavljajo v vhodnih zapisih. V primeru, da algoritem v vhodnih podatkih najde ponovljen niz, ga zamenja s "kazalcem" na prejšnjo ponovitev niza (Bratko, 2003).

Lempel-Ziv-Welch (LZW) je univerzalni brez izgubni slovarski algoritem, ki je nastal kot nadgradnja algoritma LZ78. Algoritem je objavil Terry Welch leta 1984.

Primer komprimiranja:

V slovenščini imamo po definiciji 25 črk/besed oziroma znakov (ali 256, če bi kodirali binarne datoteke in ne le črk). Beseda/znak 1 je A, beseda/znak 2 je B in beseda/znak 25 bo Ž. Besede shranjujemo v slovarju, v začetku so v njej zapisane besede/znaki od A do Ž.

Postopek LZW torej počne naslednje: iz vhodnega niza bere znake in jih dodaja v *trenutno_besedo*, dokler je ta beseda med že znanimi besedami. Ko pa preberemo znak, ki bi, če bi ga pripisali k *trenutni_besedi*, dal novo, še neznano besedo, zapišemo kodo *trenutne_besede*, trenutna beseda pa postane pravkar prebrani znak. Poleg tega pa "neznano besedo" zapišemo v tabelo besed. Ko jo bomo videli naslednjič, bo že "znana" in bomo lahko uporabili njeno kodo. Naj bo vhodni niz:

RABARBARA

R je znana beseda, saj so znaki besede. Če bi mu dodali še A, bi dobili RA, ki ni beseda, zato zapišemo kodo R (18), RA dodamo v slovar, njegova koda bo 26. Trenutna beseda je zdaj A. Naslednji znak je B; AB ni beseda, zato zapišemo kodo A-ja (1), AB gre v slovar s kodo 27, trenutna beseda bo B. Preberemo A; ker BA ni beseda, zapišemo B (2), BA dobi kodo 28, trenutna beseda je A. Tudi AR ni beseda, zapišemo A (1), AR dobi kodo 29 in R postane trenutna beseda. RB ni beseda, zapišemo R (18), RB dobi kodo 30, trenutna beseda je B. Preberemo A (tretji A), BA je beseda, zato beremo naprej: BAR ni beseda, zato zapišemo kodo za BA (28), trenutna beseda je R. Preberemo A, RA je beseda, zapišemo kodo za RA (26) in končamo.

Dobili smo: 18 1 2 1 18 28 26

Preglednejše lahko kodiranje predstavimo s preglednico; da ne bi ponavljali istega primera, kodirajmo vhodni niz:

Preglednica 27: Kodiranje vhodnega niza BARBARBARA
Table 27: Encoding of input set of BARBARBARA

BARBARBARA

trenutna beseda	nov znak	izpišemo	nova koda
B	A	2 (B)	BA=26
A	R	1 (A)	AR=27
R	B	18 (R)	RB=28
B	A		
BA	R	26 (BA)	BAR=29
R	B		
RB	A	28 (RB)	RBA=30
A	R		
AR	A	27 (AR)	ARA=31
A	<i>eof</i>	1 (A)	

Že na prvi pogled je kodiranje uspešno, BARBARBARA z enajstimi črkami se spremeni v devet številčk 2 1 18 26 28 27 1 (Demšar, 1998). Lahko bi sicer rekli, da primer BARBARBARA ni ravno pogost, in da se znaki v resničnih datotekah ne ponavljajo tako pogosto. O tem, ali se znaki v običajnih datotekah ponavljajo ali ne, bi lahko prelili mnogo črnila: na postopku LZW temelji format GIF in tam se ena in ista barva točke ali zaporedje barv (v teksturah ali barvah, dobljenih z mešanjem drugih barv) stalno ponavlja.

Ker besede in njihove kode niso shranjene v komprimirani datoteki, kot je, recimo, Huffmanov kode, jih mora program za dekomprimiranje sestavljati sproti. Natanko takrat in take, kot jih je sestavljal program za komprimiranje. Program za dekomprimiranje v zgornjem primeru postopa na sledeč način. Najprej prebere 18. To je R, izpiše ga. Sledi 1, torej izpiše A. Ve tudi, da je program za komprimiranje istočasno, ko je izpisal to enico, besedi RA dodelil kodo 26, zato tudi sam stori tako. 2 prebere kot B in ker ve, kako deluje program za komprimiranje, sestavi AB v kodo 27. Naslednja enica je spet A, BA pa dobi, po zgledu komprimatorja, kodo 28. 18 je R in AR bo imel kodo 29. Zaplete se pri: 28 je BA, vendar ve, da je program za komprimiranje, ko je naletel na B (novi znak=B, še preden je iz datoteke prebral A!) imel trenutno_besedo R (prejšnja beseda), torej sta se RB povezala v kodo 30. Sledi 26, ki pomeni RA.

6.2.2.5.2 DEFLATE komprimiranje

DEFLATE je algoritem za stiskanje podatkov brez izgube podatkov in je kombinacija algoritma LZ77 in Huffmanovega kodiranja. Zasnoval ga je Philip W. Katz za program PKZIP2. Za razliko od LZW kodiranja, DEFLATE ni patentiran, kar ga je tudi proslavilo. Uporablja se pri komprimiranju datotek gzip in zip ter slikovnem zapisu PNG.

6.2.2.5.3 Besedno zasnovano Huffmanovo kodiranje (PHC in THC)

Tradicionalna izvedba Huffmanovega kodiranja je zasnovana na znakih in pogostosti pojavljanja posameznega znaka v besedilu. Zaradi slabega ponavljanja razporeditve posameznih znakov v naravnem jeziku, kodiranje pogosto ni tako uspešno, kot bi pričakovali. Izmenjava, dekomprimiranje in iskanje posameznih znakovnih nizov (besed) je precej hitrejše

v bajt zasnovanih Huffmanovih kodiranjih, kjer ni potrebno manipulirati z biti. Brilljantno idejo je leta 1989 predlagal Alistair Moffat iz Oddelka računalniških znanosti Univerze v Melbournu (Department of Computer Science, The University of Melbourne), ki je uporabil niz znakov (besedo) kot posamezni znak komprimiranja. Ideja deluje dobro, ker je besedilo bolj komprimatorno iz stališča opazovalca zaporednosti oziroma nepretrganosti niza znakov (besed), kot posameznih znakov. Besedno zasnovano Huffmanovo kodiranje komprimira povprečno tekstovno datoteko od 20 do 30 odstotkov, glede na njeno originalno velikost. Razvile so se dve preprosti besedno zasnovani tehniki v kombinaciji s Huffmanovim kodiranjem, in sicer PHC (Plain Huffman Code) in THC (Tagged Huffman Code), ki omogočajo preprosto iskanje znakovnih nizov (besed) v komprimiranem besedilu, brez dekomprimiranja. V tem pogledu sta lahko zgoraj omenjeni tehniki, do osemkrat hitrejši pri nedvoumno postavljenih iskalnih pogojih. Eksperimentalni podatki, kažejo, da je v primeru besedno zasnovanega komprimiranja (bajt) naravnega jezika, degradacija v komprimiranem razmerju manj kot 5 odstotkov, glede na bit orientirana komprimiranja (povzeto po: Martinez, 2005).

6.2.2.5.4 Besedno zasnovano kodiranje (ETDC)

ETDC (End-Tagged Dense Code) je izpeljanka kodiranja THC (Tagged Huffman Code) in je statistično besedno orientirano kodiranje. Razlika se kaže v uporabi najvišjega bita za označevanje začetka slovarja (kodiranih besed), ki je uporabljen kot signal za konec slovarja. Najvišji bit kodiranih besed je 1 za zadnji bajt (ne prvi) in 0 za ostale. Omogoča hitrejše, kodiranje, komprimiranje, dekomprimiranje in iskanje znakovnih nizov (besed) v komprimiranem besedilu, brez dekomprimiranja kot PHC. Slabost ETDC v primerjavi s THC se kaže v razmerju komprimiranja. Prednost se kaže v preprostejši kodi, lažjem programiranju in manipuliranju z algoritmom (Brisaboa et al., 2006).

6.3 Formati komprimiranja in programska oprema

Različne metode komprimiranja ustvarijo različne formate komprimiranih datotek, ki jih prepoznamo po njihovih ekstenzijah (končnicah). Posamezni format komprimirane datoteke nastane s točno določeno metodo komprimiranja, vendar lahko razna programska oprema (orodja) v različnih operacijskih sistemih manipulirajo s posameznimi formati datotek. V

začetku so bila posamezna orodja razvita za ustvarjanje, modifikacijo in odpiranje posameznih komprimiranih formatov datotek na posameznem operacijskem sistemu, vendar danes orodja omogočajo delo z različnimi formati. Obstajajo orodja za različne operacijske sisteme, vendar je mogoče z orodjem specializiranim za posamezni operacijski sistem odpirati arhive specifične za drug operacijski sistem. V spodnji preglednici so prikazani najpogosteje uporabljeni formati komprimiranih datotek in njihove metode komprimiranja.

Preglednica 28: Najpogosteje uporabljene metode komprimiranja in formati
Table 28: Compression methods and formats

METODA KOMRIMIRANJA	EKSTENZIJE
RLE	PCX
	PackBits
BWT + Huffman	bz2
DEFLATE	gz
	ZIP
	PNG
LZW	Z
	GIF
LZMA	7-zip

Formate komprimiranih datotek lahko razdelimo v naslednje skupine:

- formati za arhiviranje in komprimiranje
- formati komprimiranja
- formati arhiviranja
- formati, ki predstavljajo self-extracting datoteke

Preglednica 29: Formati in orodja
Table 29: Formats and tools

Končnice	Programsko orodje
.arc	ARC
.bin	MacBinary
.cpt	Compactor Pro
.gz	GNU zip

»se nadaljuje...«

»nadaljevanje...«

.hqx	BinHex4
.lha,.lzh	Lempel-Ziv-Huffman
.msa	Magic Shadow Archiver
.sea	Self Extracting Archive
.shar	Shell Archive
.sit	Stuffit
.tar	tar
.uue	uuencode
.Z	compress
.zip	PKZIP
.zoo	Zoo

Hitrost in razmerje velikosti med komprimirano in nekomprimirano datoteko (komprimirano razmerje) so za različne formate različne, odvisno od metode, uporabljene za komprimiranje. Orodja komprimiranja, ki delujejo v operacijskem sistemu Windows so prikazana v preglednici 30.

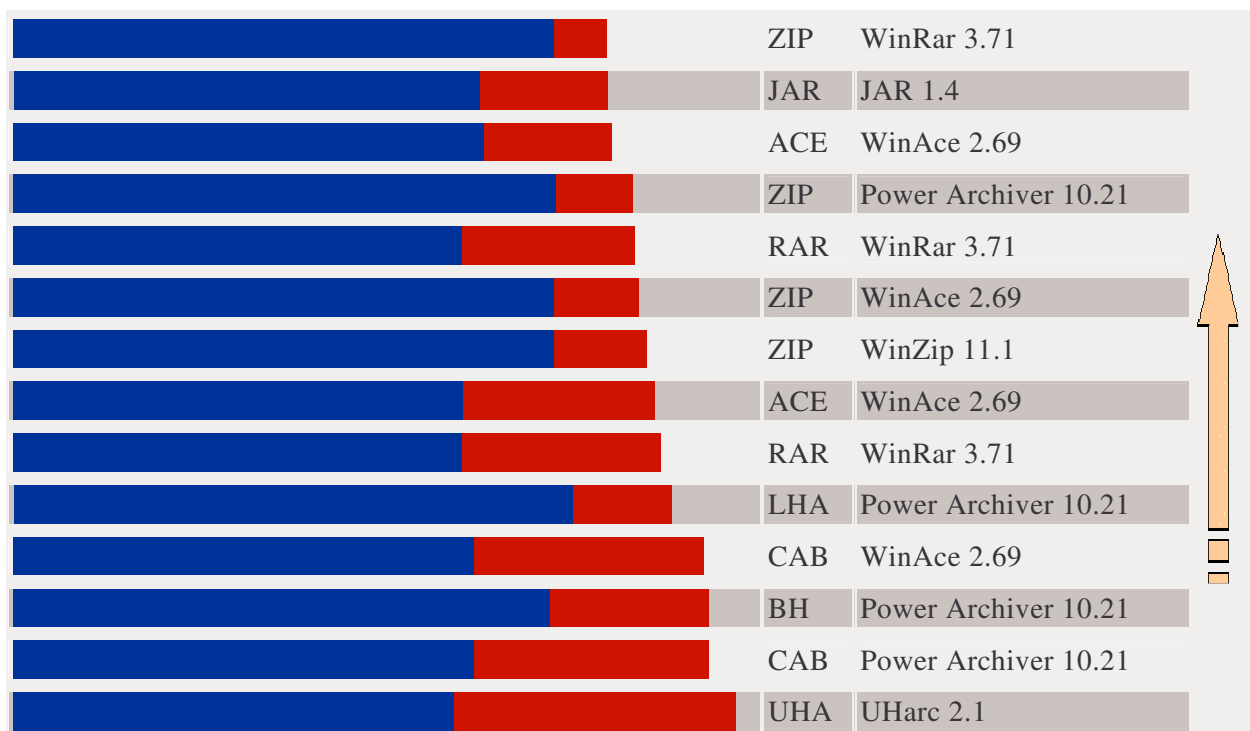
Preglednica 30: Windows orodja komprimiranja

Table 30: Windows compression tools

Programsko orodje	Trenutna verzija	Podprti formati
WinRAR	WinRAR 3.71	ZIP, RAR, CAB, ARJ, LZH, TAR, GZ in TAR.GZ, BZ2 in TAR, BZ2, ACE, UUE, JAR, ISO, 7Z, Z
JAR	JAR 1.4	JAR
WinACE	WinACE 2.69	ACE, ZIP, LHA, MS-CAB, JAVA, JAR
WinZip	WinZip 11.1	ZIP, RAR, ISO, ACE, itd.
WinUHA	UHarc GUI 2.1	UHA
Power Archiver	Power Archiver 2007, 10.21	ZIP, 7Z, CAB, TAR, GZIP, BZIP2, RAR, ACE, itd.
PKZIP	PKZIP 9.0	TAR, GZIP, JAR, CAB, Deflate64, DCL Implode, MIME, BinHex, UUenkodirane i XXkriptirane arhive
7-ZIP	7-ZIP 4.57 beta	ZIP, CAB, RAR, ARJ, gzip, bzip2, tar, CPIO, RPM, deb

Preglednica 31: Razvrstitev glede na komprimirano razmerje in hitrost komprimiranja
(<http://www.cmetge.dixinet.com>)

Table 31: Classification by size and speed of compression (<http://www.cmetge.dixinet.com>)



6.3.1 Komprimiranje GML

GML datoteke oziroma dokumenti so posebna vrsta tekstovnih dokumentov, zato mislimo, da bi komprimiranje GML ali katerega koli drugega tekstovnega dokumenta, brez upoštevanja njihovih značilnosti, vodilo do izgube komprimiranih razmerji. Postavimo hipotezo:

Posamezne GML značilnosti, se lahko izkoristijo za povečanje stopnje komprimiranosti.

Z empiričnimi podatki smo hipotezo v nadaljevanju potrdili.

GML karakteristike, ki smo jih izkoristili za izboljšanje komprimeranega razmerja:

V naravnih jezikovnih dokumentih so besede pogosto definirane z zaporedjem alfabetičnih znakov ('a'...'z', 'A'...'Z', '0'...'9') in vse med besedami je mišljeno kot ločilec. Toda, GML

je obremenjen z značkami (tag), in vsaka pojava specifičnega alfanumeričnega atributa baze podatkov je označena z oznako, ki se ujema z imenom takega atributa. Značka je napisana pred ali po vrednosti sami. Značke so vedno napisane med '<' in '>'. Ostali znaki kot "=" ali ' ' nastopajo sistematično po nekaterih besedah.

GML datoteke lahko vključujejo mnogo značk (tag, element) in števil, ki predstavljajo koordinate. Po drugi strani, alfanumerični del predstavlja podatke, izvečene iz stolpcev ne-prostorskega dela baze podatkov. Zato GML datotek ne moremo smatrati kot naravni jezikovni dokument. Naša hipoteza je, da je frekvenca besed distribuirana v GML datotekah zelo različna od tipičnih naravnih jezikovnih dokumentov, zato smo predpostavili, da običajni besedno-osnovani komprimatorji uporabljeni v naravnih jezikovnih dokumentih ne bi bili učinkoviti. Hipotezo smo v nadaljevanju potrdili.

GML je na XML osnovan jezik, in kot posledica lahko ima mnogo, tako imenovanih zajed (prostora), ki so jih povzročili presledki ali njihova dolga veriga. Taki prostori nimajo funkcije in so povsem neuporabni, edina prednost je v tem, da naredijo dokumente lažje berljive ljudem. V komprimiranju so prostori vedno upoštevani kot kakšen drug znak v tekstu, in ne morejo biti odstranjeni. V GML datoteki nima smisla obdržati vse te prostore. Pravzaprav, nekatere spletne objektne storitve (WFS), kot "Deegree" ne vstavljajo prostorčkov v GML datotekah, medtem ko ostale aplikacije kot OpenJUMP uvajajo veliko prostorov. Potrebno je vedeti, da prostorčki niso uporabni za razcep besed, ker se informacije v GML datotekah pojavljajo na sredini primerne značke, ki je lahko vedno identificirana, ker se začnejo in končajo z '<' in '>'. Odločili smo se, da bomo raziskali, kako prostori (odstranjeni ali ne) vplivajo na različna komprimiranja, ki so bila testirana. Postavljena hipoteza, je bila potrjena in se glasi: Komprimirano razmerje je boljše, če odstranimo prostor v GML datotekah.

Koordinate predstavljajo pomemben del, ki lahko zavzamejo pri nekaterih GML datotekah več kot 90 % vsebine. Koordinate opisujejo točke vektorjev, ki prilagodijo geometrijo vsakega prostorskega objekta. Koordinate, ki predstavljajo prostorski objekt so lahko dolg niz števil. Posamezni nizi števil v koordinatah bodo ekvivalentni v vsaki koordinati, saj koordinate predstavljajo točke v prostorski geometriji posameznega objekta. V ZKGJI

uporabljajo D48 prostorski koordinatni sistem (Besslov elipsoid, G-K kartografska projekcija), nov ETRS89 koordinatni sistem bo začel po predvidevanjih veljati v letu 2010. Posledično točka v objektu ni nujno zelo daleč od ostalih v istem objektu, in zato so najbolj značilne ponavadi razlikujejo za nekaj metrov, saj vse točke objekta pripadajo istemu geografskemu območju.

Primer: točkovna objekta celjskega vodovodnega sistema (priključka)

Priključek 1: $y = 520316,54$ $x = 121354,16$, $h = 234,45$

Priključek 2: $y = 520387,98$ $x = 121323,41$, $h = 233,34$

Po drugi strani se koordinate redko pojavijo v dveh objektih ob istem času ali dvakrat v istem objektu. Zato je predstavljena vsaka koordinatna vrednost v slovarju komprimatorja kot nov vnos, in njeno kodiranje s specifično kodo ne bi pripomoglo k komprimiranemu razmerju. Besedno-osnovani statistični komprimatorji naredijo točno to in zato postavljamo hipotezo, da bo taka vrsta komprimatorja dosegla zelo slabo komprimirano razmerje.

6.3.1.1 Strategije za izboljšanje GML komprimiranja

- Komprimatorji, ki ne izgubljajo podatkov morajo biti sposobni komprimirati in dekomprimirati tekst ter obdržati natančno predstavitev originalnega teksta. Mi smo v skladu s hipotezo: komprimirano razmerje je boljše, če odstranimo prostor v GML datotekah, vzeli v zakup, da so v tem primeru prostori brez pomena in zato smo se odločili, da jih bomo izločili pred komprimiranjem posameznih GML datotek. Empirični rezultati potrjujejo hipotezo in dokazujejo, da smo s tem dejanjem naredili korist.
- Da bi se izognili veliki količini števil, ponavljanih v koordinatah, smo prišli do zaključka, da bi lahko predstavili vsako koordinato kot razliko od prejšnje. Na ta način bolj pomembne koordinate, ki predstavljajo splošno geografsko območje, kjer so postavljene vse prostorske točke, niso ponovljene, saj so po prvi koordinati vse ostale predstavljene z razliko. To vodi do prihranka velikega dela prostora, saj potrebujemo manj števil za predstavitev razlik kot pa za predstavitev celih koordinat. Da bi

zmanjšali prostor, uporabljen za predstavitev številke (znotraj koordinat). Zgoraj opisano strategijo v nalogi nismo razvili, ker bi razvoj razčlenjevalnika oziroma parserja (programske opreme za preračun razlik) vzel preveč časa in denarnih sredstev, bi jo pa bilo pametno preizkusiti v bližnji prihodnosti.

Če povzamemo, predprocesiramo GML datoteko, s predhodno odstranitvijo prostorov, tako da lahko pričenemo komprimirati s katerim koli orodjem za komprimiranje.

6.4 Empirični podatki

Glavna naloga tega dela empiričnega testa je testirati zmožnost komprimiranja GML datotek. Uporabili smo nekaj pravih GML datotek, izvlečenih iz WFS strežnika Geodetske uprave Republike Slovenije, in sicer podatke gospodarske javne infrastrukture. Sistem vključuje veliko količino informacij o gospodarski javni infrastrukturi v Republiki Sloveniji. Izločili smo GML datoteke podatkov o vodovodu na območju mesta Celje, in sicer:

- 310024122007_1031_ILL.gml (podatki o linijah),
- 310024122007_1031_ITL.gml (podatki o točkovnih objektih),
- 310024122007_1031_IPL.gml (podatki o poligonskih objektih).



Slika 48: Prikaz vodovodnega sistema mesta Celje

Picture 48: Demonstration of Celje water supply system

Glavna naloga empiričnega dela je preizkusiti ter potrditi ali ovreči zgoraj navedene hipoteze. Uporabili smo nekaj pravih GML datotek. Začeli smo preverjati količino prostora, ki jih zavzamejo GML datoteke, z uporabo različnih odjemalcev. Z uporabo Deegree za razmnoževanje GML datoteke o podatkih gospodarske javne infrastrukture, smo dobili datoteko z 7,277,798 bajti, medtem ko OpenJUMP, ki uporablja isto bazo podatkov, proizvede GML datoteko z 15,201,715 bajti. Ker so prostori, ki jih uvaja OpenJUMP brez pomena in proizvajajo izgubo komprimiranega razmerja, smo se odločili, da jih bomo odstranili (kar je ekvivalentno uporabi Deegree za doseg GML datotek). Sledilo je komprimiranje datotek, rezultati so prikazani v preglednici 32. V preglednici 33, stolpca 1 in 2 kažeta ime in velikost datoteke brez presledkov. Stolpec 3 predstavlja odstotek velikosti datoteke, zasedene s koordinatami. Prostor, zaseden s koordinatami se dramatično spremeni, glede na kompleksnost oblike prostorskega objekta, vključenega v GML datoteko.

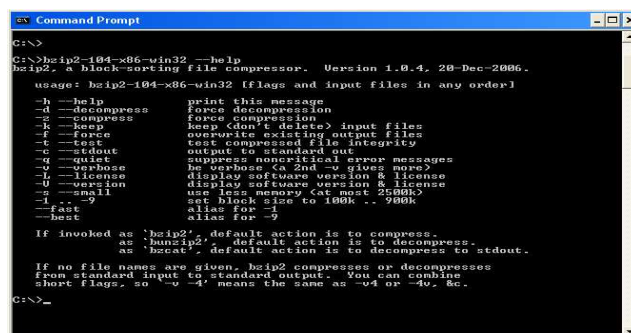
Vse GML datoteke so bile komprimirane z različnimi komprimatorji, za raziskavo smo uporabili orodja komprimiranja za splošen namen, tako imenovane tekst komprimatorje in končno, komprimiranja narejene posebej za komprimiranje datotek zasnovanih na XML strukturi.

Kot generalno namenske komprimatorje smo vključili slovarsko osnovan komprimator gzip, enega najbolj pogosto uporabljenih komprimatorjev, bzip2, ki je osnovan po BWT transformaciji, in aritmetični komprimator narejen za uporabo znakov kot simbolov. Uporabili smo tudi besedno osnovane in byte orientirane statistične komprimatorje Plain Huffman (PH), Huffman osnovan komprimator in End Tagged Dense Code (ETDC), manj zmogljiv, ampak hitrejši in lažji za izvedbo, ki je komprimator iz družine (Dense family). Končno, vključili smo SCMPPM, ki je prilagoditev dobro znanega napovedanega komprimatorja PPM, specifično prilagojenega za komprimiranje XML datotek.

Gzip je relativno novo orodje v UNIX sistemu, ki skrči datoteko. Prej je bil namesto gzipa uporabljen ukaz compress. Gzip datoteke so GZ datoteke, ki ne morejo vsebovati mnogovrstnih datotek. Gzip (compress) vsebuje vedno samo eno datoteko. Winzip ravna z Gzip obliko enako kot z Zip datotekami, tako da ni potrebno vedeti podrobnosti in

zagotavljati pripomočkov za dodajanje in kreiranje datotek v tej obliki. Winzip ne zahteva zunanjih programov, ko se kreira datoteke v tej obliki.

Bzip2 je brezplačni in odprtokodni algoritem za komprimiranje podatkov brez izgube informaciji. Program je razvil Julian Seward. Prva prava javna verzija 0.15 je bila predstavljena v juliju 1996. Komprimatorjeva stabilnost in popularnost je rasla skozi leta, tako da je Seward leta 2000 objavil verzijo 1.0. Trenutno stabilna verzija je 1.0.4, izdana 20. decembra 2006. Bzip2 komprimira datoteke bolje od tradicionalnega gzip-a. Je samo podatkovni komprimator in ne arhivar. Program nima sposobnosti množenja datotek, enkripcije ali arhiviranja. V veliki večini primerov prekaša algoritme LZMA in PPM v pogledu absolutne komprimirane učinkovitosti.



```
C:\>
C:\>bzip2-104-x86-win32 --help
bzip2, a block-sorting file compressor.  Version 1.0.4, 20-Dec-2006.
usage: bzip2-104-x86-win32 [flags and input files in any order]
-h --help                print this message
-d --decompress          force decompression
-c --compress            force compression
-k --keep                keep (don't delete) input files
-f --force               override existing output files
-C --test                test compressed file integrity
-o --stdout              output to standard out
-q --quiet               suppress noncritical error messages
-v --verbose             be verbose (a and v gives more)
-l --license             display software version & license
-s --small               use less memory (at most 2500k)
-i --input               set block size to 100k -- 900k
-t --fast                alias for -f
-h --help                alias for -h

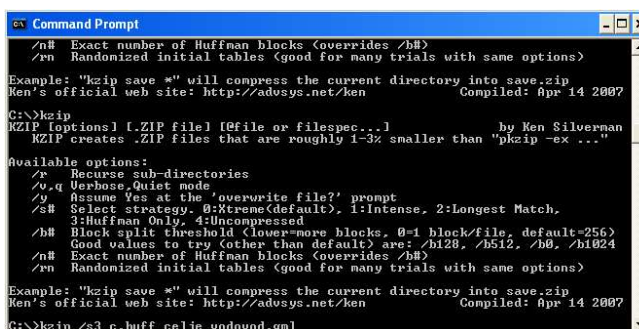
If invoked as 'bzip2', default action is to compress.
as 'bunzip2', default action is to decompress.
as 'bzcat', default action is to decompress to stdout.

If no file names are given, bzip2 compresses or decompresses
from standard input to standard output.  You can combine
short flags, so -v -f means the same as -v -f, etc.
C:\>
```

Slika 49: Primer uporabe bzip2

Picture 49: Bzip2 case of use

Kzip je razvil Ken Silverman, mlad ameriški programer in ga objavil na svojih spletnih straneh 13. 5. 2006, končno verzijo je predstavil 14. 4. 2007. Je brezplačni in odprtokodni algoritem za komprimiranje podatkov brez izgube informaciji, temelji na PKZIP ter ponuja možnost kopriranja v čisti huffmanovi kodi. Lahko ga uvrstimo med tako imenovane DOS komprimatorje (command line). Programček ne ponuja dekomprimiranja, vendar lahko arhivirane podatke beremo in dekompiriramo z vsemi programi, ki omogočajo branje zip datotek (pkzip, unzip, 7zip, WinRAR, WinACE ...). Ponuja več opcij, pod opcijo /s najdemo huffmanovo kodiranje, ki smo ga uporabili v našem primeru.



```
Command Prompt
/n# Exact number of Huffman blocks (overrides /b#)
/rn Randomized initial tables (good for many trials with same options)
Example: "kzip save *" will compress the current directory into save.zip
Ken's official web site: http://advsys.net/ken Compiled: Apr 14 2007
C:\>kzip
KZIP options: [L:ZIP file] [F:file or filespec...] by Ken Silverman
KZIP creates .ZIP files that are roughly 1-3% smaller than "pkzip -ex ..."
Available options:
/r Recurse sub-directories
/v,q Verbose, Quiet mode
/y Resume Yes at the 'overwrite file?' prompt
/s# Select strategy. 0:Extreme (default), 1:Intense, 2:Longest Match,
3:Huffman Only, 4:Uncompressed
/b# Block split threshold (lower=more blocks, 0=1 block/file, default=256)
Good values to try (other than default) are: /b128, /b512, /b0, /b1024
/n# Exact number of Huffman blocks (overrides /b#)
/rn Randomized initial tables (good for many trials with same options)
Example: "kzip save *" will compress the current directory into save.zip
Ken's official web site: http://advsys.net/ken Compiled: Apr 14 2007
C:\>kzip /s3 c:\huff celje_vodovod.gml
```

Slika 50: Primer uporabe kzip
Picture 50: Kzip case of use

Algoritem SCMPPM sta oktobra leta 2005, razvila dr. James Cheney iz Univerze v Edinburgu (University of Edinburgh) in dr. Joaquin Adiego iz Univerze v Valladolidu (Universidad de Valladolid). Algoritem je distribuiran samo v GNU izvorni kodi. Lahko ga poganjamo v WinXp operacijskem sistemu samo z uporabo zadnje verzije programa Cygwin, ki omogoča navidezno okolje Linux na operacijskem sistemu WinXP. GCC je tradicionalno ime za GNU (odprtokodno programsko opremo) C++ kompilator oziroma sestavljalec podatkov (C++ compiler), ki se ga poganja v operacijskem sistemu Linux. V našem primeru smo poganjali scmppm 0.93.3 algoritem za komprimiranje XML/GML datotek, razvitega v odprtokodnem Linux operacijskem sistemu z GCC verzijo 4.2.2., nastalo oktobra leta 2007.

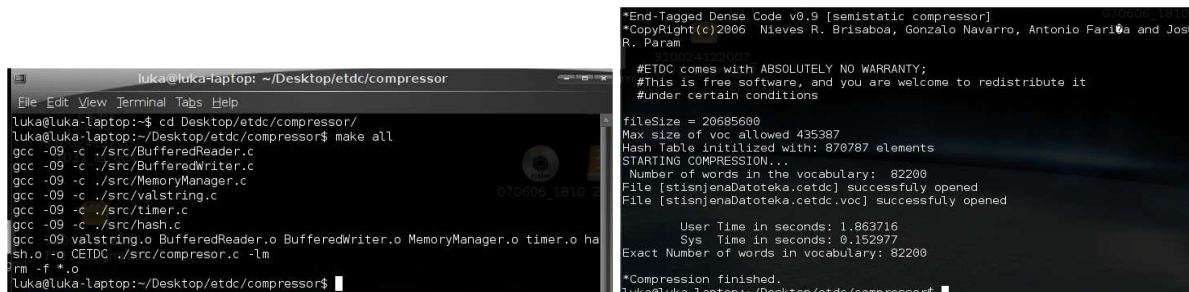


```
luka@luka-server: ~/Desktop
File Edit View Terminal Tabs Help
luka@luka-server:~/bin$ ./scmppm /media/KINGSTON/magisterij/GML_Celje/3100241220_07_1031_ILL.gml ../Desktop/stisnjenoScmppm
```

Slika 51: Primer ukazne vrstice scmppm algoritma
Picture 51: Command line of scmppm algorithm

ETDC (End Tagged Dense Code) so razvili skupaj z SCDC (s,c Dense Code) leta 2003 in izpopolnjevali do leta 2007 štirje raziskovalci, in sicer dr. Gonzalo Navarro iz Univerze v Čilu, oddelka za računalniške znanosti (Department of Computer Science (DCC), University of Chile) ter dr. Nieves R. Brisaboa, dr. José R. Paramá, dr. Antonio Fariña iz Univerze v La Coruniji, Fakultete za informatiko (Univ. da Coruna, Facultade de Informatica). Algoritem oziroma program je še vedno v fazi razvoja, zato je na voljo le prototip omenjenega komprimatorja. ETDC omogoča komprimiranje vhodne tekstovne datoteke od, 30 do 35 odstotkov. Algoritem je zelo hiter in v nekaterih primerih celo prekaša gzip ima veliko

prednost pred ostalimi algoritmi in sicer omogoča iskanje posameznih nizov v komprimirani datoteki hitreje kot v nekomprimirani. Komprimirali smo s pomočjo Linuxa in GCC.



Slika 52: Primer uporabe GCC ter podajanja statistike ETDC komprimiranja

Picture 52: GCC case of use and overview of EDDC compression statistic

Povsem identičen postopek ter programska oprema, kot je prikazana na uporabi algoritma scmppm in ETDC, je bila uporabljena pri aritmetičnem ter PH (plain huffmanovega) algoritmu.

Preglednica 32: Komprimiranje brez in z presledki na primeru GML datoteke (310024122007_1031_ITL.gml)

Table 32: Removing and without removing spaces GML compression (310024122007_1031_ITL.gml)

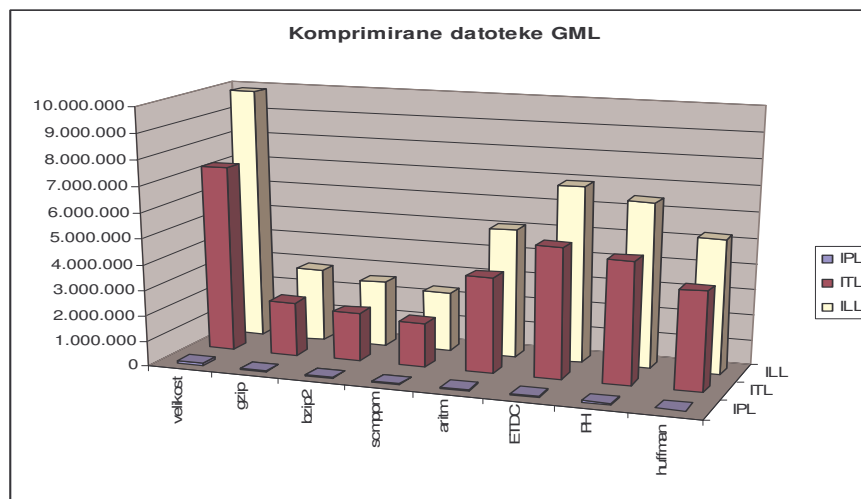
Osnovni podatki		Komprimiranja (v bajtih)						
datoteka	velikost	gzip	bzip2	scmpp.	aritm.	ETDC	PH	huffm.
OpenJUMP	15.201.715	2.458.677	1.927.875	1.863.672	5.624.018	5.415.450	5.234.953	5.743.406
Deegree	7.277.798	2.123.661	1.898.434	1.728.402	3.728.963	5.076.083	4.752.050	3.842.085

Preglednica 33: Komprimiranje brez presledkov (GML datoteke celjskega vodovoda)

Table 33: Compression of spaceless GML file (Celje water supply)

Osnovni podatki			Komprimiranja (v bajtih)						
datoteka	velikost	%	gzip	bzip2	scmppm	aritm.	ETDC	PH	huffma.
ILL	9.903.199	36	2.887.753	2.583.177	2.341.907	5.071.154	6.907.235	6.464.310	5.227.084
ITL	7.277.798	31	2.123.661	1.898.434	1.728.402	3.728.963	5.076.083	4.752.050	3.842.085
IPL	85.131	34	24.541	22.207	20.218	43.419	59.376	55.586	44.942

Preglednica 34: Primerjava posameznih algoritmov komprimiranja
Table 34: Comparison of compression algorithms



Primerjava vseh tehnik komprimiranja brez kakršne koli modifikacije vhodne GML datoteke je prikazana v preglednici 32. Kot je razvidno lahko potrdimo osnovno hipotezo, da lahko posamezne GML značilnosti, izkoristimo za povečanje stopnje komprimiranosti, tu predvsem mislimo na odstranitev prostor v GML datotekah.

Preglednica 33 kaže razmerja komprimiranja, dosežena z različnimi tehnikami komprimiranja, vključenimi v nalogo (stolpci 4 - 10). Komprimiranja za splošen namen gzip in bzip2 dosegata dobro razmerje komprimiranja, med 20 % in 30 %. Zaključimo lahko, da imajo tekst komprimatorji težave z GML datotekami, saj koordinate niso stisljive s temi komprimatorji. Najboljši rezultati so dobljeni s SCMPPM, čeprav ne posveča posebne pozornosti koordinatam. Hipoteza, da je frekvenca besed distribuirana v GML datotekah zelo različna od tipičnih naravnih jezikovnih dokumentov, in da bo taka vrsta komprimatorja dosegla zelo slabo komprimirano razmerje se je potrdila. Dejstvo je, da bi ETDC in PH prišla bližje komprimiranemu razmerju SCMPPM, če bi upoštevali strategijo za izboljšanje komprimiranja, ki govori o koordinatnih razlikah.

7 ZAKLJUČKI

Naloga predstavlja rezultate interoperabilnosti podatkov, prednosti GML in njegovega mehanizma za interoperabilnost podatkov, ki jih nosi. Naloga podaja predlog rešitve sistema zaščite infrastrukture pred poškodbami, kot se je izoblikoval na primerih dobre prakse v tujini, podaja predloge za uspešno nadgradnjo sistema ter končno preko empiričnega dela komprimiranja zagotavlja najboljšo možno rešitev komprimiranja datotek GML pri prenosu k uporabniku. Komprimiranje je izredno pomembno za uspešno spletno interoperabilno GIS bazo podatkov ter predvsem za hitro prenašanje zahtevanih podatkov. Preprosta GML osnovana baza podatkov je narejena in sestavljena kot primer, da bi pokazala interoperabilnost GML baz podatkov. JUMP programska oprema je ena izmed mnogih, ki jo lahko trenutno najdemo na spletu in služi kot grafični vmesnik za GML bazo podatkov. Kot dodatek smo preizkusili in prikazali rezultate pretvorbe GML v KML format, s pomočjo XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) ter uporabnost izbranega izmenjevalnega formata v spletnih GIS aplikacijah kot sta Google Earth in Geopedia.

Naloga v nadaljevanju analizira in ugotavlja interoperabilnost ZKGJI na treh nivojih, kot jo obravnava Evropski interoperabilnostni okvir (EIF - European Interoperability Framework). Slovenija je v četrtem poglavju Strategije informacijske družbe v Republiki Sloveniji (si2010), opredelila izzive in načela delovanja pri razvoju interoperabilnosti. Glavno načelo delovanja je, da bo Slovenija podpirala vzpostavljanje interoperabilnosti pri razvoju izdelkov in storitev informacijske družbe v skladu z EIF, vključno z razvojem in uporabo odprtih standardov. Glavnemu načelu razvoja in uporabe odprtih standardov poizkušamo razvijalci ZKGJI slediti v smislu definiranja pravičnega izmenjevalnega formata, zagotavljanja informacijske infrastrukture ter uporabe odprtih standardov. Na tem mestu lahko potrdimo hipotezo, ki je bila postavljena in sicer, da je ZKGJI prek spletnih servisov in izmenjevalnega formata GML interoperabilen na vseh treh nivojih: organizacijskem, semantičnem in tehničnem. Tehnični vidik interoperabilnosti ne predstavljajo samo spletno storitev, ki je opisana, ampak tudi ostale storitve. Storitve smo v nalogi delili, na vpogledovalni, posredovalni, realizacijski in avtomatični nivo. S vpogledovanjem in nastavitvijo spletnega

servisa je izpolnjen trenutno najzahtevnejši nivo tehnične interoperabilnosti (avtomatski novi).

Študija primera kaže, da je lahko GML interoperabilna baza podatkov predstavljena kot SVG prikaz, ki je visoko kvaliteten in resolucijsko neodvisen, na uporabniku prijaznem vmesniku. Baza podatkov je lahko dostopna in omogoča povpraševanje v realnem času prek WFS serverja, ki je dostopen prek svetovnega spleta. Osnovne GIS funkcije, priskrbljene prek programske opreme JUMP, kot so povečevanje/pomanjševanje, označevanje in povpraševanje, se lahko povsem preprosto izvajajo.

Kot interoperabilen standard, nam GML dovoljuje, da zapolnimo praznine med različnimi viri podatkov, prodajalci, bazami podatkov in formati. Baza podatkov, predstavljena v nalogi, lahko komunicira z ostalimi bazami podatkov preko GML izmenjevalnega formata. GML lahko da uporabnikom možnost, da enostavno in dinamično objavijo in izmenjujejo podatke v odprtem, nelastniškem industrijsko standardnem formatu na spletu. Na ta način maksimizirajo ponovno uporabo geoprostorskih podatkov in eliminirajo dolgo trajajočo pretvorbo podatkov in zmanjšajo stroške, ki so s tem povezani. Kvaliteten in barvni SVG prikaz, ki je pretvorjen iz GML osnovane baze podatkov, kaže lepo priložnost za uporabnike, ker lahko izboljša javnosti dostopnost do obstoječih podatkov. GML obljublja, da bo vodil vznemirljivo interoperabilno prihodnost preko online interaktivnih spletnih zemljevidov in prostorskih spletnih podpor. Potrebno je opozoriti, da je razvoj podpornih programskih sistemov za GML baze podatkov še vedno v začetni fazi, prednosti GML osnovanih baz podatkov še niso v popolnosti prikazane.

Kot nov interoperabilni pristop ima GML še vedno nekaj omejitev. GML ni namenjen reševanju vseh geo-procesnih interoperabilnih problemov. GML je v primerjavi z ostalimi izmenjevalnimi formati nekoliko večji, še vedno pa ne more v celoti rešiti problema pomenske interoperabilnosti. Na primer, GML daje uporabnikom možnost, da ustvarijo aplikacijske sheme za oblikovanje njihovih podatkov, toda različni uporabniki (tj. dobavitelj podatkov) lahko uporabijo različna imena, da predstavijo isto lastnost, primer: en uporabnik se odloči, da bo ustvaril GML shemo s standardizirano funkcijo (lastnost, značilnost) "graditve", medtem ko se drug uporabnik odloči uporabiti njemu lastno "hišno" funkcijo

(lastnost, značilnost) za identično stvar. Na ta način mora drug uporabnik poznati shemo, ki jo je ustvaril prvi uporabnik, da lahko integrira podatke prvega uporabnika v njegove. Brez poznavanja shem, uporabniki ne morejo v celoti razumeti kaj predstavlja GML. Resnična interoperabilnost podatkov je zagotoviti nevidno komunikacijo med oddaljeno GIS bazo podatkov, brez da bi imeli predhodno znanje pomena besed. Resnična interoperabilna GIS baza podatkov bi morala zagotoviti transparentno komunikacijo pri modelu podatka in aplikacijah na nivoju semantike (Bishr, 1998).

Doprinos znanosti je predlog vzpostavitve sistema za zaščito infrastrukture, ki bi lahko deloval Sloveniji in bi bil trenutno edinstven v Evropi. S tem sistemom bi lahko zmanjšali možnost poškodb infrastrukture. Predlog samega sistema je razdelan v poglavju 3.7. Vsa izmenjava podatkov lahko zaradi tega poteka zgolj med izvajalci posegov v prostor in Geodetsko upravo, ki vodi zbirni kataster GJI (seveda ob predpostavki, da je zbirni kataster popoln. Za popolnost in natančnost pa so odgovorni lastniki GJI). Za izmenjavo podatkov bi poskrbela geografska interoperabilna baza podatkov zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture (WFS) prek GML izmenjevalnega formata, kot je definirana v tej nalogi. Uporabniki storitve pa bi lahko zahtevali tudi pisno potrdilo oziroma dokument. Eno od ključnih vprašanj, ki se pojavlja, kako najhitreje prenesti ogromno količino podatkov, ki jih predstavlja GML izmenjevalna datoteka do uporabnika. Ključ rešitve leži v kvalitetnem komprimiranju predmetnih datotek.

7.1 Zaključek empiričnega dela komprimiranja

Doprinos znanosti lahko predstavimo kot rezultate hipotez, ki smo jih postavili v nalogi. Rezultati komprimiranja kažejo, da moramo posvetiti pozornost posameznim značilnostim (karakteristikam) GML datotek glede na zmožnost komprimiranja. Ideje, so le prvi približek problemu, očitno morajo biti izboljšani, še posebno učinkovitost komprimiranja in dekomprimiranja. Po drugi strani je GML datoteka avtomatično proizvedena s programskimi moduli (po možnosti prilagojenimi WFS standardom) in je tako lahko avtomatično prebrana z drugimi programskimi moduli (kot tistimi, ki sledijo WMS standardu). Preizkusili smo več algoritmov komprimiranja GML datoteke (gzip, bzip2, SCMPPM, ETDC, PH ...). Najbolje

se odnese, povsem svež algoritem SCMPPM, čeprav ne posveča posebne pozornosti koordinatam. Pri upoštevanju strategije za izboljšanje komprimiranja, ki govori o koordinatnih razlikah, bi verjetno algoritma ETDC in PH, prišla bližje komprimiranemu razmerju SCMPPM.

Mislimo, da bi bilo priročno razviti aplikacije, ki vključujejo WFS ali WMS standarde in komprimirajo, to je stiskajo posamezne GML že pred prenosom k uporabniku. To, pomeni da je GML datoteka vira lahko komprimirana s primernim algoritmom, in preden je taka zgoščena datoteka zagotovljena kot vhodna GML datoteka na strani uporabnika, ga modul za dekomprimiranje lahko dekomprimira, da bi zagotovil informacije v naravni (preprosti) obliki.

Še ena raziskovalna veja, kateri bi bilo nujno posvetiti del našega časa, je možnost iskanja posameznih nizov oziroma vzorcev direktno v komprimiranem tekstu. Tega problema se je lotilo v naravnem jeziku več raziskovalcev, poraja pa se vprašanje, kako se odziva GML komprimirana datoteka. GML predstavlja prostorske objekte, kjer lahko različne aplikacije izkoristijo možnost iskanja direktno v GML komprimiranih datotekah, če seveda algoritem komprimiranja to omogoča. Kakorkoli, iskanje znotraj komprimirane GML datoteke vključuje nove omejitve in znaki niso prikazani v običajni formi.

Verjamemo, da to delo odpira novo vidike z novimi izzivi raziskovalnega polja komprimiranja in interoperabilnosti. Komprimiranje GML datotek ima različne omejitve in možnosti, ki niso prisotne v komprimiranju drugih vrst datotek, kot npr. tekst, video, rastrske slike in glasba. V prihodnosti bodo verjetno GML aplikacije pritegnile več in več pozornosti raziskovalcem algoritmov komprimiranja, kar bi lahko imelo pozitivne učinke na nadaljnji razvoj dobrih algoritmov komprimiranja.

POVZETEK

Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (ZKGJI) je, oziroma bo postala ena od najpomembnejših evidenc za učinkovito upravljanje s prostorom tako na državni, ko tudi na lokalni ravni Geodetska uprava je na osnovi prostorske zakonodaje, ki je stopila v veljavo leta 2003, v preteklih letih pričela z vzpostavitvijo zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture, katerega prvotni osnovni cilj je bil zbir podatkov iz vseh katastrov gospodarske javne infrastrukture (GJI), za katere so zadolženi upravljavci GJI, z namenom, da se na enem mestu zberejo podatki, ki bodo omogočili pregled nad stanjem v prostoru in bodo predvsem informacija o zasedenosti prostora, ki je predpogoj za kvalitetno načrtovanje, vodenje in vzdrževanje. Zbirni kataster GJI predstavlja okolje, v katerem se srečujejo uporabniki in lastniki podatkov, ki na podlagi določenih postopkov posredujejo podatke v zbirni kataster GJI ali dostopajo do podatkov v zbirnem katastru GJI. V širšem smislu zbirni kataster GJI ni le tehnična rešitev, zbirka podatkov ali aplikacija, ampak celoten organizacijski model, katerega namen je zagotavljati pogoje za uspešno evidentiranje in posredovanje podatkov o objektih GJI. V poglavju 2 je dokaj nazorno in podrobno prikazan zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture, njegove pravne podlage, organizacijski model, postopkovni model, podatkovni model, informacijski model ter posamezni prevzemi podatkov za lastnike infrastrukture in javno upravo.

Naloga podaja predlog rešitve sistema zaščite infrastrukture pred poškodbami, kot se je izoblikoval na primerih dobre prakse v tujini. V poglavju 3 so predstavljene vse trenutno poznane dobre prakse v tujini. Večina držav se odloča za vzpostavitev klicnih centrov »Call before you dig« kot osnovo sistema za zaščito infrastrukture (Združene države Amerike, Kanada, Danska, Nizozemska ...). Nizozemska je do sedaj edina država, kjer so se lotili evidentiranja stvarno pravnih pravic na podzemni infrastrukturi in bi lahko služila kot dober zgled. Za razliko od tujine imamo v Sloveniji sistem centralnega zbiranja podatkov o infrastrukturnih napravah in objektih, kar je po našem mišljenju velika prednost. Seveda pa podatki glede na popolnost in lokacijsko natančno ter usklajenost z drugimi podatki (podatki zemljiškega katastra), ne morejo v popolnosti nadomestiti označitve poteka objektov in naprav na terenu.

Interoperabilnost ali medopravilnost (interoperability) je izraz, ki ga v vsakdanjem življenju redko srečamo, čeprav bi bilo naše življenje bistveno drugačno, če interoperabilnosti ne bi bilo. Iz lastnih izkušenj vemo, kakšne težave nam povzročijo drugače oblikovane vtičnice, drugačna napetost v električnem omrežju ali drugačna smer vožnje. Interoperabilnost v teh primerih očitno ni dosežena. Formalno lahko interoperabilnost na podlagi EIF obravnavamo na treh nivojih in sicer na organizacijskem, semantičnem in tehničnem nivoju. Problematiko interoperabilnosti zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture nam odkriva poglavje 4. Rezultati naloge so v interoperabilnosti podatkov, prednosti GML in njegovega mehanizma za interoperabilnost podatkov, ki jih nosi.

Preko empiričnega dela komprimiranja, ki ga obravnava poglavje 6, ugotavljamo najboljšo možno rešitev komprimiranja datotek GML pri prenosu k uporabniku. Komprimiranje je izredno pomembno za uspešno spletno interoperabilno GIS bazo podatkov ter predvsem za hitro prenašanje zahtevanih podatkov. Preprosta GML osnovana baza podatkov je narejena in sestavljena kot primer, da bi pokazala interoperabilnost GML baz podatkov. Kot dodatek smo preizkusili in prikazali rezultate pretvorbe GML v KML format, s pomočjo XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) ter uporabnost izbranega izmenjevalnega formata v spletnih GIS aplikacijah kot sta Google Earth in Geopedia. V samem zaključku naloge podajamo možne rešitve in se hkrati spogledujemo s prihodnostjo zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture.

SUMMARY

Consolidated cadastre of public infrastructure (ZKGJI) will become one of the most important evidences for an effective space management on a national as well as on a local level. Based on a 2003 space legislation, the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia started to reestablish the ZKGJI, which has for a primary purpose is the collection of the data, with a purpose of collecting the data on one place which will thus enable the overlook of the state of the space and will be used as an information about to what extent the space is occupied, which is a predisposition for a quality planning, managing and maintenance. ZKGJI represents an environment in which the users and owners of data are met. These on a basis of certain procedures forward the data into ZKGJI or access to data in ZKGJI. In a broader sense ZKGJI is not only a technical solution, database or an application but also a whole organizational model with a purpose of a successful supervision and forwarding of data in GJI objects. In the second chapter the ZKGJI is clearly demonstrated, as well as its organizational model, data model, procedural model, information model and single data collections for owners of an infrastructure and public administration.

The assignment represents the solutions of the infrastructure protection from damages (as proved from good practice from abroad). Chapter 3 gives all currently good practices from abroad. Most of the countries decides to establish call centre »call before you dig« as a basis for infrastructure protection (USA, Canada, Denmark, The Netherlands...). The Netherlands is the only country so far to keep a record of legal rights on underground infrastructure, and could serve as a good example. The establishment of »call before you dig« would have been sensible in a case where the studies proved the right of its establishment. The main question is the financing of the service. Unlike foreign countries there is a central collection of data about infrastructural devices and objects in Slovenia, which is a big advantage. However, regarding entireness and local accuracy, the data cannot replace the mark of a course of objects and devices on field in full.

Interoperability is a term rarely used in everyday life. But, our lives would be very different if there was no interoperability. We know from our personal experience what problems cause

differently shaped plug holes, different voltage or a different driving direction. Interoperability is obviously not achieved in these cases. Interoperability can be, based on EIF, formally treated on 3 different levels: organizational, semantic and technical. The problems of the interoperability of ZKGJI is shown in chapter 4. the results of the assignment are in the interoperability of data, the advantages of GML and its mechanism for interoperability of the data it carries.

Through the empirical part of compressing, which is shown in chapter 6, we have found the best possible compression of GML files whilst transferring to the user. Compressing is extremely important for a successful web - interoperable GIS database, and furthermore for a quick transfer of demanded data. A simple GML database is made as an example to show the interoperability of GML databases. As an extra we have tested and shown the results of the transformation from GML to KML format with a help of XSLT and usefulness of the chosen exchange format in web GIS applications such as Google Earth and Geopedia. In the conclusion we give possible solutions and at the same time we face the future of consolidated cadastre of public infrastructure.

VIRI

Strokovne publikacije in učbeniki:

Alert, S., 1999. Information Systems. New York, A management perspective, 3rd edition. Addison-Wesley Educational Publishers Inc.

Alesheikh, A. A., Mohammadi, E., Aien, A., Mohammadi, H., 2006. Developing an internet-GIS application using GML technology. Tehran, Iran., Faculty of Geodesy and Geomatics Eng., Toosi University of Technology.

Alias Abdul Rahman, A.A., 2005. Developing three-dimensional (3D) topological model for 3D GIS. Project report, Johor Bahru, Faculty of Geoinformation Science and Engineering, Universiti Teknologi Malaysia.

Antoniou, B., Tsoulos, L., 2006. The potential of XML encoding in geomatics converting raster images to XML and SVG. Computers & geosciences, 32: str. 184-194.

Arctur, D., Hair, D., Timson, G., Martin, E.P., Fegeas, R., 1998. Issues and prospects for the next generation of the spatial data transfer standard (SDTS). Geographical Information Science, 12: str. 403-425.

Ažman, I., 2006. Vzpostavitev slovenske podatkovne infrastrukture. Magistrska naloga, Ljubljana, Ekonomska fakulteta, Univerza v Ljubljani.

Bertolotto, M. and Egenhofer, M. J., 2001. Progressive Transmission of Vector Map Data over the World Wide Web. GeoInformatica, 5: str. 345-373.

Bishr, Y., 1997. Semantic Aspects on Interoperable GIS. Doktorska disertacija. Enschede, ITC Publication Series, 56.

Bishr, Y., 1998. Overcoming the semantic and other barriers to GIS interoperability. Geographical Information Science, 12: str. 299-314.

Bratko, A., 2003. Hiarhično razvrščanje elektronske pošte z metodami strojnega učenja. Diplomaska naloga, Ljubljana, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani.

Bric, V., Brnot, M., Oven, J., 2005. 50. fotogrametrični teden v Stuttgartu. Ljubljana, Geodetski vestnik, 50: str. 606-609.

Brisaboa, N. R., Farina, A., Luaces, M., Luaces, J.R., 2005. On the compression of Geography Markup Language. Database Lab., La Coruna, Facultade de Informatica, Univ. da Coruna

Brisaboa, N. R., Farina, A., Navarro, G., Parama, J. R., 2006. Lightweight natural language text compression. Database Lab., La Coruna, Facultade de Informatica, Univ. da Coruna.

Buelher, K., McKee, L., 1996. Introduction to Interoperable Geoprocessing. The OpenGIS Guide, Open GIS Consortium.

Chen, Y., Gong, J., Jia, W., Zhang, O., 2005. XML-based spatial data interoperability on the internet. HuBei, State Key Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing. Wuhan University.

Choicki, J., 1999. Constraint-based Interoperability of Spatiotemporal Databases. Geoinformatica, 3: str. 211-243.

Clemens, I., 2002. The Elegance of XML-based Mapping Proceedings. Chicago, URISA 2002 Annual Conference and Exposition Chicago: str. 320-324.

Čeh, M., 2002. Analiza geodetskih poslovnih zbirk za potrebe kmetijstva. Doktorska disertacija, Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani.

Devogele, T., Parent, C., Spaccapietra, S., 1998. On spatial database integration. Geographical Information Science, 12: str. 335-352.

De Vries, M., Zlatanova, S., 2004. Interoperability on the Web: the case of 3D geo-data, Avila, Proceedings of the IADIS International Conference e-Society 2004.

Demšar, J., 1997. Stiskanje podatkov. Ljubljana, Monitor, 7: str. 136-139.

Demšar, J., 1998. Stiskanje podatkov (2). Ljubljana, Monitor, 8: str. 130-132.

Dickmann F., 2001. Web-Mapping und Web-GIS. Braunschweig, Westermann Schulbuchverlag GmbH.

Dobnikar, A., 2006. Osnove teorije informacije. Učno gradivo, Ljubljana, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani.

Gong, J., Shi, L., Du, D., A. Deby, R., 2004. Technologies and standards on spatial data sharing. Commission IV, WG IV/2.

Holzner, S., 2001. Indianapolis, Inside XML. New Riders Publishing – First edition.

Jurič, M., 2002. Zakaj spletne storitve niso zgolj novi komponentni model. Zbornik konference, Maribor, Objektna tehnologija v Sloveniji.

Jurič, M., Pušnik, M., 2005. Sklad tehnologij za spletne storitve. COTL, Maribor, Časopis centra za objektno tehnologijo, 8.

Khalifa, W. J., 1997. Dynamic planning using GIS: The Kuwait experience. Kuwait Master Plan.

Kukec, A., 2005. Sažimanje informacija. Raziskovalna naloga, Zagreb, Zavod za telekomunikacije, Sveučilište u Zagrebu.

Kvamme, K., Oštir, K., Stančič, Z., Šumrada, R., 1997. Geografski informacijski sistemi. Ljubljana, ZRC SAZU: str 473.

Lake, R., 2001. The hitchhiker's guide to the new web mapping. GEOEurope, 10: str. 32-35.

Laurini, R., 1998. Spatial multi-database topological continuity and indexing: a step towards seamless GIS data interoperability. Geographical Information Science, 12: str. 373-402.

Lavbič, D., Krisper, M., 2005. Semantika podatkov in ontologije. Ljubljana, Uporabna informatika, 13.

Lehto, L., Kähkönen, J., Sarjakoski, T., Sarjakoski, T., 2002. Multi – purpose publishing of geodata in the Web, Geoinformatics, 5.

Levine, J., Kay, D., 1992. Graphics file formats. Liverpool, Windcrest Books, an imprint of TAB Books.

Liberty, J., Kralej, M., 2000. XML web documents from scratch. Indianapolis, Que Corporation – First edition.

Limp F., 2001. User needs drive web mapping product selection. GEOEurope, 3: str. 40–46.

Limur, T., 2002. Kuwait Utility Management System (KUDAMS). Tokyo, Asia Air Survey.

Lipej, B., 2007. Strategija informacijske družbe v Republiki Sloveniji. Ljubljana, Geodetski vestnik, 51: str. 628- 630.

Nelson, M., 1996. LZW Data compression. Dr. Dobb's Journal, 10-14: str 62-75.

Martinez, A. F., 2005. New compression codes for text databases. La Coruna, Departamento de Computacion, Facultade de Informatica, Univ. da Coruna.

Meneghello, M., 2001. XML (eXtensible Markup Language): The New Language of Data Exchange, Cartography, 30.

Mlinar, J., 2005. Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture. Ljubljana, Geodetski vestnik. 49: str. 446- 448.

Mlinar, J., Grilc, M., Mesner, A., Puhar, M., Bovha, D., 2006. Vzpostavitev sistema evidentiranja gospodarske javne infrastrukture – ponovni izziv za geodezijo (Setting up public infrastructure records – a renewed challenge for geodesy). Ljubljana, Geodetski vestnik 50: str. 238-247.

Muhlbauer, K. W., 2004. Pipeline Risk Managment Manual 3rd Edition. Elsevier/Gulf Professional Publishing.

Murray, D. in Chow, J. C., 2002. GML User Perspectives. Chicago, Proceedings of URISA 2002 Annual Conference and Exposition: str. 324-332.

Noronha, V., 2000. Towards ITS Map Database Interoperability - Database Error and Rectification. GeoInformatica, 5: str. 345 -373.

Pahor, D., Drobnič, M., 2002. Leksikon računalništva in informatike, Ljubljana, Založba Pasadena.

Pavešič, N., 1997. Informacija in kodi. Ljubljana, Založba FE in FRI, Univerza v Ljubljani.

Peng, Z.-R., Tsou, M.-S., 2003. Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks, John Wiley & Sons.

Petek, M., Veršič, A., 2006. Spletne storitve Agencije Republike slovenije za okolje s pomočjo geografskih informacijskih sistemov. Ljubljana, Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2005-2006, Znanstveno raziskovalni center Slovenske akademije za znanost in umetnosti.

Petek, T., 2006. Infrastruktura za prostorske informacije v Evropski Skupnosti (INSPIRE). Ljubljana, Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2005-2006, Znanstveno raziskovalni center Slovenske akademije za znanost in umetnosti.

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

Puhar, M., 2008. Geoinformacijska infrastruktura in dostopnost podatkov javne uprave. Magistrska naloga, Ljubljana, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani.

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

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

Rutar, R., 2008. Nov koordinatni sistem D/96TM. Ljubljana, Klik, revija za kreativno računalništvo, 5: str. 40-41.

Salomon, D., 2000. Data Compression - The Complete Reference Second Edition. New York, Springer Verlag.

Sayar, A., Pierce, M., Fox, G., 2004. OGC Compatible Geographical Information Systems Web Services. Bloomington, Indiana University Computer Science Department.

Shekhar, S., Vatsavai, R. R., Sahay, N., Burk, T. E., Lime, S., 2001. WMS and GML based interoperable web mapping system. Atlanta, Proceedings of the ninth ACM international symposium on Advances in geographic information systems: str. 106-111.

Silva, J., Fidalgo, R. N., Times, V. C., Barros, R. S. M., 2006. Towards a web service for geographic and multidimensional processing. Information. Recife, Information Technology Center – Federal University of Pernambuco, Cidade Universitária.

Smole, D., 2002. Geografski informacijski sistemi v porazdeljenih okoljih interneta in intraneta. Diplomsko naloga, Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani.

Stephan, E., Vckovski, A., Bucher, F., 1993. Virtual data set: an approach for the integration of incompatible data. Proceedings of Auto Carto 11, American Congress on Surveying and Mapping: str. 93-102.

Šarlah, N., 2004. Metodologija posodobitve denacionalizacijskih izkazov na izbranem primeru. Diplomsko naloga, Ljubljana, Fakulteta a gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani.

Šumrada, R., 2005a. Tehnologija GIS. Univerzitetni učbenik, Ljubljana, Fakulteta a gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani.

Šumrada, R. 2005b. Strukture podatkov in prostorske analize. Univerzitetni učbenik, Ljubljana, Fakulteta a gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani.

Tarnoff, P. J., 1998. Evolution or control. Traffic Technology International: str. 32-35.

Thompson R. J., Oosterom P. (2004). Interchange of Spatial Data – Inhibiting Factors. Delft, University of Technology.

Uitermark, H., 1996. The integration of geographic databases. Amsterdam, Proceedings of Second Joint European Conference, IOS Press: str. 92-95.

Vidiček, A., 2006. Nadgradnja mreže državnih cest z atributi za potrebe mrežnih analiz in navigacije. Diplomsko naloga, Ljubljana, Fakulteta a gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani.

Zhang C., Peng Z., Li W., Day M., 2003. GML-Based Interoperable Geographical Databases. Taipei, Institute of Information Science, Academia Sinica.

Yunqiang, Du., 2005. 3D Vizualization Of Urban Pipelines. Delft, Delft University of Technology..

Zakoni in predpisi:

Strategije razvoja informacijske družbe v Republiki Sloveniji (si2010):
[http://193.2.236.95/dato3.nsf/OC/0707011323466/\\$file/128v1_7.doc](http://193.2.236.95/dato3.nsf/OC/0707011323466/$file/128v1_7.doc) .

Stvarnopravni zakonik. Uradni list RS, št. 87/2002.

Zakon o graditvi objektov. Uradni list RS, št. 110/2002, 97/2003, Odl. US: U-I- 152/00-23, 41/2004, 45/2004, 47/2004, 62/2004, Odl. US: U-I-1/03-15.

Zakon o urejanju prostora. Uradni list RS, št. 110/2002, 8/2003 – popr. in 58/2003– ZZK-1.
Zakon o prostorskem načrtovanju /ZPNačrt/. Uradni list RS, št. 33/2007.

Pravilnik o katastru javnega komunikacijskega omrežja in pripadajoče infrastrukture. Ur.l.
RS, št. 56/2005 (64/2005 – popr).

Pravilnik o oskrbi s pitno vodo. Uradni list RS, št. 35/2006.

Pravilnik o vsebini in načinu vodenja zbirke podatkov o dejanski rabi prostora. Uradni list RS,
št. 9/2004.

Obvezno navodilo za vsebino in način poročanja o načinu izvajanja javne službe odvajanja in
čiščenja komunalnih odpadnih in padavinskih voda. Ministrstvo za okolje in prostor,
17.03.2006.

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

Zakon o upravljanju prometa - TMA (The Traffic Management Act):
www.opsi.gov.uk/acts/acts2004/20040018.htm.

Zakona o cestnih in uličnih delih iz leta 1991 –NRSWA (New Roads and Street Works Act
1991): www.opsi.gov.uk/ACTS/acts1991/Ukpga_19910022_en_4.htm.

Spletne strani:

Spletna stran Zbirnega katastra gospodraske javne infrastrukture:
www.gu.gov.si/si/delovnapodrocja_gu/projekti_gu/projekti_gji (20.06.2007).

Spletna stran Kaliopa-Celje d.o.o.-komunala: <http://celje.kaliopa.si/> (21.06.2007)

Spletna stran Geodetske uprave RS: www.gu.gov.si (13.02.2007).

Spletna stran Centralne evidence prostorskih podatkov (CEPP):
<http://193.2.110.244/gu/aplik/CEPP/index.jsp> (20.01.2008).

Spletna stran Danskega registra lastnikov podzemnih vodov (LER): www.ler.dk (08.01.2008).

Spletna stran Digidata d.o.o.: www.digidata.si (20.06.2007).

Spletna stran Geoserverja.: <http://geoserver.org/> (18.01.2008).

Spletna stran Igea d.o.o.: www.igea.si (20.06.2007).

Spletna stran Direkcije Republike Slovenije za ceste: www.drsc.si (08.03.2007).

Spletna stran Družbe za avtoceste RS: www.dars.si (20.03.2007).

Spletna stran Zavoda za gozdove: www.zgs.gov.si (25.3.2007).

Spletna stran programske opreme JUMP (JAVA Unified Mapping Platform): www.jump-project.org (11.10.2007).

Spletna stran deegree iGeoPortala (Wuppertal - Nemčija): <http://geoportal.wuppertal.de/> (13.09.2007).

Spletna stran Pokliči preden koplješ (Call before you dig): www.call811.com/ (09.01.2008).

Spletna stran online programa za transformacijo GML v KML format:
<http://members.home.nl/cybarber/geomatters/KmlGpxGmlTransform.hta> (08.01.2008).

Spletna stran programskega paketa deegree (deegree - Free Software for Spatial Data
Infrastructurer): <http://www.deegree.org/> (16.08.2007).

Spletna stran OGC: www.opengeospatial.org/ (21.6.2007).

Spletna stran Nacionalne skupine za podzemno gospodarsko infrastrukturo – NUAG (The
National Underground Assets Group): www.nuag.co.uk/ (01.07.2007).

Spletna stran Inštituta za gradbeništvo - ICE (Institution of Civil Engineers):
www.ice.org.uk/homepage/index.asp (03.07.2007).

Spletna stran Inštituta za geodezijo – ICES (Institution of Civil Engineering Surveyors):
<http://www.ices.org.uk/> (03.07.2007).

Spletna stran Nacionalnega združenje podjetji podzemne gospodarske infrastrukture - NJUG (National Joint Utilities Group): www.njug.org.uk/ (03.07.2007).

Spletna stran Zveze geodetov Velike Britanije – CSS (County Surveyors Society):
<http://www.cssnet.org.uk/> (03.07.2007).

Spletna stran Združenja za geografske informacije – AGI (Association for Geographic Information): www.agi.org.uk/ (03.07.2007).

Spletna stran Ministrstva za transport – DfT (Department for Transport): www.dft.gov.uk/ (03.07.2007).

Spletna stran Odbora za cestno in gospodarsko infrastrukturo – HAUC (The Highway Authorities and Utilities Committee): www.haucuk.org/ (03.07.2007).

Spletna stran Inštituta za raziskovanje komunalnega gospodarstva – UKWIR (UK Water Industry Research): www.ukwir.org/site/web/content/home (06.07.2007).

Spletna stran Zveze geodetov Velike Britanije - CSS (County Surveyors Society):
www.cssnet.org.uk/ (06.07.2007).

Spletna stran Združenja lastnikov cevovodov - PIG (Pipeline Industry Guild):
www.pipeguild.com/ (06.07.2007).

Spletna stran tehničnega odbora (TC) ISO 211 - (TC 211: Geographic information/Geomatics): www.isotc211.org/ (02.10.2007).

Spletna stran Cmetga neodvisnega raziskovalnega laboratorija (CMETGE)
:www.cmetge.dixinet.com (30.12.2007).

Elektronski viri:

Bacharach, S., 2007. Data Compression and OGC Standards. GeoInformatics Magazine - online articles, Open Geospatial Consortium, Inc. (OGC):
<http://www.geoinformatics.com/asp/default.asp?t=article&newsid=2756> (11.01.2008).

ESRI, 2004. ArcGis – What is GIS. ESRI Pres: 110-122 str.

Danski register lastnikov podzemnih vodov (LER), 2007. The Danish Register of Underground Cable Owners, Oznaka dokumenta: KER_in_English.ppt: http://www.ler.dk/hvad_er_ler/english/ (11.01.2008).

Debra A. Lelewer, Daniel S. Hirschberg, 2000. Data compression: www.ics.uci.edu/~dan/pubs/DataCompression.html (04.12.2007).

ESRI, 2005. ArcGis – ArcGIS 91 Overview. ESRI Pres: 5-20 str.

Evropski interoperabilnostni okvir (European Interoperability Framework - EIF), 2004. Oznaka dokumenta: interopwhitepaper0204.pdf (18.2.2004); www.comptia.org/issues/docs (20.7.2007).

Geodetska uprava RS, 2007. Izmenjevalni formati in šifranti datotek elaborata sprememb podatkov o objektih gospodarske javne infrastrukture, Oznaka dokumenta: Format_sifrant_3.pdf (63 str.); www.gu.gov.si (14.4.2007).

Geodetska uprava RS, 2006a. Navodilo upravljavcem za posredovanje podatkov v zbirni kataster GJI, Oznaka dokumenta: Navodilo_ZK_GJI_2.02.doc (12 str.); www.gu.gov.si (15.10.2006).

Geodetska uprava RS, 2006b. Navodilo za dostop do spletnih aplikacij GJI, Oznaka dokumenta: Navodilo_spletna_GJI.doc (9 str.); www.gu.gov.si (01.02.2008).

Geodetska uprava RS, 2005. Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture, Oznaka dokumenta: Zbirni_kataster_GJI.doc (18 str.); www.gu.gov.si (15.10.2006).

Jaklič, B. (2004). Huffmanovo kodiranje; [www.educa.fmf.unilj.si/www375/2005_6/PSIA_2005_6/seminarska/Huffmanovo % 20kodiranje/ Jaklic/ Huffmanovo_kodiranje.htm](http://www.educa.fmf.unilj.si/www375/2005_6/PSIA_2005_6/seminarska/Huffmanovo%20kodiranje/Jaklic/Huffmanovo_kodiranje.htm) (05.12.2007).

Lake, R. (1999) Introduction to GML Geography Markup Language, <http://www.webmapping.org/GMLIntroduction.html> (12.02.2007).

Lake, A. (2002). Will GML enable an accessible Geo-Web. GEO World, <http://www.geoplace.com/gw/2002/0207/0207gml.asp> (16.03.2007).

Lake, R. (2006). Impact of GML on Data Development; www.galdosinc.com/Gml.htm (23.07.2006).

Ministrstvo za informacijsko družbo RS, 2004. Poslovni načrt sistema za podporo lokacijskim storitvam, Oznaka dokumenta: P_nacrt_LBS_ZasnIS.doc; <http://mid.gov.si/mid/mid.nsf/f1?OpenFrameSet&Frame=main&Src=/mid/mid.nsf/0/AC87373DF44652FFC1256F1D0046C968?OpenDocument> (05.02.2008).

Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, 2007. Oznaka dokumenta: si2010.pdf (29.06.2007), www.mvzt.si/fileadmin/mvzt.gov.si/pageuploads/pdf/informacijska_druzba/ (08.09.2007).

Nebert D. Douglas (2005). The SDI Cookbook. Global Spatial Data Infrastructure Association., 2005, www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf (20.05.2007).

Neumann A., Winter M. A. (2001). Time for SVG - towards high quality interactive webmaps, internet naslov: ftp://ftp.karto.ethz.ch/pub/pub_pdf/2001_AN_Beijing.pdf. (22.05.2007).

Open Geospatial Consortium Inc, 2007. Web Coverage Service (WCS) Implementation Specification, Oznaka dokumenta: 06-083r8_OpenGIS_Web_Coverage_Service_WCS_Implementation_Specification_v_1.1(2).pdf (10.17.2006); www.opengeospatial.org/standards/wcs (01.10.2007).

Open Geospatial Consortium Inc, 2007. Web Feature Service (WFS) Implementation Specification, Oznaka dokumenta: 04-094_Web_Feature_Service_Implementation_Specification_V1.1.pdf (03.05.2005), www.opengeospatial.org/standards/wfs (3.10.2007).

Siki, Z. (1999). GIS data exchange problems, solutions. Periodica Polytechnika. http://bmegeod.agt.bme.hu/staff_h/siki/gisexch.htm (20.01.2008).

Pokličič preden koplješ (Call before you dig), 2008. Oznaka dokumenta: Press_kit.pdf (20.01.2008), www.call811.com/about-us/default.aspx (20.01.2008).

Portal opengeospatial, 2007. OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, version 2.1.2. portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=11339 (08.08.2007).

Drugi dostopni viri:

Geodetska uprava Republike Slovenije (2007). Zbirni kataster gospodraske javne infrastrukture -verzija 03.05.2007.

Geodetska uprava Republike Slovenije (2008). Vzdrževanje in minimalne nadgradnje obstoječih aplikacij ter zagotavljanje strokovno-tehnične podpore Geodetski upravi Republike Slovenije pri vzdrževanju zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture, verzija 25.01.2008.

Geodetska uprava Republike Slovenije (2006c). Aplikacija Osnova datoteka, Elaborati sprememb in Prevzem zadnjega stanja, tehnična dokumentacija, verzija 14.05.2007.

Geodetska uprava Republike Slovenije (2004). Načrt informacijskega sistema zbirnega katastra gospodraske javne infrastrukture, verzija 03.08.2004.

Mlinar, J. (2006a). Tehnična dokumentacija, 18.12.2006. Osebna komunikacija.

Mlinar, J. (2006b). Zbirni kataster GJI, 18.12.2006. Osebna komunikacija.

Mlinar, J. (2007). UML modeli, 16.4.2007. Osebna komunikacija.

Mlinar, J. (2005). Geodetski načrt in gospodarska javna infrastruktura. PowerPoint predstavitev.

Geodetska uprava Republike Slovenije, podatkovni sloj občin, brezplačni podatki.

Geodetska uprava Republike Slovenije (2006). Podatki zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture.

Geodetski zavod Celje. (2005). Podpora približevanja katastra gospodarske javne infrastrukture (GJI) uporabnikom - PPKGJI, zaključni elaborat.

IGEA d.o.o. (2007). Uporabniška navodila za zunanje uporabnike v omrežju HKOM.

Šarlah, N., Mlinar, J., (2008). Zakon o zbirnem katastru gospodraske javne infrastrukture, gradivo v nastajanju.

Šumrada, R. (2006a). Geografski informacijski sistemi (1)-verzija 2006-11-22, predavanja (Tehnologija GIS.pdf).

Šumrada, R. (2006b). Grafične podatkovne baze-verzija 2006-10-11, predavanja (Grafika uvod.pdf).

Šumrada, R. (2006c). Prostorski informacijski sistem-verzija 2006-10-19, predavanja (Informacijski sistem.pdf).

Šumrada, R. (2006č). Prostorski informacijski sistem-verzija 2006-11-15, predavanja (Razvojni ciklus IS.pdf).

Šumrada, R. (2006d). Sistemsko načrtovanje-verzija 2006-11-15, predavanja (UML in GIS.pdf).

Šumrada, R. (2006e). Geografski informacijski sistemi (1)-verzija 2006-11-22, predavanja (Standard1.pdf).