

Mario Landek, univ. bacc. ing. geod. et geoinf.  
doc.dr.sc. Vlado Cetl, dipl.ing.geod.  
doc.dr.sc. Mirza Ponjavić, dipl.ing.geod.

▶ diplomski studij, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: mlandek@geof.hr  
▶ Katedra za upravljanje prostornim informacijama, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: vcetl@geof.hr  
▶ Odsjek za geodeziju, Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Patriotske lige 30, 71000 Sarajevo, e-mail: mirza@gis.ba

# PROSTORNI PODACI I GML

## SAŽETAK

POTREBA ZA JEDNOSTAVNIJOM POHRANOM I RAZMJENOM PROSTORNIH PODATAKA DOVELA JE DO RAZVOJA GML-A (GEOGRAPHY MARKUP LANGUAGE) BAZIRANOG NA XML-U (EXTENSIBLE MARKUP LANGUAGE). GML DANAS PREDSTAVLJA ŠIROKO PRIHVAĆENI STANDARD ZA DISTRIBUCIJU PROSTORNIH PODATAKA. KAO PODSKUP XML- A, SLUŽI ZA PRIJENOS I POHRANU PROSTORNIH PODATAKA U DIGITALNOM OBLIKU, UKLJUČUJUĆI PROSTORNA I NE PROSTORNA SVOJSTVA TE VEZE IZMEĐU OBJEKATA. NJEGOVA PRIMJENA OMOGUĆUJE INTEROPERABILNOST PODATAKA IZMEĐU RAZLIČITIH APLIKACIJA, SUSTAVA I LOKACIJA. U OVOM JE RADU DAT PRIKAZ OSNOVNIH KARAKTERISTIKA GML-A I GML-SHEMA RADA S PODACIMA.

## KLJUČNE RIJEČI

geoinformacije  
norme i standardi  
GML (Geography  
Markup Language)

## 1. UVOD

Prostorni podaci postali su nezaobilazni dio sustava razvoja gospodarstva svake države. Smatra se kako 80% svih raspoloživih informacija sadrži neku prostornu komponentu, što pred nas postavlja zahtjev za učinkovitijim upravljanjem prostornim podacima (Cetl 2007). Oni se tiču svih segmenata gospodarstva i društva, poput katastra i pitanja vlasništva, zemljišnih knjiga i dr. Upravo su ti segmenti prvi uvjet za poboljšanje gospodarskog stanja u društvu i omogućavanje daljnjeg razvoja gospodarstva kroz ulaganja. No, prostorni podaci se koriste i u drugim granama kao što su: građevinarstvo, geologija, poljoprivreda, šumarstvo, promet, komunikacije, prostorno uređenje, klimatologija, itd. Zapravo je daljnji razvoj i gospodarenje resursima bez prisutnosti prostornih podataka nezamisliv.

Za jednoznačnu upotrebu prostornih podataka potrebno je normirati: postupke i procedure definiranja i opisivanja prostornih podataka, metode za strukturiranje i kodiranje podataka kao i postupke za njihovu distribuciju i održavanje. Postoji više organizacija koje se bave normizacijom prostornih podataka od kojih je najvažnija ISO (*International Organization for Standardization*). Po uzoru na tehnički odbor ISO/TC211 (URL-1), u siječnju 2003. god., osnovan je TO211, pri tadašnjem Državnom zavodu za normizaciju i mjeriteljstvo, danas Hrvatski zavod za normizaciju (oznaka: HZN/TO211 Geoinformacije/Geomatika). Zadaća tog odbora je normizacija u području digitalnih geoinformacija u Hrvatskoj (Cetl i Roić 2008).

Još jedan od vrlo bitnih aspekata je i uspostava nacionalne infrastrukture prostornih podataka (NIPP). Zakonom o državnoj izmjeri i katastru

nekretnina (NN 2007) definirana su osnovna načela uspostave NIPP-a u Republici Hrvatskoj. U navedenom se zakonu NIPP definira kao skup mjera, normi, specifikacija i servisa koji imaju za cilj omogućiti učinkovito prikupljanje, vođenje, razmjenu i korištenje georeferenciranih podataka.

Zbog sve veće potrebe za prostornim podacima u svim granama gospodarstva i industrije te sve veće upotrebe interneta kao sredstva komunikacije, razmjene podataka i cjelokupnog poslovanja, pojavila se potreba za standardiziranim programskim jezikom koji bi služio za prijenos, razmjenu i pohranu prostornih informacija. U tu svrhu je Open Geospatial Consortium (OGC) (URL-2) inicirao izradu jezika pod nazivom Geography Markup Language (GML). GML je u međuvremenu postao i međunarodna ISO norma: ISO 19136:2007 Geographic information - Geography Markup Language (verzija OGC-a GML 3.2.1) koja je u Hrvatskoj u postupku prihvatanja. U ovom radu se opisuju njegove osnovne karakteristike, sheme i rad s prostornim podacima. Važno je naglasiti kako je GML sastavni dio velikih *hrvatskih geodetskih sustava*. Neki od njih su CROTIS (Hrvatski topografsko-informacijski sustav) (Biljecki i dr. 2006), kao i model hrvatske katastarske baze podataka (Biljecki i dr. 2004, Vranić i dr. 2010).

## 2. GML- GEOGRAPHY MARKUP LANGUAGE

Međunarodna norma ISO 19136:2007 - GML definira XML gramatiku (*Extensible Markup Language*) u suglasju s normom ISO 19118:2005 *Geographic information - Encoding* za prijenos i pohranu geoinformacija u skladu s konceptualnim modelom (ISO 19100) podataka i uključuje prostorna i ne prostorna svojstva prostornih objekata. GML ima vrlo bitne prednosti nad ostalim razmjenskim formatima, a to su: otvoren i o proizvođaču neovisan format zapisa prostornih podataka te priznanje od strane međunarodne organizacije za normizaciju (ISO).

GML je jezik za kodiranje, pohranjivanje, prijenos i razmjenu prostornih podataka na internetu, odnosno World Wide Webu. U potpunosti je utemeljen na XML jeziku pa se može s pravom smatrati XML vokabularom za razmjenu prostornih podataka (Galić 2006). Osnovnu upotrebu GML-a pri radu s podacima možemo podijeliti u 3 osnovne skupine: razmjena, pohrana i dostupnost podataka. Razmjena između sustava na različitim platformama najčešće se odvija na način da jedan sustav ispiše sve podat-



ke u dogovorenom formatu u tekstualnoj datoteci, a drugi sustav ih čita. Takav način omogućava činjenica da GML-ov dokument može čitati svaki računalni program za čitanje tekstualnih datoteka, bez ikakvog posebnog dodatka programu (Landek 2010). Osnovne karakteristike GML-a su:

- pružanje otvorenog i neutralnog okruženja namijenjenom definiciji geo-lokacijskih shema podataka,
- omogućiti korištenje profila koji definiraju podskup shema GML-a čineći primjenjive sheme jednostavnijim,
- podržava proširivanje osnovne sheme GML-a za specijalizirane domene i korisničke zahtjeve,
- omogućava izradu i održavanje međusobno povezanih shema i skupova podataka,
- podržava pohranu i prijenos aplikacijskih shema i skupova podataka i,
- olakšava razmjenu geoaplikacijskih shema i informacija koje opisuju.

## 2.1 OBLIK GML DOKUMENTA

GML prikazuje prostorne podatke u obliku teksta s kojim je jednostavno raditi (dopušteno pisanje, mijenjanje, premještanje, spremanje, čitanje, itd.), a koji je istovremeno lako čitljiv ljudima i strojevima. Pritom se pažnja posvećuje samim podacima, a ne njihovim prezentacijama. Prostorni podaci podrazumijevaju informacije o svojstvima i geometriji objekata, dok prikaz podataka podrazumijeva karte i vizualizaciju podataka.

Dokument GML-a se sastoji od 2 dijela: zaglavlja i tijela (sadržaja) dokumenta (slika 1). U zaglavlju se navode podaci koji opisuju GML-dokument, npr. verzija GML-a prema čijim je pravilima dokument izrađen (kodna stranica). Ako se ne navede ispravna kodna stranica programi koji koriste taj GML-dokument javit će pogrešku kada naiđu na ne standardizirani znak. Unutar tijela GML-dokumenta oznake mogu predstavljati GML-elemente ili atribute. Elementi opisuju određeni dio GML dokumenta koji se sastoji od korisnog sadržaja omeđenog GML-oznakama, npr. tekst zatvoren parom oznaka: <cesta> i </cesta>. Oni također predstavljaju objekte stvarnog svijeta koji se opisuju atributima, a nose imena tipova objekata (feature type). Atributi nude podatke koji dodatno opisuju elemente. Svaki atribut objekta pripada samome objektu, a svojstva objekata su isto tako kodirana kao XML-elementi.

Prva linija je specijalizirani oblik procesne instrukcije, koja je zapravo jednostavna XML-deklaracija s kojom se specificira XML-verzija. Ta deklaracija je informacija za softver o XML verziji, odnosno načinu na koji taj softver mora interpretirati GML-dokument. Sve procesne instrukcije započinju znakovima <<«, a završavaju znakovima >>«. Izraz <jezero> je početna, a izraz </jezero> završna oznaka (eng. *markup*). Valja napomenuti i kako ne postoje unaprijed definirane oznake, već ih definira sam korisnik. Tekst između početne i završne oznake jest *element*, a strukture između oznaka su *sadržaj*. Ako je element komponenta nekog drugog elementa, takav element se naziva *podelementom*. U navedenom primjeru, <geometrija>...</geometrija> je *podelement* od <jezero>...</jezero>.

Tekst u elementima nije zatvoren navodnicima jer se svi podaci tretiraju kao tekst. Ti podaci se nazivaju i PCDATA (eng. *Parsed Character Data*), a izuzetak su vrijednosti atributa. Naime, XML dopušta pridruživanje atributa elementima. *Atribut* u XML-u odgovara pojmu *svojstvo*, koji se upotrebljava u drugim modelima baza podataka. Atribut se definira parom: naziv, vrijednost.

Iz navedenog primjera to izgleda:

```
<jezero fid=»JEZERO.1«>
<gml:Polygon srsName=»EPSG:31265«>
```

Atribut *fid* je atribut elementa <jezero> i specificira prostorni referentni sustav u kojemu je smješten poligon. Vrijednost atributa je niz znakova i mora biti zatvoren oznakama navoda. Neke oznake imaju prefiks »gml:« koji se naziva prefiksom imenskog prostora, a njime se označava pripadnost elementa Polygon imenskom prostoru GML-a. Svaki GML dokument mora sadržavati barem jedan element koji se naziva *korijenskim elementom*. Taj element sadrži sve ostale elemente u dokumentu.

Osim toga, GML dokument mora zadovoljavati određene kriterije kako bi mogli reći da je ispravno strukturiran. Kriteriji ispravnog strukturiranja su:

- postoji jedan korijenski element,
- svi neprazni elementi imaju početnu i završnu oznaku, tj. svaki element mora imati završnu oznaku (npr. </jezero>),
- svi prazni elementi imaju ispravnu sintaksu, tj. početnu i završnu oznaku, (npr. <povrsina></povrsina> ili <povrsina/>),
- vrijednosti atributa moraju biti zatvorene u znakove navodnika (»«),
- elementi i podelementi moraju biti ispravno strukturirani. Podelementi moraju biti unutar elemenata (npr. ako je B podelement od A, najprije počinje definicija A, i nakon toga B; element B se mora zatvoriti prije elementa A).

## 2.2 SVOJSTVA I GEOMETRIJA OBJEKATA

Elementima GML-a se identificiraju geoobjekti (geographic features)

određeni kao apstraktni prikazi pojava iz stvarnog svijeta. Prikazi pojava su vezani za neku lokaciju na Zemlji kao što je put, cesta, rijeka itd. Geometrijski objekti su svi objekti kojima se mogu odrediti njihove geometrijske vrijednosti kao što su veličina, oblik, položaj i druge. Broj svojstava koje objekti mogu imati definiran je tipom značenja objekta. Svojstva mogu biti npr. ime objekta, broj, vrsta, klasifikacija itd., gdje je svako svojstvo definirano s: {ime, tip, vrijednost, opis}, odnosno: {*name, type, value, description*}.

Geometrijska obilježja objekata definirana su uz pomoć osnovnih geometrijskih oblika (*Geometric primitives*), točke, linije, površine, krivulje i poligona.

## 2.3 GML SCHEMA

Kao i kod svakog jezika izvedenog iz XML-a, postoje dva dijela GML-jezika: shema koja opisuje GML-dokument (eng. *schema file*) i sami GML-dokument koji sadrži podatke. Općenito, shema opisuje strukturu dokumenta tako što definira:

- elemente,
- atribute,
- elemente koji su podelementi,
- uređenje i broj podelemenata,
- je li element prazan, tj. može li biti prazan,
- tipove podataka elemenata i atributa,
- fiksne i *default* vrijednosti elemenata i atributa te,
- imenske prostore.

Mogućnost definiranja tipova podataka i atributa omogućuje opisivanje dopuštenog sadržaja dokumenta, provjeru korektnosti podataka, korištenje tehnologije baze podataka, jednostavnu konverziju podataka, itd. GML-shema je dokument koji se pohranjuje u datoteci koja ima ekstenziju \*.xsd (slika 2).

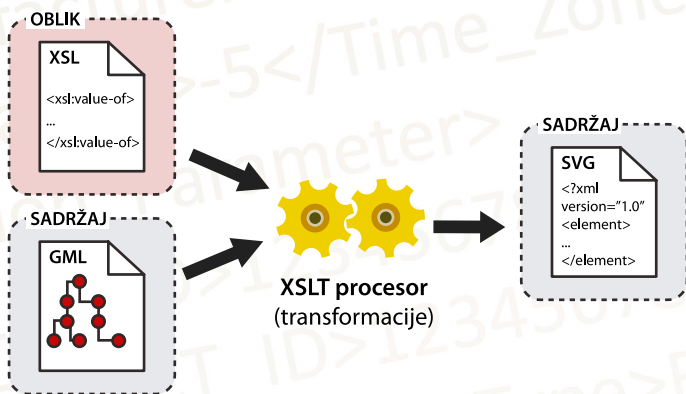
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<jezero fid="JEZERO.1">
  <id>1</id>
  <naziv>Vransko jezero</naziv>
  <povrsina></povrsina>
  <geometrija>
    <gml:Polygon srsName="EPSG:31265">
      <gml:exterior>
        <gml:LinearRing>
          <gml:pos>44201.7866135.90
            44104.5266130.49
            ...
            44285.5466111.58
            44201.7866135.90
          </gml:pos>
        </gml:LinearRing>
      </gml:exterior>
    </gml:Polygon>
  </geometrija>
</jezero>
```

SLIKA 1. Primjer GML dokumenta (Galić 2006)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema targetNamespace="http://www.mygis.com/gml"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:gbp="http://www.mygis.com/gml"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  elementFormDefault="qualified" version="1.0">
  <xs:annotation>
    <xs:appinfo>gbp.xsd v1.0</xs:appinfo>
  </xs:annotation>
  <xs:documentation>Geoprostorne baze podataka</xs:documentation>
  <xs:import namespace="http://www.opengis.net/gml"
    schemaLocation="feature.xsd"/>
  <xs:element name="featureCollection" type="gbp:featureCollectionType"
    substitutionGroup="gml:_FeatureCollection"/>
  <xs:complexType name="featureCollectionType">
    <xs:complexContent>
      <xs:extension base="gml:AbstractFeatureCollectionType"/>
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>
  <xs:simpleType name="NazivType">
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:maxLength value="20"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
  <xs:element name="jezero" type="gbp:jezeroType"
    substitutionGroup="gml:_Feature"/>
  <xs:complexType name="Polygon_MultiPolygonPropertyType">
    <xs:sequence>
      <xs:choice>
        <xs:element ref="gml:Polygon"/>
        <xs:element ref="gml:MultiPolygon"/>
      </xs:choice>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="jezeroType">
    <xs:complexContent>
      <xs:extension base="gml:AbstractFeatureType">
        <xs:sequence>
          <xs:element name="ID" type="xs:int" minOccurs="0"/>
          <xs:element name="naziv"
            type="gbp:NazivType"
            minOccurs="0"/>
          <xs:element name="povrsina" type="xs:float" minOccurs="0"/>
          <xs:element name="geometrija"
            type="gbp:Polygon_MultiPolygonPropertyType"
            minOccurs="0"/>
        </xs:sequence>
      </xs:complexContent>
    </xs:complexType>
```

SLIKA 2. Primjer GML sheme (Galić 2006)





SLIKA 3. GML-SVG transformacija uporabom XSLT-a i prikaz putem SVG format (URL-5)

Većina GIS-aplikacija rabi podskup GML-sheme. Za modeliranje prostornih podataka potrebna je shema *feature.xsd*. Ta shema uključuje shemu jednostavnih 2D geometrijskih tipova (*geometryBasic2d.xsd*) i osigurava okvir za kreiranje GML-klasa objekata i njihovih kolekcija. Korištenje konkretne geometrijske sheme ovisi o konkretnoj aplikaciji (tablica 1). Ukoliko aplikacija upotrebljava jednostavne 1D i 2D geobjekte tada su potrebne *geometryBasic0d1d.xsd* ili *geometryBasic2d.xsd* sheme.

Shema	Geometrijsko/topološki elementi
<i>geometryBasic0d1d.xsd</i>	<i>Point, LineString, Envelope</i>
<i>geometryBasic2d.xsd</i>	<i>LinearRing, Polygon</i>
<i>geometryAggregates.xsd</i>	<i>MultiPoint, MultiCurves, MultiSurface, MultiGeometry</i>
<i>topology.xsd</i>	<i>Node, Edge, Face, TopoPoint, TopoCurve, TopoSurface, TopoComplex</i>

TABLICA 1. Osnovni geometrijski i topološki elementi temeljnih geometrijsko-topoloških shema

GML pruža skup osnovnih GML-shema u kojima su sadržane definicije osnovnih prostornih i vremenskih objekata. Taj skup osnovnih shema ne pokriva sve moguće objekte, ali korisnik (pojedinaac ili organizacija) može definirati vlastitu aplikacijsku shemu koja sadrži definicije složenijih objekata koji odgovaraju njegovim potrebama. Aplikacijska shema koristi se u GML-elementima i tipovima podataka definiranim u bazičnim GML-shemama, a može izvoditi i nove, aplikacijski specifične, tipove podataka. Pri definiranju vlastite aplikacijske sheme mogu se povezati i druge aplikacijske sheme te koristiti definicije objekata iz tih aplikacijskih shema.

Neki primjeri aplikacijskih shema GML-a su: *CityGML* (namijenjen trodimenzionalnom opisivanju gradskih sredina) (Kolarek 2009), *GPML* (*GPML* - *Geographic Markup Language* - opisivanje ponašanja tektonskih ploča), *CSML* (*Climate Science Modelling Language* - opisi klime određenog područja) i brojne druge (URL-3).

## 2.4 VIZUALIZACIJA GML-A

GML nije jezik namijenjen za vizualizaciju geoinformacija. Vizualizacija se postiže transformacijom pomoću XSLT-a (*Extensible Stylesheet Language Transformations*). XSLT je baziran na XML-u i omogućuje pretvaranje XML dokumenata (među kojima je i GML) u druge oblike. Jedna od najčešće korištenih transformacije je iz GML u SVG (*Scalable Vector Graphics*) (slika 3).

SVG je format zapisa vektorskih grafičkih, primarno namijenjen za primjenu na webu (slika 4). Specifikaciju SVG-a daje W3C (URL-4), a format zapisa se bazira na XML formatu.

Neke od aplikacija koje podržavaju rad s GML-om danas su: ESRI ArcGIS Server 9.3.1, Intergraph GeoMedia 6.1, Liquid XML Data Binder 7.0.2, LuciadMap client 9 te najnovija

verzija AutoCAD-a 2011.

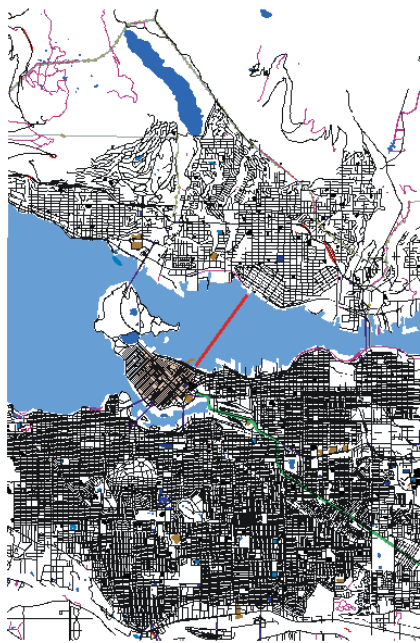
## ZAKLJUČAK

Kao posljedica sve veće potrebe za prostornim podacima i njihovom jednostavnom distribucijom razvio se GML. GML-jezik je definiran ISO normom kao i OGC specifikacijama te predstavlja standardni način za kodiranje geoinformacija, tj. za prijenos podataka u oblik koji je prepoznatljiv čovjeku i računalu. On je danas jedan od temeljnih formata pohrane i distribucije prostornih podataka u digitalnom obliku na internetu. GML podatke pohranjuje u običnu tekstualnu datoteku koja je čitljiva na gotovo svakoj platformi. Podaci su na taj način dostupni različitim aplikacijama, neovisno o programskom jeziku u kojem su napisane ili operativnom sustavu u kojem se izvode. Osim toga, koristi se u sustavima poput baze podataka katastra nekretnina BiH, a može se očekivati i donošenje GML aplikacijske sheme za katastarske podatke u Republici Hrvatskoj.

Nadogradnja GML-a na model podataka koji će zajednički opisivati sve objekte koje pronalazimo u prostoru te njihove međusobne odnose je *CityGML* koji se, u okviru OGC-a, također ubrzano razvija. To je semantički model podataka koji služi za prezentaciju terena i 3D objekata u urbanim sredinama i pomoću kojega je moguća razmjena podataka između različitih aplikacija. Time se neposredno otvara put snažnom razvoju 3D prostornih podataka te njihovoj široj upotrebi i distribuciji.

## LITERATURA

- › Biljecki, Z., Halapija, H., Piskor, D., Osmanagić, A., Vencler, D., Topolovec, V. (2004): Modeliranje hrvatske katastarske baze podataka, *Kartografija i geoinformacije*, br. 3, str. 23.- 34.
- › Biljecki, Z., Osmanagić, A., Vencler, D. (2006): Prilagodba modela podataka i CROTIS-a i generiranje aplikacijske sheme u GML-u, *Kartografija i geoinformacije*, br. 5, str. 5.-13.
- › Cetl, V. (2007): Analiza poboljšanja infrastrukture prostornih podataka, *Doktorska disertacija*, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
- › Cetl, V., Roić, M. (2008): Normizacija geoinformacija u Hrvatskoj, *HZN glasilo* br. 4, str. 40. - 45.
- › Galić, Z. (2006): *Geoprostorne baze podataka*, Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb
- › Herdy, K., Burggraf, Cameron, R. (2008): *High Performance GML to SVG Transformation for the Visual Presentation of Geographic Data in Web-Based Mapping Systems*, *Proceedings of SVG Open*, 26.-28. August, Nuremberg.
- › Kolarek, M. (2009): *CityGML*, Ekscentar- list studenata Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, br. 11, str. 32.-35.
- › Landek, M. (2010): *GML*, završni rad, Građevinski fakultet, Odsjek za geodeziju, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo.
- › Narodne novine (2007): *Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina*, Službeni list Republike Hrvatske, br. 16/07, Zagreb.
- › Vranić, S., Čarapar, I., Biljecki, Z. (2010): *Mogućnosti GML-a kao razmjenskog formata katastarskih podataka*, *Zbornik radova III. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije*, 22.-23. listopada 2010., Opatija.
- › URL-1: ISO/TC211, <http://www.isotc211.org> (01. 12. 2010.).
- › URL-2: Open Geospatial Consortium (OGC), <http://www.opengeospatial.org> (01. 12. 2010.).
- › URL-3: *GML Application Schemas*, [http://en.wikipedia.org/wiki/GML\\_Application\\_Schemas](http://en.wikipedia.org/wiki/GML_Application_Schemas) (02. 12. 2010.).
- › URL-4: *World Wide Web Consortium (W3C)*, <http://www.w3.org> (01. 12. 2010.).
- › URL-5: *XML-primjena*, [http://www.fer.hr/download/repository/OR\\_7\\_XML\\_Primjena.pdf](http://www.fer.hr/download/repository/OR_7_XML_Primjena.pdf) (01. 12. 2010.).



SLIKA 4. Primjer vizualizacije GML pomoću SVG-a (Herdy et al. 2008)