

911.2:007(285)

Дејан Радовић¹, Милутин Љешевић², Милан Кукрика², Тоша Нинков³,
Георг Цукић⁴, Ивица Радовић¹

ГИС И РЕГИОН СКАДАРСКОГ ЈЕЗЕРА

Abstract. The Skadar Lake Region represents one of the most important centers of geodiversity and biodiversity for Western Balkan and SE Europe. The largest part of this Region has the status of the National Park since 1983. International recognition of the importance of Skadar Lake ecosystems come in 1995, when the Lake was designated as Ramsar site.

The geographical information system (GIS) that we have created has provided an excellent tool for valorization and protection of all natural values and potential of Skadar Lake Region.

The GIS of Skadar Lake Region is organized for the territory of about 4500 km² and is divided (by type and format) into various data forms: **Raster data:** georeferenced raster topographic maps, satellite imaginary, digital model of precipitation, digital model of temperature; **Vector data:** geology, hydrogeology, hydrology (Adriatic sea, lakes, rivers, underground water, springs), soil, temperature, precipitation, irrigation areas, vegetation, biomes, border of protected areas, locality of important animal species, other important localities (archeological, cultural), border of NP, state border; **Digital elevation model (DEM)** -resolution 20m and **Database**.

Except of ecological conservation this information system will be helpful to a wide circle of users in the areas of natural, biotechnical, technical, economic and social sciences.

Key words: GIS, Skadar Lake Region, valorization, protection

Увод

Основни научни циљ савремене конзервационе биологије је очување и заштита високе специјске разноврсности, односно биодиверзитета на нивоу Планете. Енглески еколог Norman Myers и сарадници су (2000) у оквиру фондације *Conservation International* идентификовали укупно 25 "hotspots" (врњих тачака) биодиверзитета на нивоу Планете (Myers N. et al. 2000).

Простор Медитерана, који укључује и значајан део Балканског полуострва, односно делове територије Црне Горе и Србије представља једну од 25 врњих тачака биодиверзитета света. *Практично целокупан истраживани простор региона Скадарског језера представља део једне од «врњих тачака» Планете - врње тачке биодиверзитета Медитерана* (Stevanović V. et al 2004).

Матвејев и Пунцер (1989), на простору читаве бивше Југославије, на основу еколошке сличности и историјског развоја разликују 7 основних типова биома. У ужем региону Скадарског језера ови аутори издвајају 4, а у ширем чак 6 основних

¹ Дејан Радовић, Ивица Радовић, Биолошки факултет, Београд

² Милутин Љешевић, Милан Кукрика, Географски факултет, Београд

³ Тоша Нинков, Технички факултет, Нови Сад

⁴ Георг Цукић, Институт за биолошка истраживања Синиша Станковић, Београд

типова биома, као и 7 прелазних или екотонских. За поређење Северну Европу карактеришу само 3 основна типа биома, а Централну 4 (*Crnobrnja-Isailović J, Džukuć G, 1997*).

Скадарско језеро представља јединствени пример простора добро очуваних слатководних екосистема у југоисточној Европи и високог специјског биодиверзитета укључујући бројне ендемичне и реликтне врсте флоре и фауне. Такође се карактерише специфичним геоморфолошким, хидролошким, геолошким, педолошким и климатским одликама (*Lasca N.P et al., 1981; Radulović V, 1989, 2000; Dhora Dh, Sokoil F, 2000; Fuštić B., Đuretić G, 2000; Lješevi M, 2002a, 2002b*).

Регион Скадарског језера има статус Националног парка од 1983, а Рамсарског подручја од 1995. године. Од новембра 2005. Албанија је такође прогласила свој део језера за Национални парк⁵ Налази се на листи Important Bird Areas of Europe (IBA) (Heath, Evans, 2000). Унија херпетолога Европе (SHE) је означила ово подручје као Јадрански троугао и дала му приоритет за будућа истраживања.

Врхунац интензивног деценијског проучавања абиотичких и биотичких специфичности, као и свеукупних заштитарских активности региона Скадарског језера представља и његова скорашња номинација (Скадар, 2006) за укључивање у мрежу међународних резервата биосфере у оквиру UNESCO програма "Man and Biosphere", као будућег Резервата биосфере. Програм Човек и биосфера (MAB, UNESCO, Париз 1970) има за циљ да развија природњачку и социолошку основу за рационално коришћење и очување ресурса биосфере, кроз посебне мере, као што је стварање светске мреже резервата биосфере.

До данас се управљање скоро свим потенцијалима НП Скадарско језеро заснивало примарно на принципима експлоатације природних ресурса, са доминантним компонентом комерцијалног риболова. Савремени научни принципи заштите природних ресурса нису имплементирани .

У том смислу овај рад има своју пуну научну оправданост у покушају имплементације ГИС технологије и савремених сазнања из области биогеографије, заштите биодиверзитета, предеоне и конзервационе екологије и физичке географије у механизам управљања природним ресурсима у оквиру овог Националног парка.

Ова врста истраживања своју научну заснованост налази у широкој светској акцији истраживања, очувања и заштите врућих тачака/центра биолошке специјске и екосистемске разноврсности. У потпуности се уклапа у глобални Nature GIS програм покренут под Комисијом Европске уније под називом European Thematic

⁵ Prostorni plan PPN NP Skadarsko jezero, 1999; REC, 2004; press@iucn.org, 2006

Network for Protected Areas/Preservation and Geographical Information, 2002, са циљем да постави принципе и смернице за развој и имплементацију ГИС-а у оквиру заштићених подручја (*Wadsworth R, Treweek J, 1999; Kukrika M., 2000; Convis Ch.(Jr.), 2001; Radović D, 2004; Dragut G, Thompson C, 2005; Longley P. et al, 2005*).

Материјал и методе

Истраживано подручје

Читавим регионом доминира Скадарско језеро које заузима најниже делове Зетско-скадарске депресије. Његови најнижи делови, налазе се испод нивоа мора, формирајући на тај начин криптодепресију. По синклиналном правцу СЗ-ЈИ дуго је 45 км, а највећа ширина износи 14 км. Скадарско језеро је највеће слатководно језеро на Балкану. Лоцирано је на 42^o03'54'' и 42^o21'54'' северне географске ширине и 19^o03'28'' и 19^o30'00'' источне географске дужине.

Површина Језера варира између 354 км² у минимуму, до 530 км² у максимуму. При највећем водостају Језеро захвата површину од 356 км² на територији Црне Горе, односно 174 км² на територији Албаније. Најважније притоке Скадарског језера су: Морача, Каратуна, Базагурска матица, Ријека Црнојевића, Ораховштица, Црмничка река и Кири у Албанији. Све реке слива Скадарског језера имају типични карстни режим отицаја који се карактерише великом амплитудом колебања протицаја. Зетска равница је богата површинским и подземним водама. Скадарско језеро добија знатне количине вода преко подводних сублакустичних извора – језерских «ока» места где је језеро најдубље. Вода из језера отиче реком Бојаном. У језеру има преко 50 острва, а највећа су Врађина и Лесандро (Lasca N.P. *et al* 1981).

Подручје Скадарског језера са непосредним окружењем припада медитеранском региону, широкој интерконтиненталној зони, која раздваја евроазијски од афричког континенталног блока и представља зону контакта два климатски и биогеографски различита подручја. Регион Скадарског језера се налази у прелазној климатској зони између суптропске-средоземне и умерено континенталне климе.

Средња годишња температура ваздуха на подручју Језера креће се од 14 до 15°C, што ово подручје сврстава у најтоплија у читавој бившој Југославији, а Подгорицу карактерише као најтоплије место. Цео простор Зетско-бјелопавлићке котлине посебно се карактерише веома високим летњим температурама, где практично усијани ваздух не може ублажити, чак, ни близина Скадарског језера. Апсолутне максималне температуре ваздуха забележене у Подгорици су 41,3°C. Средња јулска температура (Вирпазар) износи 25,7°C, а средња јануарска 4,2°C. Апсолутни минимум за овај регион је -10°C.

Падавине се скоро увек јављају у облику кише. У годишњем просеку, количине падавина се крећу од око 3.200 mm у југозападним дјеловима, до око 1.750 mm у северним деловима подручја, које има медитерански режим падавина, са максимумом у касну јесен и изразитим минимумом у току лета. Просечна количина падавина за базен Скадарског језера износи 2238 mm годишње.

Извори података

С обзиром на постављене захтеве, у истраживањима је коришћен велики број извора података различитог типа. Конкретно, коришћени су следећи основни извори података:

Топографска карта размере 1:50 000 – листови: Подгорица, 677-1,2,3,4 ; Скадар 678-1,3; Улцињ 727-1,2 и Даниловград 627-3 (Војногеографски институт Београд 1984. год).

Топографска карта размере 1:50 000 у растерском дигиталном облику- листови: Подгорица, 677-1,2,3,4 ; Скадар 678-1,3; Улцињ 727-1,2 и Даниловград 627-3 (Војногеографски институт Београд 1984. год).

Орохидрографска карта размере 1:50 000 - листови: Подгорица, 677-1,2,3,4 ; Скадар 678-1,3; Улцињ 727-1,2 и Даниловград 627-3 (Војногеографски институт Београд 1984. год).

Геолошка карата размере 1:100 000 - листови: Титоград К 34-51 (Савезни геолошки завод Београд 1971. год) и Бар К 34-63 (Савезни геолошки завод Београд 1977. год).

Хидрогеолошка карта Црне Горе размере 1:300 000 (Републички завод за геолошка истраживања у Подгорици)

Педолошка карта Црне Горе размере 1:300 000 (Универзитет Црне Горе Подгорица 2000).

Педолошка карта територије НП Скадарско језеро размере 1:50 000 (Републички завод за урбанизам и пројектовање, Подгорица 1997).

Водопривредна основа Црне Горе - карта падавина и положаја метеоролошких и хидролошких станица размере 1:300 000.

Водопривредна основа Црне Горе - карта климатских зона са изотермама размере 1:300 000.

Водопривредна основа Црне Горе - карта површина за наводњавање размере 1:300 000.

Карта батиметрије и морфометрије Скадарског језера (The Biota and Limnology of Lake Skadar 1981)

Карта сублакустричних извора Скадарског језера са профилима четири ока (Радуш око, Тонуд око, Модра ока и око у реци Морачи) (The Biota and Limnology of Lake Skadar 1981)

Карта заштите природе НП Скадарско језеро размере 1:25 000 (Завод за заштиту природе Црне Горе - Подгорица 1995).

Карта природне потенцијалне вегетације СФР Југославије размере 1: 1 000 000 (Научно веће вегетацијске карте Југославије 1983).

Вегетацијска карта Црне Горе размере 1:300.000 (Блечић. Лакушић, 1985)

Карта биома. Предела Југославије и њихова заштита (Matvejev, S. i I.J. Puncer, 1989).

Атлас климе СФРЈ, (Савезни хидрометеоролошки завод)

Аерофотограметријски снимци

Сателитски снимци:

Ландсат 7 ETM+мултиспектар; СПОТ 5 мултиспектрал, пан схарпенед.

Софтверска подршка

У изради овог рада коришћени су следећи ГИС софтверски пакети: Geographic Transformer, MicroStation, MicroStation Descartes, MicroStation GeoGraphics, Raster to Vector, ArcView 3.3 i ArcGis 9.

Анализирана територија:

Анализира територија региона Скадарског језера укључује простор од укупно 4500 км² унутар координата: (x,y)_{мин}= (7 333 880, 4 630 000); (x,y)_{макс}= (7 376 700, 4 735 500).

Територија самог НП Скадарско језеро укључује простор од 400 км² и налази се унутар координата (x,y)_{мин}= (7 335 500, 4 660 415); (x,y)_{макс}= (7 370 386, 4 694 142)

Студија је укључила и албански део региона Скадарског језера, односно јединствен геоморфолошки и биогеографски простор, независно од државних граница. Истраживана територија, на тај начин, обухвата простор који је више од 4 пута већи од заштићеног подручја (4150 км² : 400 км² ЦГ + 495 км² АЛ).

Методологија рада и Садржај ГИС региона Скадарског језера

У раду су примењене стандардне процедуре: скенирање, геореференцирање, векторизација, креирање базе података и интеграција података. Садржај ГИС Скадарског језера обзиром на дефинисане циљеве укључује податке у следећим форматима:

Растерски подаци:

Дигитални модел анализирани територије резолуције 20 м, Дигитални модел терена резолуције 60 м за територију Црне Горе и Албаније. Дигитални модел количина падавина. Дигитални модел температура, Дигитални модели 20 тема из Атласа климе за територију целе Црне Горе. Дигитални модел језерског дна (батиметрија), Дигитални модели сублакустричких извора и језерских ока (резолуција 1 м). Геореференцирана растерска топографска карта (Војногеографски институт Београд). Сателитски снимци. Аерофотограметријски снимци. Све остале раније наведене карте (извори података) које су геореференциране.

Векторски подаци:

Геологија (полигон). Хидрогеологија (полигон). Педологија (полигон). Хидролошка мрежа (тачка, линија, полигон). Климатологија (полигон). Температура (тачка, линија, полигон). Количина падавина (тачка, линија, полигон). 20 тема атласа климе (тачка, линија). Површине за наводњавање (полигон). Вегетацијске заједнице (полигон). Биоми (полигон). Локалитети и ареали анализираних врста херпетофауне (тачка, полигон). Граница НП Скадар (линија, полигон). Граница заштићених подручја (линија, полигон). Путна мрежа (линија). Државна граница (линија). Остали објекти (тачка).

Резултати и дискусија

Примена ГИС технологија у вредновању природних вредности и потенцијала региона Скадарског језера укључила је креирање три типа тематских лејера:

Подаци о абиогену, геоморфологија (хипсометрија, углови нагиба, експозиције терена), геологија, пегологија, хидрологија, сливови и клима.

Подаци о биодиверзитету (вегетација, флора и фауна), биоми, станишта са посебним освртом на дистрибуцију ендемичних и реликтних врста херпетофауне.

Подаци о управљачким механизмима и факторима од утицаја на нарушавање природних станишта.

Топографија – геоморфолошке карактеристике

У циљу постизања максималних ефеката визуелизације студија је укључила и 3Д анализе. Ове анализе углавном се односе на успостављање корелације одређених појава у зависности од висине терена. Осим тога, део анализа захтевао је корелацију појава у зависности од нагиба и експозиције терена. У циљу обезбеђења постављених захтева генерисан је дигитални модел висина.

Дигитални модел висина (терена) (3-Д модел) је генерисан за целокупну истраживану и анализирану област од око 4500 км². Креиран је као грид резолуције 20 м у државном координатном систему, по Беселовом елипсоиду и Гаус Кригеровој пројекцији. Настао је векторизацијом изохипси са орохидрографских карата. Осим података о координатама укључује могућност вршења упита о елементима рељефа као што су: (1) надморска висина, (2) експозиција терена и (3) угао нагиба. На тај начин дигитални модел висина функционише као аутентичан модел рељефа.

Модел омогућава да се могу издвајати хипсометријски појасеви одређених карактеристика и вредности елемената рељефа, корелирати и укрштати са било којом темом појединачно (или скупом њих), прорачунавати њихово површинско и процентуално распрострањење итд.

Сателитски снимци.

Коришћени су различити типови сателитских снимака: : Landsat 7 ETM+ Multispectral, SPOT 5 multispectral, pan sharpened. Они су придружени осталим типовима података (растерским, векторским, бази података и ДЕМ-у. Тиме је постигнута аутентична визуелизација комбинована квалитативним и квантитативним особинама абиотичких, биотичких и антропогених садржаја подручја.

Геолошке и педолошке карактеристике

Тематски лејер геологија покрио је површину од 1968 км². Класификован је у 61 тип подлоге са укупно 543 полигона. Доминантни су кречњаци, доломити и речни седименти.

Педологија покрива површину од 2343 км². пет типова подлоге се диференцира у 60 полигона.

Хидрологија

Тематски лејер хидрологија укључује све хидролошке елементе присутне у региону: Језера, реке, потоке и повремене водотокове. Могуће је добити информацију о површини и дужини сваког водотока или његовог сегмента.

Вегетација

Тематски лејер Вегетација је дигитализована са вегетацијске карте P=1:50.000. Вегетацијска карта покрива шире подручје Парка укупне површине 2337 км².

Вегетација се диференцира у 14 вегетацијских заједница на укупно 79 полигона. Атрибутски подаци су назив на српском и латински назив.

Упити над базом омогућавају да се добију одговори о површини сваког појединачног полигона, па самим тим и свих других статистичких показатеља везаних за распрострањање вегетацијских заједница.

Параметри вегетације се врло лако могу доводити у корелацију са темама: геологија, педологија, хипсометријске зоне, углови нагиба и експозиције рељефа, за које нам је познато да су од доминантог значаја за тип и дистрибуцију биљних заједница.

Биоми

Тематски лејер биоми покрива површину од 5254 км² са укупно 43 полигона и 12 типова.

Херпетофауна

Примена ГИС у оквиру ове студије укључила је и анализу дистрибуција херпетофауне и она је обрађена за укупно 960 микролокалитета. Укључује базу са 7 табела. Атрибутски подаци су назив врсте (српски, латински, енглески), датум сакупљања узорка, опис ситуације, име сакупљача и легатора, статус ендемичности, угрожености и IUCN статус. Осим овога формиране су табеле које за сваки микролокалитет поседују информацију о свим атрибутима средине (сви обрађени растерски и векторски тематски лејери). Као последица овога добијени су прецизни показатељи о дистрибуцији свих врста, као и могућност тумачења њихове дистрибуције у зависности од свих обрађених фактора средине .

ГИС и менаџмент

До данас ГИС није коришћен у функцији управљања природним потенцијалима НП Скадарског језеро, тако да резултати ове студије могу имати директну примењивост у одрживом коришћењу и управљању природним потенцијалима овог региона.

Путеви и комуникације

Тематски лејер Путеви је дигитализован са растерске карте Војно географског института P=1:50.000 и представља све саобраћајнице. Подељени су у 3

категорије: асфалтни, макадамски и колски. При томе су испоштована сва правила дигитализације, тако да је упитима могуће добити информацију о дужини било ког сегмената као и најкраћем друмском растојању између било које две тачке или раскрснице.

Линија видљивости

Овај информациони систем омогућава и приказивање линије видљивости са сваке стајне тачке, пружајући осим података о видљивости и податке о профилу терена, надморске висине стајне тачке, посматране тачке / објекта и међусобне удаљености ових тачака. Овај садржај је у функцији туристичких, планинарских, истраживачких као и врло специфичних потреба у области телекомуникација и одбране.

Закључак

У оквиру овог рада ГИС практично представља ексклузивни и јединствени алат који нам ЈЕ омогућио да урадимо свеобухватну комплексну анализу веома разноврсних карактеристика абиогена и биогена региона Скадарског језера. Резултати ових истраживања уз примену ГИС технологија омогућују не само анализу комплексности сваког појединачног фактора, већ и анализу међусобне корелације и зависности чинилаца геодиверзитета и биодиверзитета, овог са аспекта природних потенцијала, простора од европског и светског значаја.

ГИС је такође омогућио и анализу актуелног антропогеног дејства и процену могућих фактора ризика на квалитет животне средине. На тај начин, добијени резултати представљају изузетна основа за планирање и реализацију конкретних акционих планова заштите.

Литература

Convis, Ch.(Jr.) (2001) Conservation Geography; Case Studies in GIS, Computer Mapping and Activism, California: ESRI Press, Redlands

Crnobrnja-Isailović, J., G. Džukić (1997). Raznovrsnost faune vodozemaca i gmizavaca u širem regionu Skadarskog jezera i značaj njenog očuvanja (236-260) U: PRIRODNE VRIJEDNOSTI I ZAŠTITA SKADARSKOG JEZERA Radovi sa naučnog skupa. Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, suorganizatori Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Crne Gore, Podgorica: Javno preduzeće Nacionalni parkovi Crne Gore

Dhora, Dh., Sokoli, F. (2000). Liqeni Shkodres, Biodiversiteti. 79.pp. UNDP, GEF, SHRMMNSH, Shkoder.

Dragut, G., Thompson, C. (2005). Incorporating GIS Capabilities into National Park Service's Databases Using MapObjects, ERI User World Conference. Proceedings, pp. 1-30.

Fuštić, B., Đuretić, G. (2000). Zemljišta Crne Gore, Podgorica.

Heath, M.F. and Evans, M.I.(Eds.) (2000) Federal Republic of Yugoslavia. In: Important Bird Areas in Europe: Priority sites for conservation. 2: Southern Europe, , 725-745. Cambridge, UK: Bird Life

IUCN The World Conservation Union (2005). The biggest lake in the Balkan becomes a transboundary protected area, Albania and Montenegro Jointly Protect Lake Skadar. Gland, Switzerland: News Release, <http://www.iucn.org>; press@iucn.org ,

Kukrika, M. (2000) Geografski informacioni sistemi, Beograd: Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Lasca, N.P., Radulović, V., Ristić, J.R. and Cherkauer, S.D. (1981). Geology, Hydrology, Climate and Bathymetry of Lake Skadar (17-38) (*In:*) Karaman, G. Beeton, A. (Eds.). The Biota and Linnology of Lake Skadar. Univerzitet «Veljko Vlahović», Institut za biološka i medicinska istraživanja u SRCG, Biološki zavod Titograd, Yugoslavia; Smithsonian Institution, Washington, D.C., Center for Great Lakes Studies University of Wisconsin-Milwaukee, U.S.A.

Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., Rhind, D. (2005) Geographic Information Systems and Science, New York: John Wiley & Sons, Ltd.

Lješević, M. (2002)a Pravci razvoja Crne Gore ekološke države, Podgorica: ECPD Evropski centar za mir i razvoj, Univerzitet za mir Ujedinjenih nacija

Lješević, M. (2002)b Geografija zemljišta. Nikšić: Univerzitet Crne Gore, Filozofski fakultet Nikšić

Matvejev, S., Puncer, I. J. (1989). Karta bioma, Predeli Jugoslavije i njihova zaštita, Posebna izdanja Knjiga 36: 1-76. Beograd: Prirodnjački muzej u Beogradu.

Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca, and J.Kent (2000) Biodiversity hot spots for conservation priorities. *Nature* 403, pp. 853-858.

Prostorni plan područja posebne namjene nacionalni park skadarsko jezero (1999). Ministarstvo urećenja prostora Republike Crne Gore, Podgorica: Republički zavod za urbanizam i projektovanje A.D.

Radović, D. (2004) Presentation of the working methodology and the Tara National Park case. UNESCO/ROSTE – IUCN, Joint International Workshop on “MAB Biosphere Reserves and Transboundary Cooperation in the SEE Region, Belgrade and Tara National Park 13-17 June, 2004 (Plenary session III).

Radulović, M. (2000), Hidrogeologija karsta Crne Gore, Posebna izdanja, Geološkog glasnika, Knjiga XVIII Podgorica. JU Republički zavod za geološka istraživanja

Radulović, V. (1989). Hidrogeologija sliva Skadarskog jezera, Titograd, Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore.

Stevanović, V., Radović, I., Regner, S., Mandić, S., Bulić, Z. (2004). Biodiversity and biological potentials of the Mediterranean part of Montenegro, I Symposium of ecologists of the Republic of Montenegro. Abstract Book, p. 45-46. Tivat

Uloge i odgovornosti aktera u upravljanju, zaštiti i korišćenju Skadarskog jezera (2004). Studija pripremljena za REC-ovu projektnu kancelariju u Podgorici. Beograd

Wadsworth, R., Treweek, J. (1999) Geographical Information Systems for Ecology: An Introduction, London: Longman