

ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ О ВОДАМА СРБИЈЕ

Драгољуб Секуловић^{1*}, Славиша Татомировић², Сениша Дробњак³ и Ненад Гаљак²

¹Универзитет „Унион-Никола Тесла“ у Београду, Факултет за информационе технологије
и инжењерство, Београд, Србија

²Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, Србија

³Војногеографски институт, Београд, Србија

Сажетак: У Србији постоје развијени географско информациони системи (ГИС) сервиси и информациони системи о водама који су у власништву различитих државних субјеката. Ови информациони системи и ГИС сервиси функционишу одвојено један од другог, те се такво стање мора превазићи јер не доприноси квалитетном мониторингу водних ресурса на националном нивоу. Интеграција различитих ГИС сервиса и хидрографских информационих система Србије у јединствен информациони систем за потребе мониторинга вода намеће се као императив у данашњим сложеним климатолошким и еколошким условима у држави. У раду се даје преглед до сада развијених ГИС сервиса и информационих система о водама и износи предлог организацијских и технолошких решења интеграције тих сервиса и информационих система у јединствен информациони систем за потребе управљања водним ресурсима на простору Србије.

Кључне речи: Србија, управљање водама, мониторинг вода, ГИС, водни информациони систем, интеграција информационих система.

Professional paper

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS ON SERBIAN WATERS

Dragoljub Sekulović^{1*}, Slaviša Tatomirović², Siniša Drobňak³ and Nenad Galjak²

¹University „Union-Nikola Tesla” in Belgrade, Faculty of Information Technology
and Engineering, Belgrade, Serbia

²University of Defence in Belgrade, Military Academy, Belgrade, Serbia

³Military Geographical Institute, Belgrade, Serbia

Abstract: In the Serbia there are developed GIS services and water information systems owned by different state entities. These information systems and GIS services operate separately from each other, and this situation must be overcome because it does not contribute to the quality monitoring of water resources at the national level. The integration of various GIS services and hydrographic information systems of the Republic of Serbia into a unique information system for water monitoring purposes is imposed as an imperative in today's complex climatologically and ecological conditions in the country. The paper presents an overview of the previously developed GIS services and water information systems and presents the proposal of organizational and technological solutions for the integration of these services and information systems into a unique information system for water resource management in the area of the Republic of Serbia.

Key words: Serbia, water management, water monitoring, GIS, water information system, integration of information systems.

* Аутор за кореспонденцију: Драгољуб Секуловић, Универзитет „Унион-Никола Тесла“ у Београду, Факултет за информационе технологије и инжењерство, Јурија Гагарина 149А, 11070 Београд, Србија, Е-mail: sekulovicdr@yahoo.co.uk

Corresponding author: Dragoljub Sekulović, University „Union-Nikola Tesla” in Belgrade, Faculty of Information Technology and Engineering, Juriya Gagarina 149A, 11070 Belgrade, Serbia, E-mail: sekulovicdr@yahoo.co.uk

УВОД

У Србији постоје развијени ГИС сервиси и информациони системи о водама који су у власништву различитих институција. Ти информациони системи и ГИС сервиси функционишу одвојено један од другог. Такво стање мора се превазићи јер не доприноси квалитетном управљању водним ресурсима на националном нивоу.

Интеграција различитих ГИС сервиса и хидрографских информационих система у јединствен информациони систем за потребе газдовања водама намеће се као императив у данашњим сложеним климатским и еколошким условима у нашој земљи. На тај начин конципиран систем у свој органски састав укључио би податке о површинским и подземним водама, објекте на водама и хидротехничке објекте (Green et al., 2011; Jakovljević et al., 2019; Wada et al., 2010). То је пре свега, неопходно јер је хидросфера интегралан систем, што говори о томе да на стање и исправност површинских вода у држави утиче и стање и исправност подземних вода, објеката на водама, хидротехничких и привредних објеката (Bovolo et al., 2009; Dettinger & Earman, 2007; Holman, 2006; Klove et al., 2014).

АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОНИХ СИСТЕМА О ВОДАМА У СРБИЈИ

Глобалном анализом стања информационих система о водама у Србији, утврђено је да постоје развијени ГИС сервиси и информациони системи о водама који су у власништву различитих јавних предузећа и институција. *Законом о националној инфраструктури геопросторних података (НИГП)* (Закон о националној инфраструктури геопросторних података, 2018) практично је транспонована INSPIRE директива у наше законодавство и њиме је прописано да се као део НИГП успостави тематски слој (део информационог система) *Хидрографија*. Поред

INTRODUCTION

In Serbia, there are developed GIS services and water information systems owned by different institutions. These information systems and GIS services operate separately from one another. This situation must be overcome because it does not contribute to the quality management of water resources at the national level.

The integration of various GIS services and hydrographic information systems into a single water management information system is becoming imperative in today's complex climate and ecological conditions in our country. In this way, the conceptualized system would include in its organic composition data on surface and groundwater, on-water facilities and hydro-technical facilities (Green et al., 2011; Jakovljević et al., 2019; Wada et al., 2010). This is, first of all, necessary because the hydrosphere is an integral system, which indicates that the state and correctness of surface water in the country is affected by the condition and soundness of groundwater, water facilities, hydrotechnical and economical facilities (Bovolo et al., 2009; Dettinger & Earman, 2007; Holman, 2006; Klove et al., 2014).

ANALYSIS OF WATER INFORMATION SYSTEMS IN SERBIA

By a global analysis of the state of water information systems in Serbia, it is established that there are developed GIS services and water information systems owned by various public companies and institutions. The *Law on National Spatial Data Infrastructure (NSDI)* (Закон о националној инфраструктури геопросторних података, 2018) practically transposed the INSPIRE directive into our legislation and stipulates the establishment of a thematic layer (part of the information system) *Hydrography* as part of the NSDI. In addition, the *Law on Waters* (Закон о водама, 2010) prescribed the

тога, *Закон о водама* (Закон о водама, 2010) је прописао обавезу успостављања и вођења Водног информационог система у оквиру Министарства пољопривреде и Републичке дирекције за воде. На основу *Закон о водама* (Закон о водама, 2010) и *Уредби о утврђивању годишњих програма мониторинга статуса вода* у Агенцији за заштиту животне средине успостављен је Информациони систем квалитета вода Србије.

Поред ових информационих система у Војногеографском институту у Београду (ВГИ), у оквиру пројекта израде *Геопросторне базе података* (ГБП) која је садржајно еквивалентна Топографској карти 1:25000, израђују се посебни тематски слојеви *Хидрографије*. Осим хидрографског садржаја који је интегрисан у ГБП у ВГИ-у је на основу Карте водообјеката 1:50000 (КВО50) израђена и База података водообјеката (БПКВО) Републике Србије.

НАЦИОНАЛНА ИНФРАСТРУКТУРА ГЕОПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА (НИГП) – ТЕМАТСКИ СЛОЈ ХИДРОГРАФИЈА

Републички геодетски завод је у претходном периоду развио WEB апликацију НИГП, која се налази на порталу: www//geosrbija.rs. Структура података теме “Хидрографија” на порталу израђена је према апликационој UML шеми датој у документу D2.8.I.8 *Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines (Data content and structure)* (INSPIRE Thematic Working Group Hydrography, 2014), као једном од основних докумената INSPIRE директиве. Анализом теме “Хидрографија” може се утврдити да су подаци о хидрографским објектима, сливовима и водотоцима преузети од релевантних надлежних институција. Израђена је и адекватна топологија просторних података (на примјер, водотоци садрже тополошке линије), што обезбеђује потпуну аналитику над просторним подацима теме “Хидрографија”. Хидрографски подаци у апликацији НИГП на порталу www//geosrbija.rs, доступни су путем интернета свим корисницима, како путем

obligation to establish and maintain a Water Information System within the Ministry of Agriculture and Republic Water Directorate. On the basis of the *Law on Waters* (Закон о водама, 2010) and the *Decree on the establishment of annual programs for monitoring the status of water* at the Environmental Protection Agency, the Water Quality Information System of Serbia was established.

In addition to these information systems at the Military Geographical Institute in Belgrade (MGI), special thematic layers of Hydrography are created within the project of development of the *Geospatial Database (GDB)* that is substantially equivalent to the Topographic map 1: 25.000. In addition to the hydrographic content, which is integrated into the GDB in the MGI, on the basis of the Water Objects Map 1:50.000 (WOM50), the Database of Water Objects (DBWOM) of the Republic of Serbia was also created.

NATIONAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE (NSDI) – THEMATIC LAYER HYDROGRAPHY

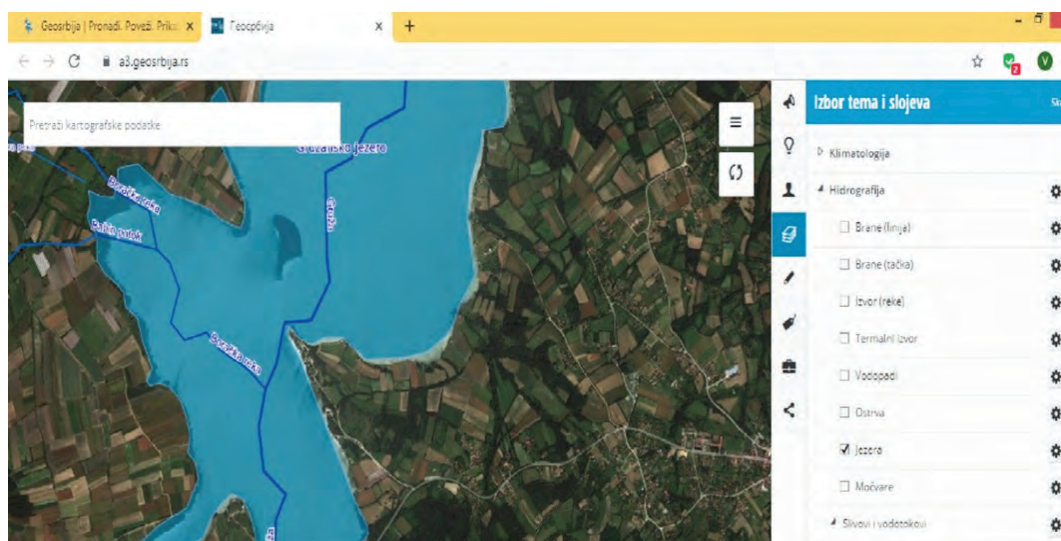
In the previous period, the Republic Geodetic Authority developed the WEB application NSDI, which is available on the portal: www//geosrbija.rs. The “Hydrography” topic data structure on the portal was built according to the application UML scheme given in D2.8.I.8 *Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines (Data Content and Structure)* (INSPIRE Thematic Working Group Hydrography, 2014), as one of the basic documents of the INSPIRE Directive. By analyzing the thematic layer “Hydrography”, it can be established that data on hydrographic objects, basins and watercourses have been taken from the relevant competent institutions. Adequate topology of spatial data has also been developed (e.g. watercourses contain topological lines), which provides complete analysis of the spatial data of the thematic layer “Hydrography”. Hydrographic data in the NSDI application at www//geosrbija.rs,

десктоп апликација, тако и путем савремених андроид апликација.

Поред ових позитивних карактеристика, као главни недостатак може се навести резолуција геопросторних података теме “Хидрографија”. Хидрографски просторни подаци прикупљени су и приказани према EuroRegionalMap просторном моделу података и техничкој спецификацији. Из тог разлога они су нивоа детаљности (размера) 1:250000 (Сл. 1). За потребе квалитетног интегрисаног управљања водним ресурсима у Србији неопходни су подаци који могу омогућити детаљне геопросторне анализе, а то су подаци нивоа детаљности (размера) 1:25000, што значи да се тематски слој “Хидрографија” мора изградити у потпуности до тог нивоа детаљности.

are available online to all users, both through desktop applications and through modern android applications.

In addition to these positive characteristics, the main weakness is the resolution of the spatial data of the thematic layer “Hydrography”. Hydrographic spatial data were collected and displayed according to the EuroRegionalMap spatial data model and technical specification. For this reason, they have a level of detail (scale) of 1:250,000 (Fig. 1). For the needs of quality integrated water resources management in Serbia, data that can enable detailed geospatial analyzes is required, namely data of the level of detail (scale) 1:25,000, which means that the thematic layer “Hydrography” must be fully built up to that level of detail.



Сл. 1. Приказ теме “Хидрографија” на порталу www.geosrbija.rs

Fig. 1. View of “Hydrography” topic at www.geosrbija.rs portal

ВОДНИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ (ВИС) РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

WATER INFORMATION SYSTEM (WIS) OF THE REPUBLIC OF SERBIA

На основу Закона о водама (Закон о водама, 2010), Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије донело је Правилник о садржини и начину вођења Водног информационог система, методологији, структури, категоријама и нивоима сакупљања података, као и о садржини

Pursuant to the *Law on Water* (Закон о водама, 2010), the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Serbia adopted the *Rulebook on the Content and Manner of Maintaining the Water Information System, methodology, structure, categories and levels of data collection. as well as the content*

података о којима се обавештава јавност (Правилник о садржини и начину вођења водног информационог система, методологији, структури, категоријама и нивоима сакупљања података, као и о садржини података о којима се обавештава јавност, 2011). Обавеза вођења Водног информационог система (ВИС) дата је у надлежност Министарства пољопривреде, односно јавног водопривредног предузећа (ЈВП) “Србијаводе” и Републичке дирекције за воде. Водни информациони систем, садржи податке о стању квалитета вода, класама водних тела површинских и подземних вода, водној документацији, законодавним, организационим, стратешким и планским мерама у области управљања водама, као и научно-техничке и друге податке значајне за управљање водама.

Водни информациони систем, технички је реализован у оквиру Oracle базе података. Као платформа за комуникацију са базом података одабран је софтвер ArcGIS. Као главни комуникациони сегмент између Oracle базе података и ГИС платформе ArcGIS, користи се ArcSDE за Oracle базу података, који омогућава везу између корисничких апликација и базе података ВИС-а. Њиме је омогућено транспарентно складиштење просторних података у јединствену базу ВИС-а и обезбеђена доступност података свим апликацијама које те податке користе путем WEB портала: www.srbijavode.rs/web/web-gis-portal.html (Сл. 2).

of the information being notified to the public (Правилник о садржини и начину вођења водног информационог система, методологији, структури, категоријама и нивоима сакупљања података, као и о садржини података о којима се обавештава јавност, 2011). The obligation to maintain the Water Information System (WIS) is vested in the competence of the Ministry of Agriculture, that is, the public water company (PWC) of “Srbijavode” and the Republic Water Directorate. Water Information system, contains data on the state of water quality, classes of water bodies of surface and groundwater, water documentation, legislative, organizational, strategic and planning activities in the field of water management, as well as scientific, technical and other data for water management.

Water Information System, technically implemented within the Oracle database. ArcGIS software has been selected as the database communication platform. As the main communication segment between the Oracle database and the ArcGIS platform, ArcSDE for the Oracle database is used, which provides a link between the user applications and the WIS database. It enables transparent storage of spatial data in a unique WIS database and ensures the availability of data to all applications that use that data through the WEB portal: www.srbijavode.rs/web/web-gis-portal.html (Fig. 2).



Сл. 2. Приказ просторних информација у ВИС

Fig. 2. View of spatial information in the WIS

Анализом до сада израђеног ВИС и пратећих докумената којима је прописана његова израда, можемо утврдити да његова комплетна изградња може да подржи концепт интегралног управљања водама на простору Републике Србије. Концепт успостављања ВИС у Србији усаглашен је у великој мери са Директивом 2000/60/ЕЦ Европског парламента и Већа о успостављању оквира за деловање Заједнице у области политике вода (*Water Framework Directive – WFD*). Подаци у оквиру ВИС преузети су од релевантних надлежних државних институција. Као негативна страна у поступку изградње ВИС може се навести изостанак стратегије и успостављених процедура за размену података о водама са другим информационим системима на националном нивоу.

ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ КВАЛИТЕТА ВОДА СРБИЈЕ

На основу *Закона о водама* (Закон о водама, 2010) у оквиру годишњих уредби Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије о утврђивању програма мониторинга статуса вода, посебно се разрађују мере унапређења мониторинга квалитета површинских и подземних вода Србије. Развој оперативног мониторинга квалитета вода усмерен је на формирање и опремање Регионалних центара (РГЦ) на нивоу водних подручја и повезивање РГЦ у Информациони систем квалитета вода (Сл. 3).

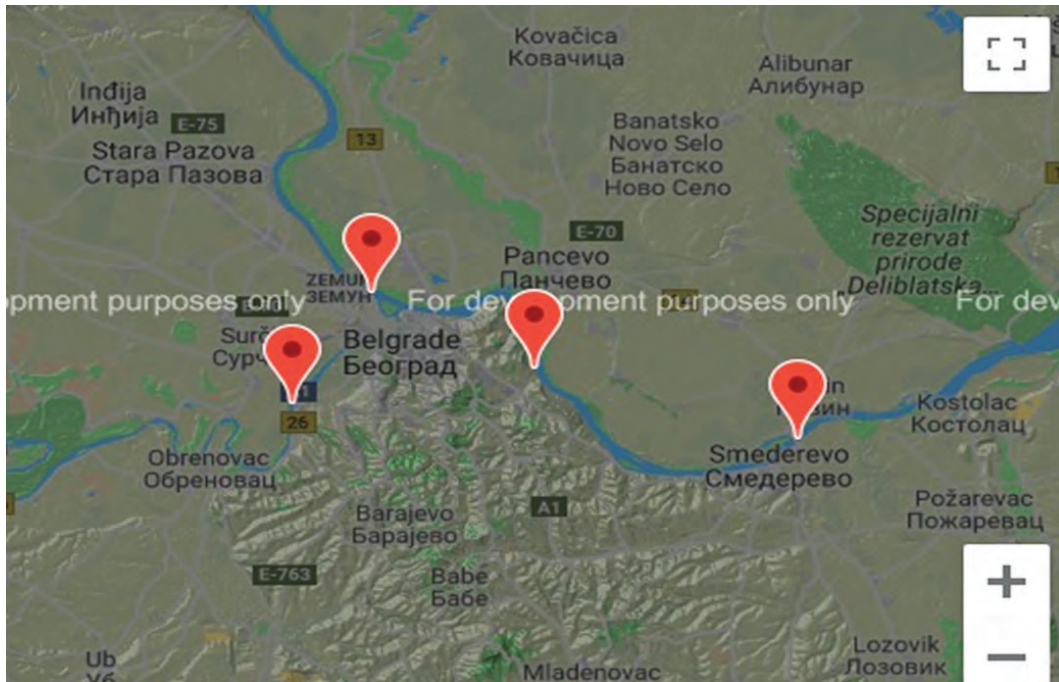
Информациони систем квалитета вода Србије развијен је као активан систем базиран на информационим технологијама и усмерен на прикупљање података и информација о квалитету површинских и подземних вода Србије у циљу предузимања мера на унапређењу квалитета вода. Развијен је у Агенцији за заштиту животне средине (Одељење за мониторинг квалитета вода и седимената и Одељење за националну лабораторију), а у складу са захтевима стандарда SRPS ISO 17025:2006. Основну

By analyzing the WIS made so far and the accompanying documents prescribing its preparation, we can conclude that its complete construction can support the concept of integrated water management in the territory of the Republic of Serbia. The concept of establishing a WIS in Serbia is largely in line with Directive 2000/60 / EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy – WFD (*Water Framework Directive*). The data within the WIS was taken from the relevant competent state institutions. The downside to the WIS construction process is the lack of a strategy and established procedures for exchanging water data with other information systems at national level.

SERBIA WATER QUALITY INFORMATION SYSTEM

Pursuant to the *Law on Waters* (Закон о водама, 2010), within the framework of the annual regulations of the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Serbia on the establishment of water status monitoring programs, activities for improving the monitoring of surface and groundwater quality of Serbia are elaborated. The development of operational monitoring of water quality is aimed at: formation and equipping of Regional Centers (RGCs) at the level of river basin districts and integration of RGCs into the Water Quality Information System (Fig. 3).

The Water Quality Information System of Serbia was developed as an active system based on information technologies and aimed at collecting data and information on the quality of surface and groundwater of Serbia in order to take activities to improve water quality. It has been developed by the Environmental Protection Agency (Department for Water and Sediment Quality Monitoring and Department for National Laboratory) and in accordance with the requirements of the standard SRPS



Сл. 3. Део мреже РГЦ статуса вода у Републици Србији

Fig. 3. Part of the RGCs network of waters status in the Republic of Serbia

компоненту информационог система квалитета вода чини интегрална База података квалитета површинских и подземних вода Србије. База података развијена је на Oracle Database 11g XE платформи и функционише на централном серверу у мрежном окружењу повезаних рачунарских система којим се обезбеђује пренос информација путем Интернета. Резултати оперативног спровођења мониторинга статуса површинских и подземних вода на простору Србије (мерне станице и РГЦ), похрањују се у Базу података.

База података квалитета површинских и подземних вода Србије обезбеђује интеграцију прикупљених података у WISE-EIONET (*Water Information System for Europe*) и генерисање наших годишњих националних извештаја о квалитету воде према Европској агенцији за животну средину. Поред тога, развојем XML сервиса за размену података са другим информационим системима, обезбеђена је размена података са Водним информационим системом (ВИС) Републике Србије.

ISO 17025:2006. The basic component of the water quality information system is integral Database of surface and groundwater quality in Serbia. The database is developed on the Oracle Database 11g XE platform and functions on a central server in a networked environment of connected computer systems that provide information transmission over the Internet. The results of operational monitoring of surface and groundwater status in the territory of Serbia (measuring stations and RGC) are stored in the Database.

Database of surface and groundwater quality in Serbia ensures the integration of the collected data into the WISE-EIONET (*Water Information System for Europe*) and the generation of our annual national water quality reports by the European Environment Agency (EEA). In addition, the development of XML data sharing services with other information systems has provided data exchange with the Water Information System (WIS) of the Republic of Serbia.

ГЕОПРОСТОРНА БАЗА ПОДАТАКА
ВОЈНОГЕОГРАФСКОГ ИНСТИТУТА
(ГБП25) – СЛОЈ ХИДРОГРАФИЈА

GEOGRAPHICAL DATABASE OF THE
MILITARY GEOGRAPHICAL INSTITUTE
(GDB25) – LAYER HYDROGRAPHY

Пратећи развој стандарда у области прикупљања, организације, обраде и презентације просторних података, Војногеографски институт је организовао све просторне податке у централној Геопросторној бази података у размери 1:25000 (ГБП25) (Секуловић et al., 2014). Она представља основу за генерисање свих осталих карата размерног низа који се производе у ВГИ-у, а првенствено топографских карата у размери 1:50000 (ТК50), 1:100000 (ТК100) и 1:250000 (ТК250) (Секуловић & Дробњак, 2011, 2013; Tatomirović et al., 2007).

Технолошки процес израде ГБП25 заснован је на картирању садржаја методама дигиталне фотограметријске реституције и картографској обради просторних података у ГИС окружењу. За израду ГБП25 у ВГИ-у одабрана је софтверска платформа ArcGIS, која у себи садржи јединствен приступ у процесу креирања геопросторних база података (Секуловић & Дробњак, 2011).

Моделовањем података ГБП25 дефинисан је посебан слој хидрографије. Генерално, у складу с логичким моделом података ГБП25 тематски слој хидрографије обухвата три тематске целине: *стајаће воде, текуће воде и објекте за снабдевање водом*.

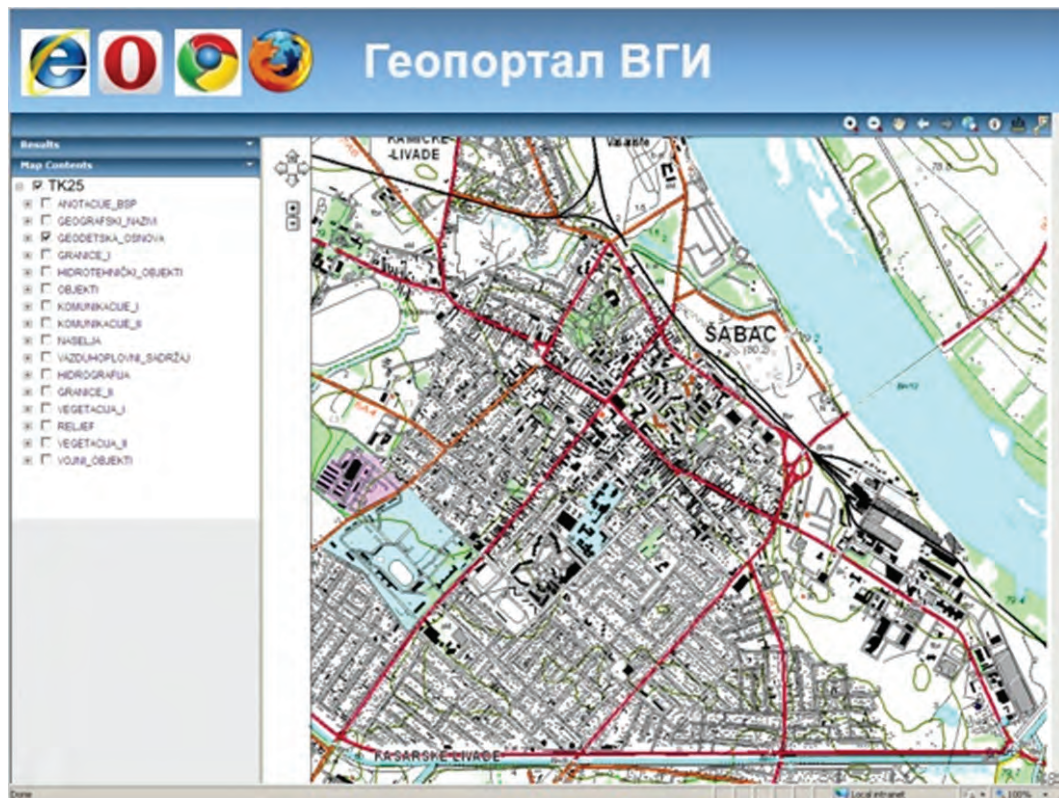
Физичким моделом података дефинисан је изглед базе података односно “простор” за похрањивање елемената дефинисаних логичким моделом података. Изглед комплетно урађеног и визуелизованог дела ГБП25 приказан је на Сл. 4 (Секуловић & Дробњак, 2013).

Following the development of standards in the field of spatial data collection, organization, processing and presentation, the Military Geographical Institute organized all spatial data in the Central Geospatial Database at a scale of 1:25,000 (GDB25) (Секуловић et al., 2014). It is the basis for the generation of all other scale maps produced in the MGI, primarily Topographic maps at the scale 1:50,000 (ТМ50), 1:100,000 (ТМ100) and 1:250,000 (ТМ250) (Секуловић & Дробњак, 2011, 2013; Tatomirović et al., 2007).

The GDB25 technology development process is based on content mapping using digital photogrammetric restitution methods and processing of spatial data in a GIS environment. ArcGIS software platform was selected to create GDB25 in MGI, which contains a unique approach in the process of creating geospatial databases (Секуловић & Дробњак, 2011).

GDB25 data modelling has defined a separate layer of Hydrography. Generally, according to the logical data model GDB25, the thematic layer of hydrography comprises three thematic units: standing water, running water and water supply facilities.

The physical data model defines the layout of the database, or “space” for storing elements defined by the logical data model. The layout of the fully completed and visualized GDB25 piece is shown in Fig. 4 (Секуловић & Дробњак, 2013).



Сл. 4. Изглед урађеног и визуелизованог дела ГБП25 на Геопорталу ВГИ
 Fig. 4. Layout of the GBP25 rendered and visualized part of the MGI Geoportal

Тематска целина стајаћих вода обухвата: мора, језера, баре, локве и рибњаке. Од текућих вода у ГБП25 садржани су подаци о рекама, потоцима и каналима. Од објеката за воду у ГБП25 дати су објекти из којих се добија вода за пиће (извори, чесме, бунари), објекти у којима се скупља површинска вода (цистерне, резервоари, базени) и објекти којима се преноси вода на веће или мање даљине (долапи, црпке, водоводи, тунели за воду, цеви за воду и аквадукти).

Геопросторна база података ВГИ-а (ГБП25) започета је интензивно да се израђује 2014. године и за сада је завршена за око 35 % територије Републике Србије. Реално се може очекивати да ће комплетна ГБП25 бити завршена до 2025. године. Њеним завршетком обезбедиће се ажурна основа високог квалитета за интеграцију тематског слоја хидрографије у јединствени Водни информациони систем Србије. Поред хидрографских података она ће обезбедити геопросторне податке неопходне за квалитетно управљање водним ресурсима (Дигитални модел терена – ДМТ, Дигитални ортофото – ДОФ и други слојеви).

The thematic layer of standing waters includes: seas, lakes, ponds, puddles and ponds. Of the running waters, GDB25 contains data on rivers, streams and canals. Of the water facilities in GDB25, facilities are provided for drinking water (springs, fountains, wells), facilities for collecting surface water (tanks, reservoirs, pools) and facilities for transporting water over greater or smaller distances (sewers, pumps, water mains, water tunnels, water pipes and aqueducts).

The MGI geospatial database (GDB25) it was started intensely to be made in 2014 and has been completed for about 35 % of the territory of the Republic of Serbia. It is realistic to expect that the complete GDB25 will be completed by 2025. Its completion will provide an up-to-date basis of high quality for the integration of the hydrographic thematic layer into Serbia's unique Water Information System. In addition to hydrographic data, it will provide geospatial data necessary for quality management of water resources (Digital Terrain Model – DTM, Digital Orthophoto – DOP and other layers).

БАЗА ПОДАТАКА КАРТЕ ВОДООБЈЕКТА
У РАЗМЕРИ 1:50000 (БПКВО50)

Карта водообјеката 1:50000 (КВО50) израђена је у периоду од 1977. до 1993. године. На изради ове карте ангажоване су водопривредне институције и министарства за Одбрану и Пољопривреду. Коришћени су релевантни извори података као што су: катастри изворишта; детаљне хидрогеолошке и топографске карте крупних размера; пописи, прегледи, евиденције, пројектни елаборати и други материјали о водообјектима, као и подаци теренског извиђања и пописа. Карта водообјеката је једна од карата која је у ВГИ-у у то време израђивана применом информатичке технологије. Управо ти подаци у дигиталном облику били су основа су за развој Базе података карте водообјеката у размери 1:50000 (БПКВО50).

Дигитални тематски подаци КВО50 су у периоду од 2002. до 2004. године додатно обрађени на векторском нивоу и извршено је геометријско, тематско и тополошко моделовање, као и коректура података у складу са захтевима изградње функционалног ГИС. Након моделовања и коректуре геометријских података добијен је скуп геометријских података о водообјектима у векторском (*.shp) формату.

Алфанумерички (негеометријски) подаци о водообјектима КВО50 добијени су на основу података са Б стране листова КВО50 (табеларни преглед карактеристика и нумеричких показатеља о водообјектима). На тај начин добијена је екстерна база података о водообјектима.

Повезивање геометријских и негеометријских података и креирање коначне базе података, спроведено је у софтверском пакету ArcGIS. Геометријски подаци о водообјектима у *.shp формату конвертовани су у ArcGIS базу података где је урађено и њихово повезивање с табелама негеометријских података екстерне базе података. Након генерисања јединствене ArcGIS базе података спроведена је контрола изведених радова. Контрола изведених радова

WATER FACILITIES MAP DATABASE AT
THE SCALE 1:50,000 (WFMDB50)

The Map of the water facilities 1:50,000 (WFM50) was made in the period from 1977 to 1993. The development of this map involves water management institutions and ministries of defense and agriculture. Relevant sources of data were used such as: cadastral data; detailed large-scale hydrogeological and topographic maps; lists, surveys, records, project studies and other materials on water bodies, as well as field survey and census data. The Map of the water facilities is one of the maps created at that time by MGI with the using of information technology. This digital data was the basis for the development of the Water Facilities Map Database at the scale of 1:50,000 (WFMDB50).

The WFM50 digital thematic data were further refined at the vector level from 2002 to 2004 and geometric, thematic and topological modelling were performed, as well as data correction in accordance with the requirements of building a functional GIS. After modelling and correction of geometric data, a set of geometric data on water objects in vector (*.shp) format was obtained.

Alphanumeric (non-geometric) data on WFM50 water bodies were obtained from the B-side data of the WFM50 sheets (tabular overview of characteristics and numerical indicators of water objects). In this way, an external database of water bodies was obtained.

The connection of geometric and non-geometric data and creation of the final database was carried out in ArcGIS software package. Geometric data on water objects in *.shp format were converted to ArcGIS database where they were also linked to tables of non-geometric data of external database. After the generation of the unique ArcGIS database, the control of the performed works was carried out. The control of the performed works included the correction of non-geometric data and included the control

обухватала је коректуру негеометријских података и подразумевала је контролу уноса података у базу података и накнадну контролу унетих података (Drobnjak et al., 2016).

Конечна База података КВО50 обухватила је све податке садржане на свих 203 одштампана листа КВО50. Исечак листа КВО50 приказан је на Сл. 5. База података КВО50 садржи податке о изворима (сталним и повременим), каптираним изворима (сталним и повременим), бунарима (копани, бушени, артешки, субартешки, рени), пећинама, понорима и јамама са водом, као и податке о водозахватима, црпно-потисним станицама, резервоарима, цистернама, гравитационим водоводним мрежама и покривености простора секундарном водоводном мрежом.

of data entry into the database and subsequent control of the entered data (Drobnjak et al., 2016).

The final WFM50 Database included all the data contained on all 203 WFM50 printed map sheets. A section of the WFM50 sheet is shown in Fig. 5. The WFM50 database contains data on springs (permanent and non-permanent), captive springs (permanent and non-permanent), wells (dug, drilled, artesian, subartesian, ren), caves, sinks and pits with water, as well as information on water intakes, pumping stations, reservoirs, tanks, gravity water supply networks and coverage of space by secondary water supply network.



Сл. 5. Исечак Карте водообјеката у размери 1:50000

Fig. 5. Part of Water Facilities Map 1:50,000

Крајем 2018. и почетком 2019. године ЈВП “Србијаводе” и ВГИ, започели су заједнички пројекат ажурирања и обнове Базе података КВО50. Реализацијом тог пројекта, паралелно са завршетком радова на ГБП25 наведене институције даће још један значајан допринос развоју јединственог

At the end of 2018 and the beginning of 2019 PWC “Srbijavode” and MGI, started a joint project of updating WFM50 Database. With the realization of this project, in parallel with the completion of the works on GDB25, the mentioned institutions will make another significant contribution to the development of

Водног информационог система и достизању циљева прокламованих у *Стратегији управљања водама на простору Републике Србије до 2034. године* (Влада Републике Србије, 2016).

a unique Water Information System and the achievement of the goals proclaimed in the *Water Management Strategy for the Republic of Serbia by 2034* (Влада Републике Србије, 2016).

ЗАКЉУЧАК

Анализа стања израђених информационог система о водама у Србији, показала је да постоје добре основе за достизање прокламованог циља израде јединственог Водног информационог система Републике Србије. До сада развијени ГИС сервиси и информациони системи о водама који су у власништву различитих јавних предузећа и институција, поседују велико богатство података о водама и водним ресурсима Србије, међутим ниједан од тих сервиса не подржава концепт интегралног управљања водама на простору Србије. Интеграција података о водама и водним ресурсима намеће се као неодложан задатак.

Тај задатак је у складу са законском регулативом потребно поверити техничким носиоцима израде Водног информационог система – Министарству пољопривреде, односно, Републичкој дирекцији за воде и ЈВП “Србијаводе”.

У процесу израде интегралног Водног информационог система потребно је у потпуности применити стандарде које прописују документи Европске уније; Директива 2000/60/ЕС о успостављању оквира за деловање Заједнице у области политике вода и друге директиве у области вода с једне стране, INSPIRE директиву, као и техничке спецификације које произилазе из INSPIRE директиве. Поред тога, у циљу израде интегралног Водног информационог система на државном нивоу потребно је формирати посебно координационо тело састављено од представника релевантних институција. Садржај и структуру података у Водном информационог систему потребно је доградити према INSPIRE директиви,

CONCLUSION

Analysis of the state of developed water information systems in Serbia has shown that there are good grounds for achieving the proclaimed goal of creating a unique Water Information System of the Republic of Serbia. The GIS services and water information systems developed so far, which are owned by various public companies and institutions, possess a large wealth of data on water and water resources of Serbia, however, no one of these services supports the concept of integrated water management in the territory of Serbia. Integration of water and water resource data is imposed as an urgent task.

In accordance with the legislation, this task should be entrusted to the technical bodies responsible for the preparation of the Water Information System – the Ministry of Agriculture, that is, the Republic Directorate for Water and PWC “Srbijavode”.

In the process of developing an integrated Water Information System, the standards laid down in European Union documents should be fully applied; Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy – WFD (*Water Framework Directive*) and other directives in the field of water, on the one hand, the INSPIRE Directive, as well as the technical specifications resulting from the INSPIRE Directive. In addition, in order to develop an integrated Water Information System at the state level, it is necessary to set up a special coordination body composed of representatives of relevant institutions. The content and structure of the data in the Water Information System should be upgraded according to the INSPIRE directive, that

односно према документу D2.8.I.8 *Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines (Data content and structure)*. Поред тога, потребно је развити и напредне XML сервисе за размену података између анализираних информационих система.

Развојем НИГП, Информационог система квалитета вода Србије, Геопросторне базе података (ГБП25) и Базе података КВО50 и интеграцијом тих података у Водни информациони систем до 2025. године, обезбедиће се успостављање концепта интегралног управљања водама на геопростору Србије. Реализацијом тих циљева створиће се услови да се може адекватно утицати на стање и исправност површинских вода у Србији. Сходно овако постављеним циљевима у наредном периоду неопходан је мултидисциплинаран, мултисекторски и пре свега интегративан приступ релевантних организација водoprивредног, индустријског и еколошког сектора с једне стране и геосектора с друге стране.

is, according to document D2.8.I.8 *Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines (Data content and structure)*. In addition, advanced XML services for data exchange between analyzed information systems need to be developed.

The development of the NSDI, the Water Quality Information System of Serbia, the Geospatial Database (GDB25) and the WFM50 Database and the integration of these data into the Water Information System until 2025 will ensure the establishment of the concept of integrated water management in the geospatial area of Serbia. By realization of these goals will create conditions that can adequately influence the condition and safety of surface waters in Serbia. Pursuant to such goals, a multidisciplinary, multisectoral and, above all, integrative approach of relevant organizations of the water, industrial and ecological sectors on the one hand and geosectors on the other is necessary in the forthcoming period.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Bovolo, C. I., Parkin, G., & Sophocleous, M. (2009). Groundwater Resources, Climate and Vulnerability. *Environmental Research Letters*, 4(3), Article 035001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/4/3/035001>
- Dettinger, M. D., & Earman, S. (2007). Western Ground Water and Climate Change – Pivotal to Supply Sustainability or Vulnerable in Its Own Right? *Ground Water News and Views*, 4(1), 4–5.
- Drobnjak, S., Sekulović, D., Amović, M., Gigović, Lj., & Regodić, M. (2016). Central Geospatial Database Analysis of the Quality of Road Infrastructure Data. *Geodetski vestnik*, 60(2), 270–285. <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2016.02.270-285>
- Green, T. R., Taniguchi, M., Kooi, H., Gurdak, J. J., Allen, D. M., Hiscock, K. M., Treidel, H., & Aureli, A. (2011). Beneath the Surface of Global Change: Impacts of Climate Change on Groundwater. *Journal of Hydrology*, 405(3–4), 532–560. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.05.002>
- Holman, I. P. (2006). Climate Change Impacts on Groundwater Recharge-Uncertainty, Shortcomings, and the Way Forward? *Hydrogeology Journal*, 14(5), 637–647. <https://doi.org/10.1007/s10040-005-0467-0>
- INSPIRE Thematic Working Group Hydrography. (2014). *INSPIRE Infrastructure for Spatial Information in Europe, D2.8.I.8 Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines*. European Commission, Joint Research Centre.
- Jakovljević, G., Govedarica, M., & Álvarez-Taboada, F. (2019). Waterbody Mapping: A Comparison of Remotely Sensed and GIS Open Data Sources. *International Journal of Remote Sensing*, 40(8), 2936–2964. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1538584>

- Klove, B., Ala-Aho, P., Bertrand, G., Gurdak, J. J., Kupfersberger, H., Kværner, J., Muotkab, T., Mykrä, H., Preda, E., Rossi, P., Bertacchi Uvo, C., Velasco, E., & Pulido-Velazquez, M. (2014). Climate Change Impacts on Groundwater and Dependent Ecosystems. *Journal of Hydrology*, 518, 250–266. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.06.037>
- Правилник о садржини и начину вођења водног информационог система, методологији, структури, категоријама и нивоима сакупљања података, као и о садржини података о којима се обавештава јавност, Службени гласник Републике Србије бр. 54 (2011).
- Секуловић, Д., & Дробњак, С. (2011). Примена савремених технологија у процесу израде геопросторне базе података у резолуцији 1:25,000 (ГБП25). У М. Станковић (Ур.), *Зборник радова Међународног научно стручног скупа “Архитектура и урбанизам, грађевинарство, геодезија – јуче, данас, сутра”* (стр. 755–766). Универзитет у Бањој Луци, Архитектонско-грађевински факултет.
- Секуловић, Д., & Дробњак, С. (2013). Анализа аутоматске картографске генерализације у дигиталном картирању. *Herald*, 16, 91–101. <https://doi.org/10.7251/HRLD1316091S>
- Секуловић, Д., Илић, А., & Дробњак, С. (2014). Глобализација инфраструктуре просторних података. *Herald*, 17, 151–166. <https://doi.org/10.7251/HER1714151S>
- Tatomirović, S., Banković, R., & Šulem, V. (2007). Baza podataka o vodoobjektima na osnovu Karte vodoobjekata u razmeri 1:50,000. *Zbornik radova Vojnogeografskog instituta*, 16, 37–48.
- Влада Републике Србије. (2016). *Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године*.
- Закон о националној инфраструктури геопросторних података, Службени гласник Републике Србије бр. 27 (2018).
- Закон о водама, Службени гласник Републике Србије бр. 30 (2010), 93 (2012) и 95 (2018).
- Wada, Y., van Beek, L. P. H., van Kempen, C. M., Reckman, J. W. T. M., Vasak, S., & Bierkens, M. F. P. (2010). Global Depletion of Groundwater Resources. *Geophysical Research Letters*, 37(20), Article L20402. <https://doi.org/10.1029/2010gl044571>