

# Geological Information System – GEOLIS

## 1. Introduction

The previous issue of this journal featured a representation of Croatian Geological Survey's activities on the occasion of its 100th anniversary (Pikija, Halamić, 2009). This article presents the GEOLIS geological information system developed at the Croatian Geological Survey. The system's thematic units are described, as well as application and purpose of certain maps and conceptual models of spatial database segments.

The aim of establishing the GEOLIS geological information system of the Croatian Geological Survey was to integrate all types of geological maps in a single information system, which is going to support research and obtaining of information. The purpose was to establish a digital geological map database, enabling continuous revision of maps by updating the database, obtaining digital data in order to integrate

them with data from other internal and external databases, produce high-quality geological maps according to standard formats and map production. The physical database model was produced in the ESRI Geodatabase form, which is based on relational database MS SQL Server 2005 (Singer et al., 2009). Linking spatial databases and data from the MS SQL server is enabled by ArcSDE server software. Spatial representation of data is adjusted to scales from 1:25 000 to 1:300 000, and is determined in the 5th

94

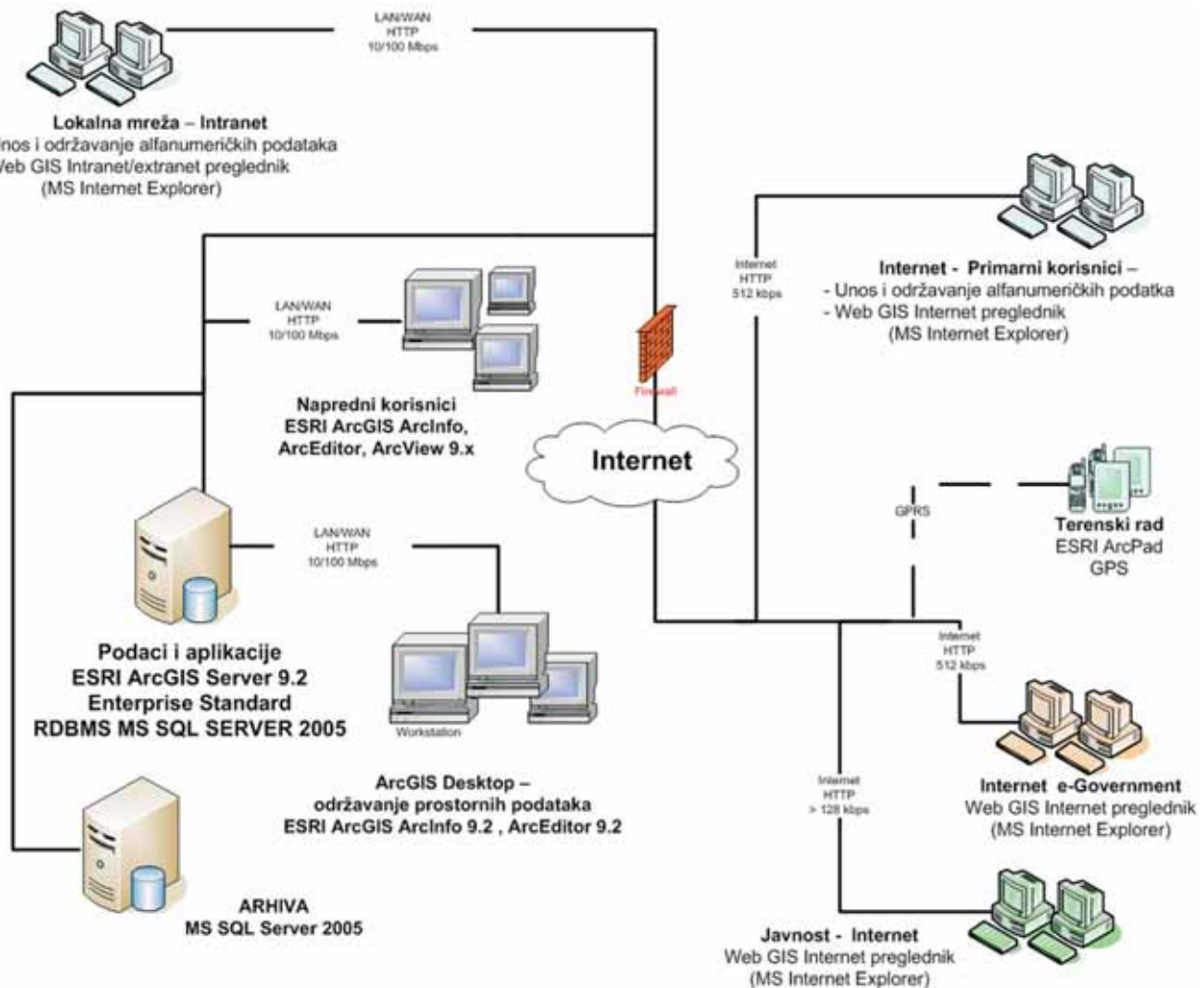


Fig. 1. Architecture of the GEOLIS digital base

Slika 1. Arhitektura digitalne baze Geološkog informacijskog sustava

# Geološki informacijski sustav – GEOLIS

## 1. Uvod

U prethodnom broju ovoga časopisa objavljen je prikaz djelatnosti Hrvatskoga geološkog instituta u povodu njegove 100. obljetnice (Pikija, Halamić, 2009). U ovome članku prikazujemo geološki informacijski sustav GEOLIS razvijen u Hrvatskom geološkom institutu. Opisane su tematske cjeline toga sustava, primjena i namjena pojedinih karata kao i konceptualni modeli segmenata prostorne baze podataka.

Cilj uspostave geološkog informacijskog sustava GEOLIS-a Hrvatskoga geološkog instituta je integracija svih tipova geoloških karata u jedinstveni informacijski sustav koji će omogućiti potporu u istraživanju i informiranju. Intencija je uspostavljanje baze podataka digitalnih geoloških karata, omogućavanje kontinuirane revizije karata ažuriranjem baze podataka, prikupljanje podataka u digitalnom obliku radi integraci-

je s podacima iz drugih internih i eksternih baza podataka, izrada geoloških karata visoke kvalitete u skladu s normama kojima su propisani njihovi formati i način izrade karata. Fizički model baze podataka izrađen je u formi ESRI Geodatabase, koja u podlozi ima relacijsku bazu MS SQL Server 2005 (Singer i dr., 2009). Povezivanje prostornih podataka i podataka smještenih u poslužitelju MS SQL omogućeno je softverom za poslužitelje ArcSDE. Prostorni prikaz podataka prilagođen je mjerilima od 1:25 000 do

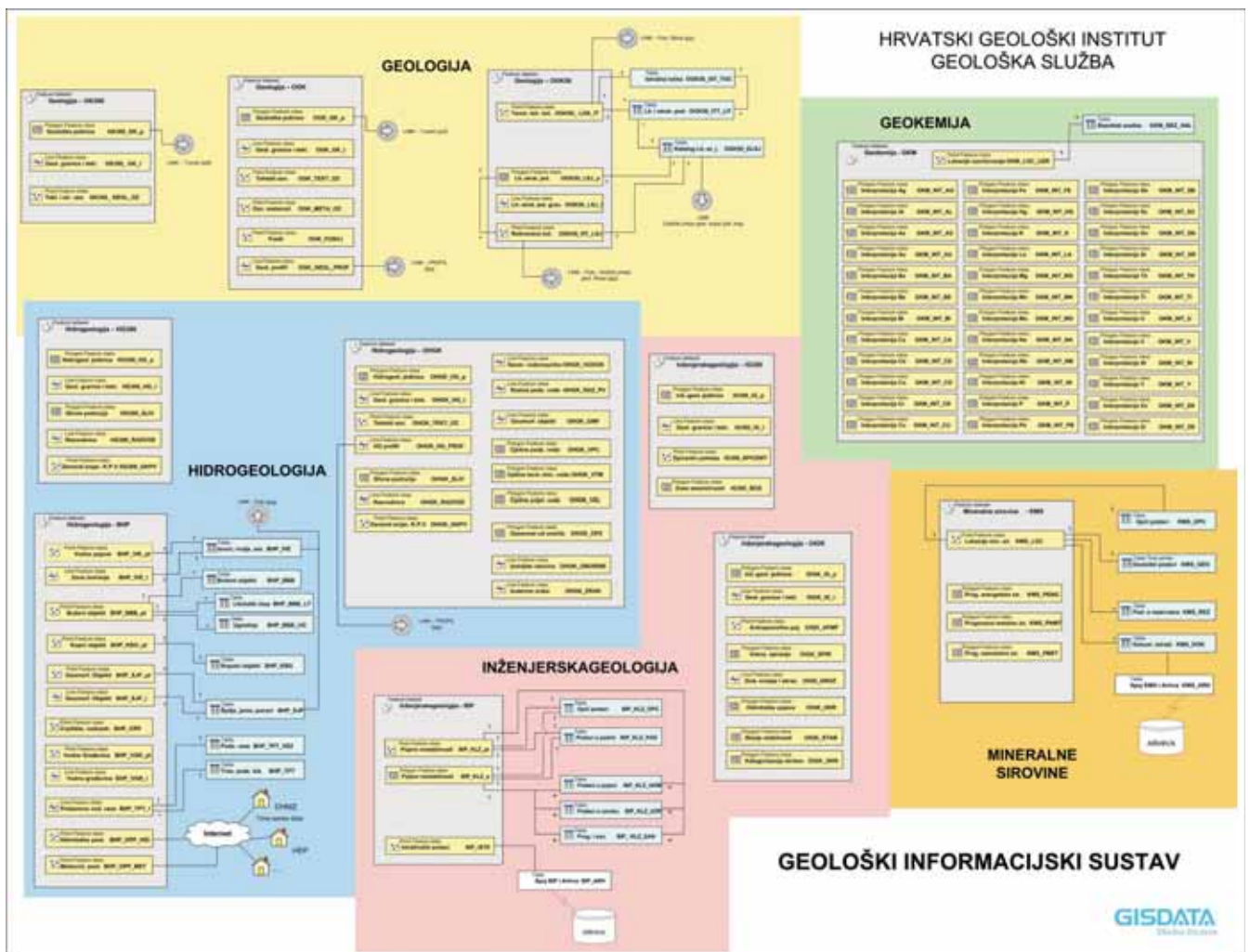


Fig. 2. Overview of GEOLIS layers  
Slika 2. Pregled slojeva Geološkog informacijskog sustava



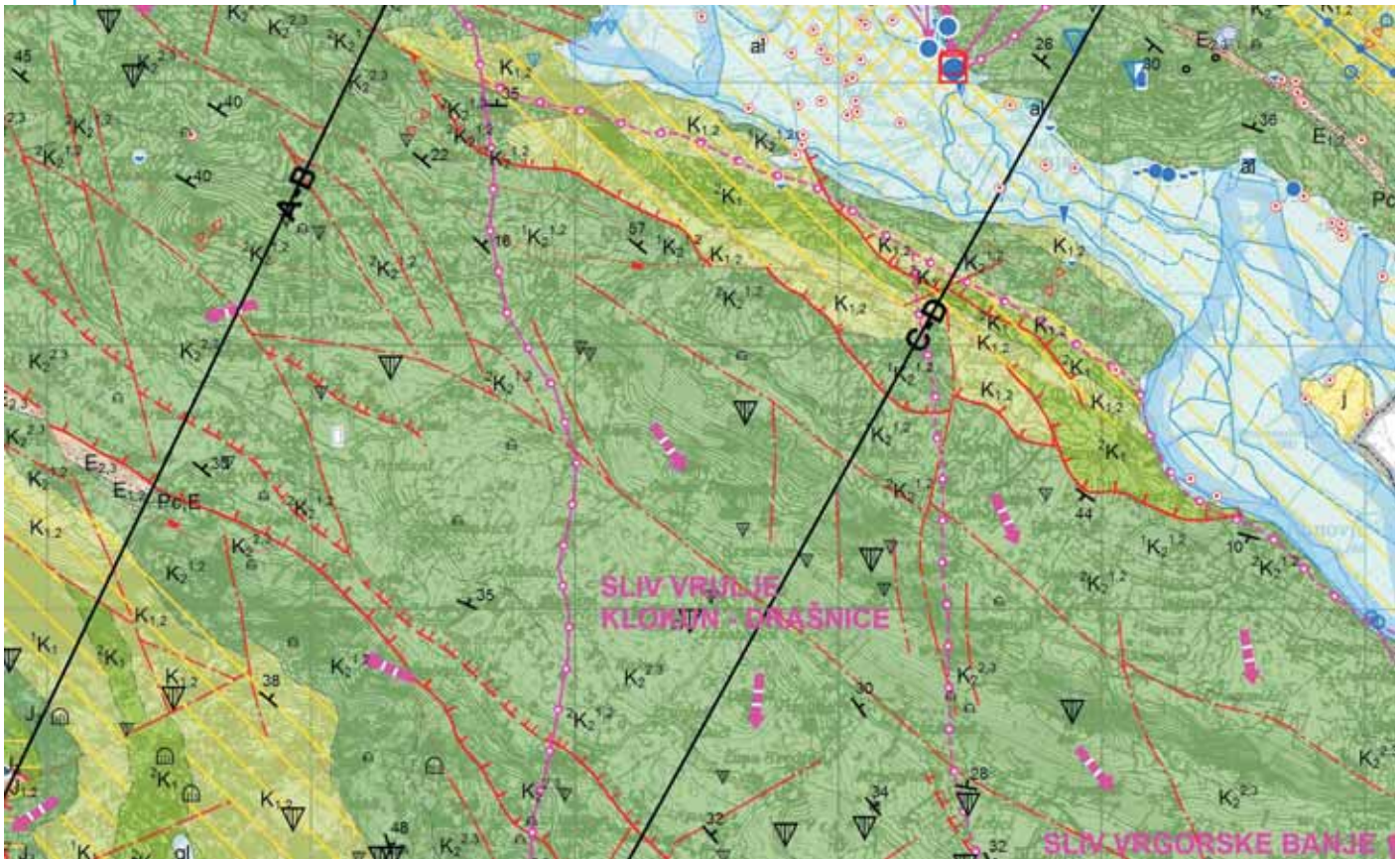


Fig. 3. Base Hydrogeological Map at the scale 1:100 000, Imotski sheet, Croatian Geological Survey, author: I. Slišković, collaborators: D. Ivičić, T. Frangen

Slika 3. Osnovna hidrogeološka karta M 1:100 000, list Imotski, Hrvatski geološki institut, autor I. Slišković, suradnici: D. Ivičić, T. Frangen

zone of the Gauss-Krüger rectangular grid, with the central meridian of 15° east of Greenwich, and the Bessel ellipsoid. The system developed at the Croatian Geological Survey was conceived as thematic units according to geological map types, i.e. according to fundamental projects: Base Geological Map of the Republic of Croatia 1:50 000, Base Hydrogeological Map of the Republic of Croatia 1:100 000, Base Engineering-Geological Map of the Republic of Croatia 1:100 000, Base Geochemical Map of the Republic of Croatia, Map of Mineral Resources of the Republic of Croatia, Geothermal Map of the Republic of Croatia, Structural-Geomorphological Map of the Republic of Croatia 1:100 000 and Tectonic Map of the Republic of Croatia 1:300 000. Thus, GEOLIS consists of following units: Geology, Engineering Geology, Hydrogeology, Geochemistry, Geomorphology, Tectonics, Geothermics, and Mineral Resources. Each thematic unit contains corresponding sets of spatial data, according to type and scale of geological maps. A geological map's scale determines the degree of complexity, i.e. differentiation within a set of spatial data according to

scale's representation capabilities. Each map within GEOLIS consists of a set of layers (point, line, polygon), which contain spatial data, and external attribute tables. GEOLIS enables distributed use of data using ArcGIS tools and via the Internet using standard web browsers. Geological maps and other data are going to be available partially to the wider public through web browsers, as well as to public and scientific institutions in the Republic of Croatia.

## 2. Geology

The Geology thematic unit contains layers of data for the Base Geological Map at the scale 1:100 000, Geological Map 1:50 000 and General Geological Map of the Republic of Croatia at the scale 1:300 000.

The Base Geological Map (BGM) at the scale 1:50 000 is conceptually thematic, lithostratigraphic by content and adjusted to natural characteristics of each region, which makes it a focused geological map of differentiated content. Geological data obtained by field research are stored in the digital Field

Journal, which is also a component of the Geology database (Šparica, 2009).

Production of the Base Geological Map at the scale 1:100 000 was started in 1962 and officially ended in 1989. During those thirty years, 74 sheets of the entire territory of the Republic of Croatia were produced. One sheet of the Base Geological Map at the scale 1:100 000 contains: a geological map (on average encompassing an area of 1450 km<sup>2</sup>), a legend of mapped units, a legend of standard labels, a geological column and one to two, exceptionally three geological profiles (Hećimović, 2009).

A special part of the Geology thematic unit is the General Geological Map at the scale of 1:300 000, which is going to be available to public and other institutions via the Internet.

## 3. Hydrogeology

This thematic unit integrates data layers for the Base Hydrogeological Map at the scale of 1:100 000, the General Hydrogeological Map at the scale of 1:300 000 and a digital version of the







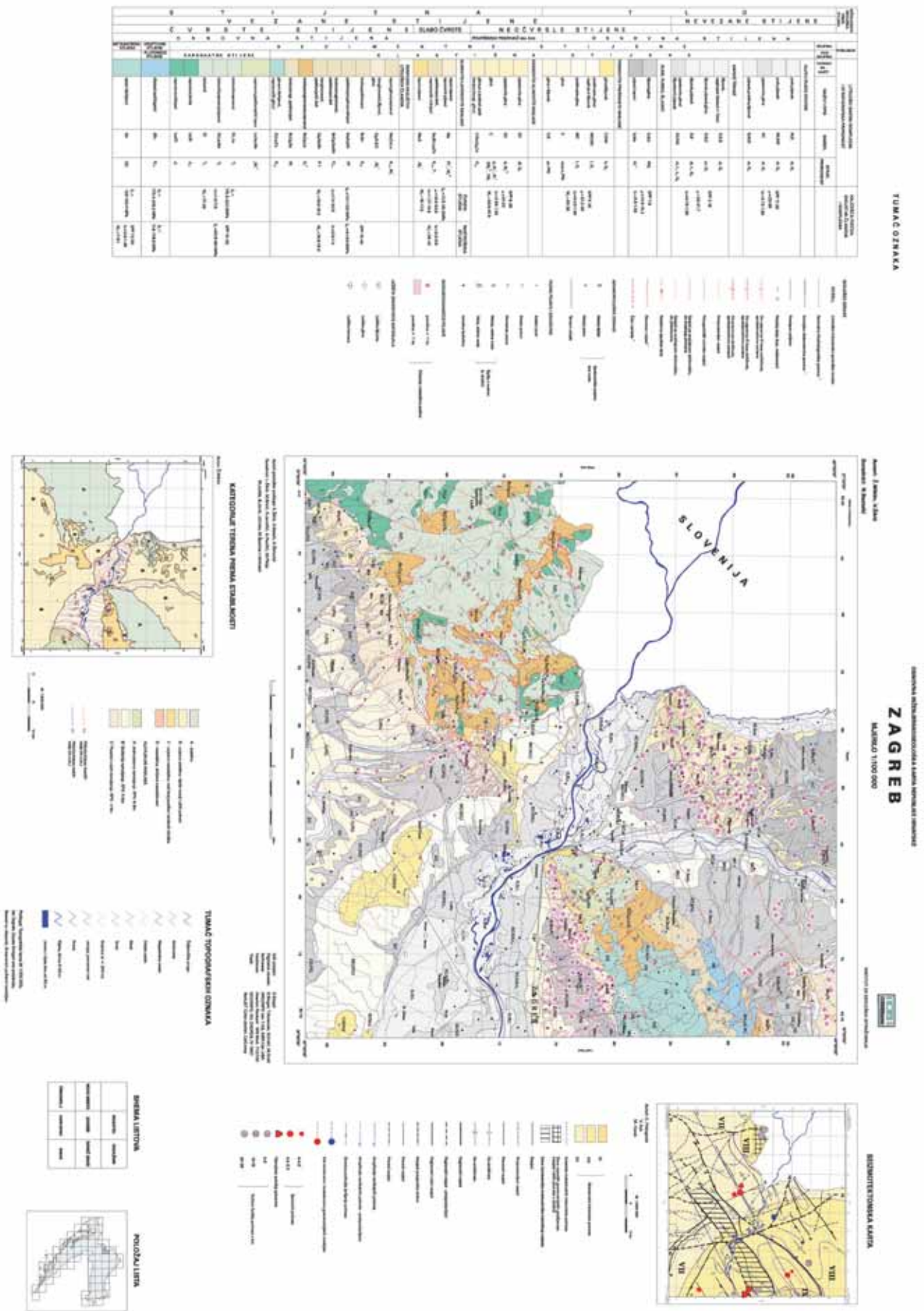


Fig. 5. Base Engineering-Geological Map at the scale 1:100 000, Zagreb sheet, Croatian Geological Survey, authors: Ž. Miklin and V. Šikić, collaborator: N. Bastalić.

Slika 5. Osnovna inženjerskogeološka karta M 1:100.000, list Zagreb, Hrvatski geološki institut, autori: Ž. Miklin, V. Šikić, suradnici: N. Bastalić

1:300 000, a određen je u 5. zoni Gauss-Krügerove pravokutne mreže, sa srednjim meridijanom 15° istočno od Greenwicha i Besselovim elipsoidom. Sustav koji se razvija u Hrvatskom geološkom institutu koncipiran je u tematske cjeline prema tipovima geoloških karata, odnosno prema temeljnim projektima: Osnovna geološka karta RH 1:50 000, Osnovna hidrogeološka karta RH 1:100 000, Osnovna inženjersko-geološka karta RH 1:100 000, Osnovna geokemijska karta RH, Karta mineralnih sirovina RH, Geotermalna karta RH, Strukturno-geomorfološka karta RH 1:100 000 i Tektonska karta RH 1:300 000. Prema tome GEO-LIS se sastoji od sljedećih tematskih cjelina: Geologija, Inženjerska geologija, Hidrogeologija, Geokemija, Geomorfologija, Tektonika, Geotermija, Mineralne sirovine. U svakoj tematskoj cjelini nalaze se pripadajući skupovi prostornih podataka ovisno o tipu i mjerilima geoloških karata. Mjerilo geološke karte određuje stupanj složenosti odnosno stupanj diferencijacije unutar određenog skupa prostornih podataka prema mogućnostima prikaza mjerila. Svaka karta unutar GEO-LIS-a sastoji se od skupa slojeva (točka, linija, poligon) koji sadrže prostorne podatke, i vanjskih atributnih tablica. GEO-LIS omogućava distribuirano korištenje podataka s pomoću ArcGIS alata i preko interneta standardnim web preglednicima. Geološke karte i drugi podaci biti će jednim dijelom dostupni široj javnosti putem web preglednika, kao i javnim i znanstvenim ustanovama u Republici Hrvatskoj.

## 2. Geologija

Unutar tematske cjeline pod nazivom Geologija organizirani su slojevi podataka za Osnovnu geološku kartu mjerila 1:100 000, Geološku kartu 1:50 000 te preglednu geološku kartu RH mjerila 1:300 000.

Osnovna geološka karta (OGK) u mjerilu 1:50 000 je prema koncepciji tematska, litostratigrafska prema sadržaju i prilagođena prirodnim posebnostima svake regije, što je čini usmjerenom geološkom kartom diferenciranog sadržaja. Geološki podaci dobiveni terenskim istraživanjima spremaju se su digitalni Terenski dnevnik, koji je i komponenta skupa podataka tematske cjeline Geologija OGK 1:50 000 (Šparica, 2009).

Izrada Osnovne geološke karte u mjerilu 1:100 000 započela je 1962. i službeno je završila 1989. godine. Tijekom tih tridesetak godina izrađena su

74 lista cjelokupnog teritorija Republike Hrvatske. Jedan list Osnovne geološke karte u mjerilu 1:100 000 sadržava: geološku kartu (koja u prosjeku obuhvaća površinu od 1450 km<sup>2</sup>), tumač znakova kartiranih jedinica, tumač znakova standardnih oznaka, geološki stup i 1 do 2, iznimno 3 geološka profila (Hećimović, 2009).

U okviru tematske cjeline Geologija posebno mjesto zauzima Pregledna geološka karta u mjerilu 1:300 000, koja će biti dostupna javnosti i drugim institucijama putem interneta.

## 3. Hidrogeologija

Unutar tematske cjeline integrirani su slojevi podataka za Osnovnu hidrogeološku kartu u mjerilu 1:100 000, Preglednu hidrogeološku kartu u mjerilu 1:300 000 i digitalnu verziju hidrogeološkog katastra. Sadržaj Osnovne hidrogeološke karte (OHGK) usklađen je i standardiziran prema Uputama za izradu Osnovne hidrogeološke karte, te dopunjen prema zahtjevima preradbe cijeloga projekta u informacijski sustav. Klasični hidrogeološki katastar zamjenjuje baza hidrogeoloških podataka o vodnim pojavama i objektima, speleološkim objektima i vodonosnicima, koja je sastavni dio jedinstvenoga geološkog informacijskog sustava. Sastavni dio baze su i podaci o pokusnim crpljenjima, izdašnostima izvora, razinama podzemnih voda, te fizikalnim, kemijskim i bakteriološkim svojstvima podzemnih voda, koji osim prostorne, sadržavaju i vremensku komponentu (Brkić, 2009).

## 4. Inženjerska geologija

Unutar tematske cjeline integrirani su slojevi podataka za Preglednu inženjersko-geološku kartu u mjerilu 1:300 000, Osnovnu inženjersko-geološku kartu (OIGK) u mjerilu 1:100 000 i baza inženjersko-geoloških podataka. Cilj istraživanja u sklopu izradbe OIGK RH i inženjersko-geološkog (IG) informacijskog sustava je mogućost interdisciplinarnе uporabe IG podataka, posebno u ocjeni prikladnosti terena za izgradnju infrastrukturnih objekata, kapitalnu izgradnju i zaštitu okoliša. On podrazumijeva prikladan prikaz IG odlika stijenskih masa i tala, kao i egzogenetskih procesa i pojava u prostoru, kako bi kao dio prirodnih osnova mogao poslužiti pri projektiranju u građevinarstvu, vodoprivredi, elektroprivredi i drugdje.

Tematska skupina OIGK pruža dragocjene informacije i znanja o prirodnim resursima Republike Hrvatske i upućuje na mogućnosti njihove uporabe. Infrastrukturni razvoj neminovno zahtijeva antropogene intervencije unutar prostora (koridori cesta, novi željeznički pravci i ostala infrastruktura), pri čemu su primjena spoznaja o IG značajkama postojećih prirodnih sustava i bliska suradnja s prostornim planerima i projektantima jedini način učinkovitog djelovanja u prostoru i ključna su za očuvanje održivog razvoja i zaštite okoliša (Buljan, 2009).

## 5. Mineralne sirovine

Geoinformacijski sustav mineralnih sirovina RH u mjerilu 1:100 000 temelji se na obradi više od 4000 poznatih ležišta i pojava metalnih, nemetalnih i energetskih mineralnih sirovina. Karta sadrži i prikaz mogućih mineralnih resursa i treba dati smjernice za regionalna i detaljna istraživanja mineralnih sirovina pri izradi dugoročnih planova razvoja RH na bazi iskorištavanja mineralnih sirovina, izrade prostorno-planske dokumentacije i dr. Standardizacijom prikaza i organizacijom sadržaja u bazi podataka mineralnih sirovina ispunjeni su preduvjeti da se upotrebom prikladnog programa podaci organiziraju u GIS (Hasan i dr., 2008).

Izradbom pojedinih listova (u mjerilu 1:100 000 i 1:200 000) Karta mineralnih sirovina može se na jednostavan način iskoristiti pri prostornom planiranju u raznim područjima ljudske djelatnosti (rudarstvu, vodoprivredi, građevinarstvu, poljoprivredi, šumarstvu, industriji), čime služi u izradbi dugoročnih planova razvika zemlje. Zajedno s kartom potencijalnosti omogućuje plansko upravljanje mineralnim sirovinama, sigurnije ulaganje u njihovu eksploataciju i održiv odnos prema okolišu (Peh, 2009).

## 6. Geokemija

Geokemijska istraživanja imaju za težište definiranje koncentracije i prostornu distribuciju kemijskih elemenata u vodočnim sedimentima, sedimentima poplavnih ravnica, u tlu (humus i tlo s različitim dubina) i vodi u drenažnim bazenima srednje veličine. Geokemijske baze podataka sastavni su dio GEO-LIS-a, sadrže sve analitičke i terenske podatke prikupljene dosadašnjim istraživanjima na čitavom teritoriju Republike Hrvatske (Halamić, 2009).

*Pavle Ferić*

hydrogeological cadastre. The content of the Base Hydrogeological Map is adjusted and standardised according to the Instructions for Producing the Base Hydrogeological Map and is supplemented according to requirements of adapting the entire project for an information system. Classical hydrogeological cadastre is replaced by a database of hydrogeological data about water instances and objects, speleological objects and aquifers which is an integral part of the unique geological information system. An integral part of the database is also data about test extractions, source abundances, subterranean water levels, and physical, chemical and bacteriological characteristics of subterranean waters which have both temporal and spatial components (Brkić, 2009).

#### 4. Engineering Geology

This thematic unit integrates data layers for the General Engineering-Geological Map at the scale 1:300 000, Base Engineering-Geological Map (BEGM) at the scale 1:100 000 and a base of engineering-geological data. The research aim of producing the BEGM of the Republic of Croatia and the engineering-geological (EG) information system is the possibility of interdisciplinary use of EG data, especially in field evaluation for construction of infrastructural objects, capital construction and environmental

protection. It implies a suitable representation of EG characteristics of rock masses and instances in space, so that it would serve in planning in civil engineering, water management, electrical industry and elsewhere.

The BEGM thematic set offers valuable information and knowledge about natural resources in the Republic of Croatia and refers to possibilities of their use. Infrastructural development inevitably requires anthropogenic interventions within space (road corridors, new railway routes and other infrastructure), wherein knowledge application of EG characteristics of existing natural systems and close collaboration with spatial planners and designers is the only way to efficiently operate in space and are key for sustainable development and environmental protection (Buljan, 2009).

#### 5. Mineral Resources

The Geoinformation System of Mineral Resource of the Republic of Croatia at the scale 1:100 000 is based on analysing more than 4000 known deposits and instances of metal, non-metal and energetic resources. The map also contains a representation of possible mineral resources and should provide guidelines for regional and detailed research of mineral resources in production of long-term plans of the development of the Republic

of Croatia based on utilising mineral resources, production of spatial-planning documentation, etc. By standardising representation and organising content in the mineral resource database, conditions were met to organise data in GIS using a suitable program (Hasan et al., 2008).

By producing individual sheets (scales 1:100 000 and 1:200 000), the Map of Mineral Resources can be used in a simple way for spatial planning in various fields of human activities (mining, water management, civil engineering, agriculture, forestry, industry), making it serve producing long-term country development plans. Together with the map of potentiality, it enables planned management of mineral resources, safer investment in their exploitation and sustainable relation with the environment (Peh, 2009).

#### 6. Geochemistry

A geochemical research focuses on defining the concentration and spatial distribution of chemical elements in water sediments, flood plain sediments, in the soil (humus and soil from various depths) and water in drain basins of average size. Geochemical databases are an integral part of GEOLIS; contain all analytic and field data obtained in previous research on the entire territory of the Republic of Croatia (Halamić, 2009).

*Pavle Ferić*

#### Literatura / References

- Brkić, Ž., Šarin, A., Pavičić, A. (2009): Osnovna hidrogeološka karta Republike Hrvatske 1:100.000. U: Pikića, M., Halamić, J. (ur.): Hrvatski geološki institut 1909.–2009. Sto godina u službi domovine. Hrvatski geološki institut, 155–157, Zagreb.
- Buljan, R. (2009): Osnovna inženjersko-geološka karta Republike Hrvatske 1:100.000. U: Pikića, M., Halamić, J. (ur.): Hrvatski geološki institut 1909.–2009. Sto godina u službi domovine. Hrvatski geološki institut, 158–160, Zagreb.
- GISDATA (2008): Geološki informacijski sustav – Centralna GIS baza podataka (Geological information system – Central GIS database), Zagreb
- Halamić, J. (2009): Osnovna geokemijska karta Republike Hrvatske. U: Pikića, M., Halamić, J. (ur.): Hrvatski geološki institut 1909.–2009. Sto godina u službi domovine. Hrvatski geološki institut, 162–163, Zagreb.
- Hasan, O., Kruk, B., Dedić, Ž., Kastmüller, Ž., Miko, S., Kruk, Lj., Peh, Z. (2008): Geografski informacijski Sustav mineralnih sirovina Republike Hrvatske, U: Filipović, A. (urednik): III Savjetovanje geologa BiH sa međunarodnim učešćem, Udruženje/Udruga geologa Bosne i Hercegovine, Neum.
- Hećimović, I. (2009): Izradba geoloških karata – temelj razvoja Hrvatske geološke znanosti. U: Pikića, M., Halamić, J. (ur.): Hrvatski geološki institut 1909.–2009. Sto godina u službi domovine. Hrvatski geološki institut, 120–129, Zagreb.
- Peh, Z. (2009): Karta mineralnih sirovina Republike Hrvatske. U: Pikića, M., Halamić, J. (ur.): Hrvatski geološki institut 1909.–2009. Sto godina u službi domovine. Hrvatski geološki institut, 161, Zagreb.
- Singer, D., Šorša, A., Dmitrović, A., Halamić, J. (2009): Informatizacija Hrvatskoga geološkog instituta/ Geološke službe. U: Pikića, M., Halamić, J. (ur.): Hrvatski geološki institut 1909.–2009. Sto godina u službi domovine. Hrvatski geološki institut, 109–110, Zagreb.
- Šparica, M. (2009): Osnovna geološka karta Republike Hrvatske 1:50.000. U: Pikića, M., Halamić, J. (ur.): Hrvatski geološki institut 1909.–2009. Sto godina u službi domovine. Hrvatski geološki institut, 154–155, Zagreb.