

РАЗВОЈ ГЕОЛОШКОГ ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Бранислав Благојевић¹, Бранислав Тривић², Ненад Бањац³, Ранка Станковић⁴, Велизар Николић⁵

¹ SEE, д.о.о., Господар Јованова 32 б, Београд, bsblagojevic@yahoo.com

² Рударско-геолошки факултет, Ђушина 7, Београд, btrivic@rgf.bg.ac.yu

³ Рударско-геолошки факултет, Каменичка 6, Београд, banjac@afrodita.rcub.bg.ac.yu

⁴ Рударско-геолошки факултет, Ђушина 7, Београд, ranka@rgf.bg.ac.yu

⁵ Министарство науке и заштите животне средине, Управа за заштиту животне средине, Немањина 22-26, 11000 Београд, velizar.nikolic@ekoserb.sr.gov.yu

Апстракт: Геолошки информациони систем Србије (ГеолИСС) је пројектован, првенствено, са намером ефикасног дигиталног архивирања геолошких и њима сродних података. У овом раду је приказана структура базе података као основа за развој геолошки конципираног ГИС-а.

Нови, објектно оријентисани (О-О) начин моделирања омогућио је дефинисање самосталних типова објеката, хијерархијски повезаних кроз тополошке и друге релације, чиме је обезбеђена њихова међусобна интеракција. Објектно оријентисано моделирање извршено је коришћењем унифицираног језика моделирања (UML) и CASE алата, кроз концептуални и логички ниво. Физички модел ће бити имплементиран на ESRI ArcGIS технологији у Geodatabase формату, а формат размене у XML језику (Exetensible Markup Language).

Адекватан методолошки приступ, преко концептуалног и логичког структурирања ГеолИСС-а, обезбедио је комплетно грађење онтологије и семантике. Стога су у раду критички размотрене предности и недостаци оваквог начина моделирања геолошких података, односно основни принципи објектно оријентисане (О-О) технологије и њихова примењивост. Идеја свега је развијање *метамодела* архивирања и аквизиције геолошких података.

Кључне речи: ГеолИСС, геолошки подаци, Управљање базама података, Концептуални модел, Логички модел, ГИС

УВОД

Геолошки информациони систем Србије неформално се развија већ дужи низ година у оквиру различитих институција које се баве геолошким истраживањима. Примарно усмерење тих покушаја је, углавном, заснивано на пукој трансформацији традиционалног (аналогног) записа у дигиталну форму. Тек крајем 2003 и почетком 2004. године започела је формална имплементација геолошког информационог система (ГеолИСС) вођена идејом израде метамодела чија ће структура омогућити:

- строгу *научну валидацију* уноса, ажурирања, претраживања и одржавања геолошких података;
- флексибилност и проширивање у складу са технолошким трендовима развоја база просторних података;
- инволвирање постојећих дигиталних и аналогних геолошких података;
- компакност и интегритет података;
- стварање претпоставке за грађење базе укупног познавања геологије Србије, размену података и општу комуникацију.

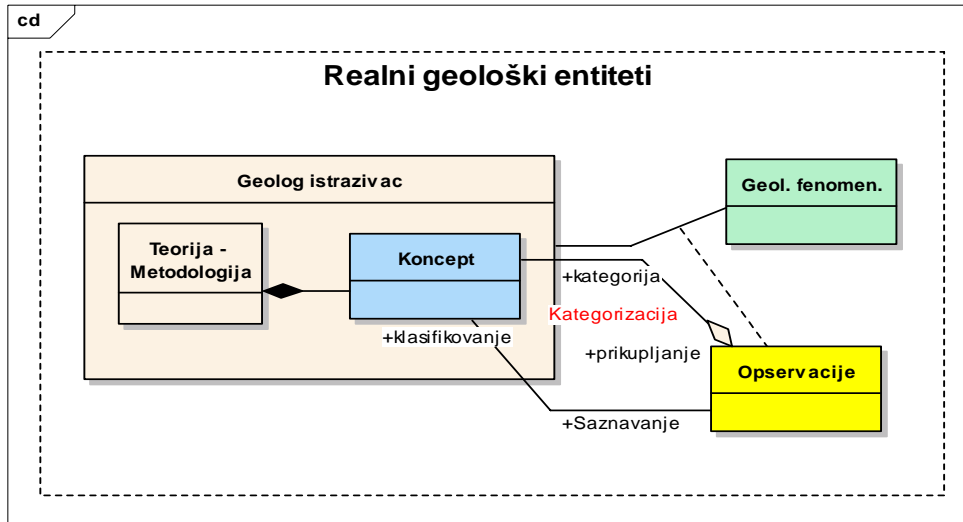
Овако широко постављени захтеви су нужно имплицирали фазну реализацију пројекта са иницијалним фокусом на концептуалном и логичком моделу, као елементарној основи будућег физичког модела. У имплементацији су коришћени Open GIS (OGC) и ISO стандарди организације и уређења просторних података.

СТРУКТУРА КОНЦЕПТУАЛНОГ И ЛОГИЧКОГ МОДЕЛА

Суштина развоја концептуалног модела ГеолИСС-а била је у *хијерархијском*, технолошки неутралном, *организовању дигиталног записа геолошких података и интерпретација*.

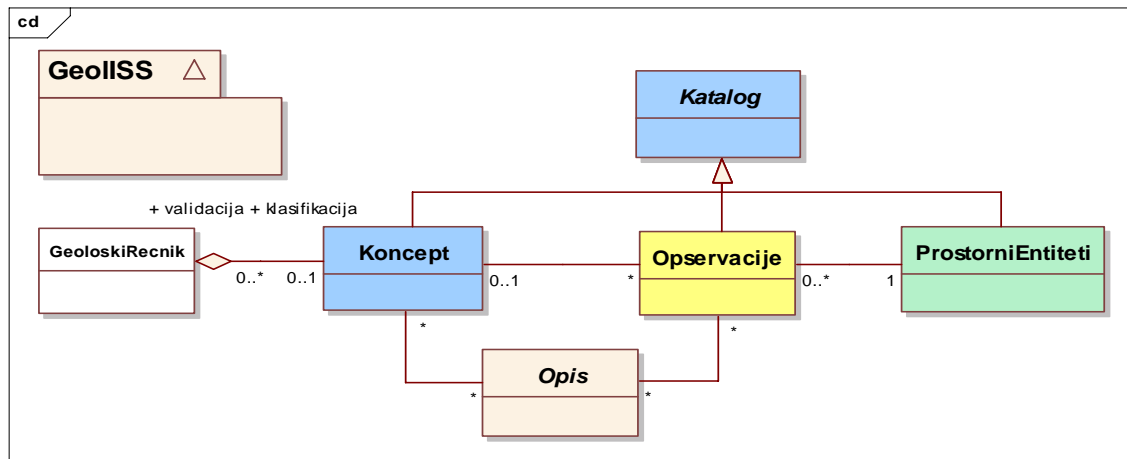
У информационом учењу концептуални модели су познати као *онтологије* (Guarino, 1998) изражене кроз хијерархијске класификационе схеме, таксономије и вокабуларе, засноване на теорији изведеној из опсервација.

Полазећи од тога у ГеолИСС-у је већ у првом кораку непосредно инволвирана методолошка зависност Концепта и Опсервација (Сл. 1).



Сл. 1. Основни елементи концептуалног модела ГеолИСС-а.
Fig. 1. Basic elements of the Geologic Information System Conceptual model.

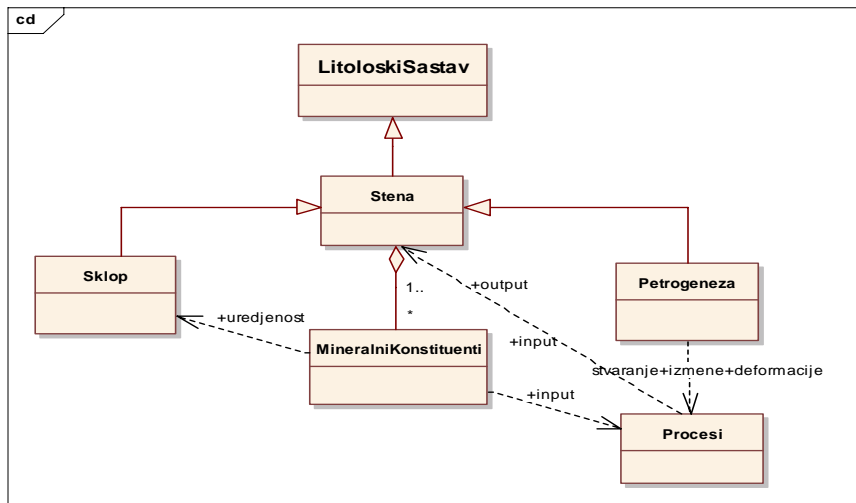
Онтологијом – Концептом се обезбеђује дедуковање (сумирање) и логичко уређење опсервација контролисано Геолоским Речником, док се класом Опсервације омогућава епистемолошко формализовање сазнајних геолошких чињеница (Soller, et al., 2002, Grise and Brodaric, 2003). Обе класе деле *Opis опсервираног* и *дедукованог – интерпретираног*, којим се текстуално и нумерички описују својства *просторних ентитета* (сл. 2).



Сл. 2. UML схема основних – базних класа концептуалног модела ГеолИСС-а.
Fig. 2. UML scheme of Basic classes of the Geologic Information System Conceptual model.

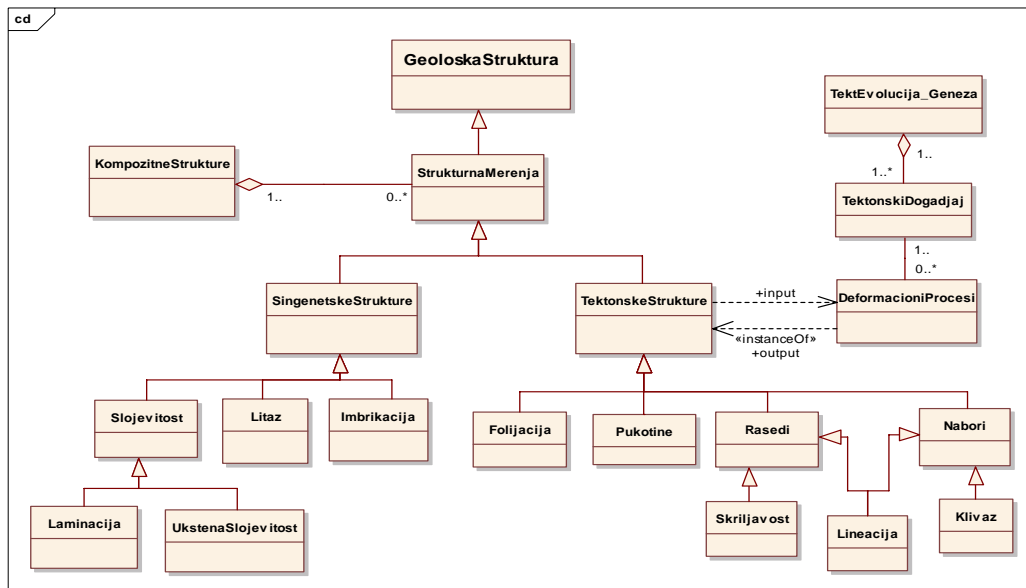
Садржаји *Opis*-а проистичу из методологије, тј. оним што њена примена на геолошку феноменологију даје, а то су: *литолошки састав, структура, старост, физичка својства, геохемијска својства и генеза*. Истом класом, на *нивоу подкласа*, обухваћени су и посредни извори геолошког знања (сателитски и аеро снимци, фотографије и др.), као и документи који третирају геолошку феноменологију.

Литолошки састав изражава петролошка својства стене саме по себи у оквиру Опсервације, или унутар интерпретиране целине Концепта, као што је нпр. геолошка или хидрогеолошка јединица. За адекватан опис садржаја стене као природне заједнице минерала, моделом је предвиђена агрегација минералних конституената, те начин начин њихове интерне уређености и величине (Склоп). Елаборација настанка стене - петрогенеза, могућа је кроз класу *Geneza* (сл. 3).



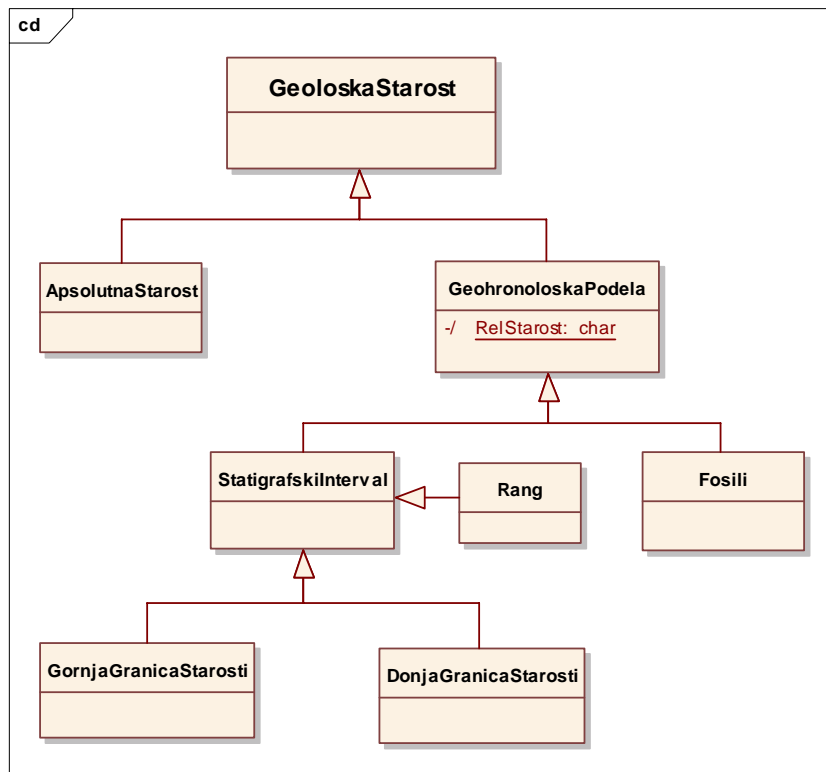
Сл. 3. UML схема класа литолошког састава.
 Fig. 3. UML scheme of the lithological composition classes.

Геолошку структуру у моделу представљају: а/ СтруктурнаМерења, што експлицитно подразумева одређење мереног елемента склопа и б/ КомпозитнаСтруктура као дедукована хомогеност/изотропност творних елемената склопа и/или дескрипција структурно издиференцираних облика (набора, раседа, и сл., сл. 4).



Сл. 4. UML схема класа геолошке структуре.
 Fig. 4. UML scheme of the geological structure classes

GeoloskaStarost – стратиграфија је стандардно третирана као релативна GeohronoloskaPodela, асоцирана са стандардном стратиграфском поделом времена (GeoloskiRecnik), уз палентолошку документованост преко класе Fosili, и као ApsolutnaStarost утврђена радиометријским методама. Статиграфски ниво (поткат, кат, епоха...) је регулисан класом Rang (Сл. 5).



Сл. 5. UML схема класа геолошке старости.
Fig. 5. UML scheme of the geological age classes

FizickaSvojstva изражавају физичке особине опсервиране стене и/или низа стена кроз Концепт, односно детерминишу инжењерско-геолошку јединицу и делом хидрогеолошку јединицу (гранулометрија, порозност). Такође, употпуњена другим геолошким садржајима, FizickaSvojstva су основ за детерминацију формације, литостратиграфске јединице нижег реда, металогенетске провинције, биостратиграфске зоне или било које друге хијерархиске категорије представљене кроз концепт. Посреди су, дакле, лабораторијски мерене вредности на Узорку или, знатно ређе, на месту (*in situ*).

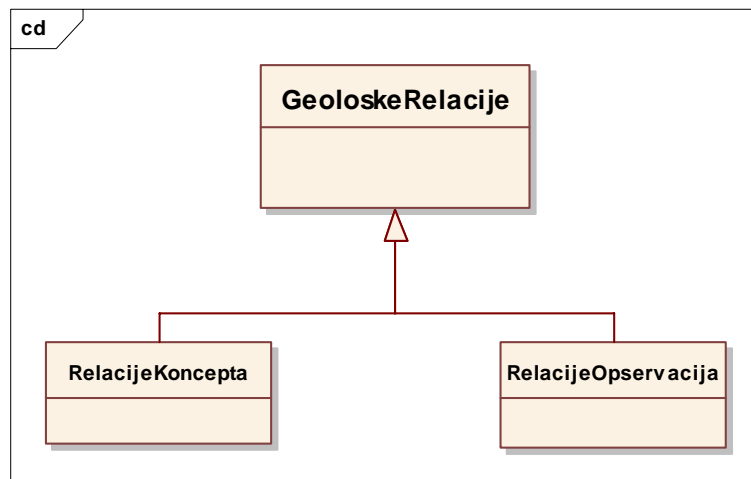
GeohemijskaSvojstva се, аналогно физичким, односе на хемијске карактеристике појединачне стене (Опсервације) или низа стена кроз Концепт. Као таква обезбеђују основу за дефинисање металогенетске јединице, хидрогеолошке јединице, геолошке јединице и др., разумљиво, уз асоцијацију са другим геолошким атрибутима.

HidrogeoloskaSvojstva обухватају специфичне одлике везане за хидрогеолошке објекте, квантитативне и квалитативне карактеристике подземних вода. Посебност ових својстава је да су подложна променама у времену (нарочито у поређењу са осталим геолошким карактеристикама), па је моделом омогућено праћење основних хидрогеолошких параметара (издашност извора, нивои подземних вода, температура итд.) у реалним временским интервалима.

Појаве и лежишта минералних сировина су моделиране као скуп тзв. Економско-геолошких карактеристика одређених ентитета одн. група ентитета дефинисаних кроз Концепт. Оне обезбеђују услове за дефинисање врсте одн. генетског типа лежишта, његове потенцијалности, тренутног статуса, квалитета руде и др. Поред тога обухваћени су и атрибути значајни за категоризацију лежишта.

Генеа је моделирана као агрегација *сукцесије геолошких догађаја у времену*, асоцираних са низом геолошких процеса, тако да омогући праћење геолошке историје (NADMSC, 2004). GeoloskiProcesi су третирани као чиниоци који делују на један геолошки ентитет, стварајући други у одређеним условима и одређеној средини. Они су временски независни, али су условљени простором и условима *на* и у том простору.

Евиденција и регулисање документационих садржаја текстуалног и фотографског – растерског типа су омогућени преко класа TekstualniDokumenti и RasterskiDokumenti, док се геолошка библиографија уређује класом Referenca, без обзира да ли је реч о Концепту, Опсервацијама или Опису.



Сл. 6. UML схема класа геолошких релација.
 Fig. 6. UML scheme of the geological relation classes

За уређење односа унутар Концепата и Опсервација имплементирани су две класе; RelacijeKoncepta и RelacijeOpservacija (сл. 6). Оне регулишу општи механизам за успостављање веза унутар интерпретираног и опсервираног (Zeller, 1999, Date, 1999, Richard, 2001, Richard, 2003). Улога ових релација је ближе одређена у логичком моделу.

Најзад, приступ садржају дигиталног записа било ког пројекта унутар било које имплементираних класа обезбеђен је преко апстрактне суперкласе Katalog, аналогно библиотечком принципу.

Из Овако уређеног концептуалног модела је, у складу са методологијом пројектовања база података, генерисан логички модел, што је у овом случају подразумевало транслацију у објектно-орјентисан репозиториј. Транслација је урађена коришћењем ESRI класа и UML језика (Unified Modeling Language; Rumbaugh et al. 1999). Избор објектно-орјентисане технологије издиктиран је потребом грађења архитектуре за архивирање свих геолошких података, независно од њихове дисциплинарне поделе, односно *метамоделом* као општом парадигмом за дигитални запис геолошких података. У том контексту објектна орјентација је посебно значајна у сортирању апстракција, будући да се фокусира на грађење хијерархије класа у којима се сличности наспрам разлика могу сумирати.

ЗАКЉУЧАК

Имплементацијом концептуалног и логичког модела реализована је прва фаза у изради геолошког информационог система Србије. Кроз њу је саграђена архитектура и семантички оквир, односно онтологија објектно-орјентисаног репозиторија. Наредни корак је у имплементацији физичког модела, што између осталог подразумева грађење корисничког интерфејса за унос, ажурирање и претаживање података, те грађење Web интерфејса и домена јавног приступа геолошким подацима. С обзиром на компактност и сложеност структуре UML схеме логичког модела, при реализацији физичког модела неминовни су обимнији програмерски захвати, првенствено у домену директног SQL претраживања просторних геолошких ентитета.

ЛИТЕРАТУРА

- Brodaric, Boyan, and Hastings, Jordan, 2002, An object model for geologic map information, *in*: D. Richardson and P. van Oosterom (eds.), *Advances in Spatial Data Handling: 10th International Symposium on Spatial Data Handling*, Ottawa, Canada, July 8-12, 2002, p. 55-68.
- Brodaric, Boyan, and Gahegan, Mark, 2002, Distinguishing instances and evidence of geographical concepts for geospatial database design, *in* M. Egenhofer and D. Mark (eds.), *Geographic Information Science-2nd Int'l Conference: GIScience 2002*, LNCS 2478, Springer, Berlin.
- Date, C.J., 1999, *An introduction to database systems*, Volume 1, 7th ed.: Addison-Wesley, New York. 975 p.
- ESRI, 2002, *Building Geodatabases with CASE Tools*: Redlands, CA, ESRI, 72 pages. <http://downloads.esri.com/support/downloads/ao_/CASE_Tools_CaseTools.pdf>

- Grise, S., Brodaric, B., 2003. ArcGIS Geoscience DataModel (Draft), ESRI, <<http://support.esri.com>>
- Guarino, N., 1998, Formal Ontology in Information Systems, in Guarino N. (ed.), Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, June 6-8, 1998, IOS Press, Amsterdam, p. 3-15.
- NADMSC (North American Data Model Steering Committee), 2004, NADM conceptual model 1.0, A conceptual model for geologic map information: U. S. Geological Survey Open-File Report 2004-1334, 60 p., <<http://pubs.usgs.gov/of/2004/1334>>
- Richard, S.M., and Orr, T.R., 2001, Data structure for the Arizona Geological Survey Geologic Information System: Basic geologic map data, in D.R. Soller, ed., Digital Mapping Techniques '01 -- Workshop Proceedings: U.S. Geological Survey Open-File Report 01-223, p. 167-188, <<http://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-223/richard2.html>>.
- Richard, S.M., Matti, Jonathan, Soller, D.R., 2003, Geoscience terminology development for the National Geologic Map Database, in Soller, David R., ed., Digital Mapping Techniques '03—Workshop Proceedings, U. S. Geological Survey Open-File Report 03-471, p. 157-167. < <http://pubs.usgs.gov/of/2003/of03-471/richard1/index.html> >..< <http://pubs.usgs.gov/of/2003/of03-471/richard1/index.html>>
- Soller, D. R., Brodaric, Boyan, Hastings, J. T., Wahl, Ron, and Weisenfluh, G. A., 2002, The central Kentucky prototype: An object-oriented geologic map data model for the National Geologic Map Database: U. S. Geological Survey Open-File Report 02-202, 39 p., <<http://pubs.usgs.gov/of/2002/of02-202/>>.
- Zeller, M, 1999. Modeling our World, ESRI, Redlands, California, pp. 199.