Радислав Тошић[1]
Берислав Благојевић

УЛОГА ГЕОГРАФСКЕ ВИЗУЕЛИЗАЦИЈЕ У ПОПУЛАРИЗАЦИЈИ ГЕОГРАФСКЕ НАУКЕ

Извод: Визуелизацију можемо дефинисати као чин спознаје, односно, стварање менталне слике простора који се тренутно не види. Географска визуелизација или геовизуелизација, која своје коријене има у картографији и картографској визуелизацији, представља важан технички, технолошки и научни искорак у популаризацији географске науке. Напредак у области информатике уопште, а нарочито у области ГИС-а и даљинске детекције, омогућио је унапређење геовизуелизације и значајно проширио оквир коришћења, анализирања и представљања просторних података.

Кључне ријечи: Географска визуелизација, ГИС, савремене технологије, географска наука.

Abstract: Visualization is defined as an act of cognition, which is, creating mental images of space that is currently visible. Geographic visualization with its roots in cartography and cartographic visualization are important technical, technological and scientific breakthrough in the popularization of geographical science. Advances in computer science in general and particularly in the field of GIS and remote sensing, has enabled the improvement geographic visualization and significantly expanded the use of framework, analyzing and presenting spatial data.

Keywords: geographic visualization, GIS, modern technology, geo-graphic science.

Увод

Географска визуелизација или геовизуелизација представља веома савремено и динамично поље истраживања. Термин „географска визуелизација“ се први пута помиње 1987. године, па интензиван развој геовизуелизације, према томе, траје тек двадесет година (A. M. MacEachren et al. 2004). Геовизуелизацију какву данас познајемо не можемо замислити без употребе најновијих техничко-технолошких достигнућа, што свакако ути-

[1] Др Радислав Тошић, доцент Природно – математичког факултета, Универзитета у Бањој Луци.
Мр Берислав Благојевић, Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина.

че на њену савременост. С обзиром на изразито динамичан развој модерних технологија и апликација, географску визуелизацију је могуће посматрати као поље истраживања које се константно мијења и усавршава. Појам визуелизације можемо дефинисати као чин спознаје, односно, стварање менталне слике простора који се тренутно не види, што јасно имплицира да су коријени географске визуелизације у картографији и картографској визуелизацији. Она представља сазнајни процес учења кроз активно ангажовање и рад са графичким знацима који чине приказ. Визуелизација се разликује од пасивног посматрања статичне околине, а њена сврха је не само приказивање онога што је познато, већ откривање непознатог. Ефективна географска визуелизација би, према томе, требала да открива нове увиде и сазнања које је немогуће открити кориштењем других метода презентације (M. Dodge, M. McDerby and M. Turner, 2008).

Улога геовизуелизације у многим наукама постаје све запаженија, међутим, она је била и остала примарна за географску науку. Географска визуелизација која се фокусира на визуелизацију геопросторних података се може користити у свим фазама рјешавања проблема у географској анализи – од развитка иницијалне хипотезе до стицања нових сазнања, анализе, презентације и евалуације. Геовизуелизација, дакле, не подразумијева само развој теоријских приступа, алата и метода за визуелизацију просторних података, већ обухвата и разумијевање начина на који се одређени алати и методе користе у формулисању хипотеза, уочавању образаца, стицању знања и олакшавању процеса доношења одлука (A. R. Buckley, M. Gahegan and K. Clarke, 2000). Схваћена на овај начин, геовизуелизација уз помоћ даљинске детекције, географских информационих система, GPS-а, компјутерске графике, анимације, симулације, мултимедијалног приступа и виртуелне стварности омогућава нове начине представљања геопросторних података, идентификовање одређених процеса и трендова у простору, те њиховог бољег разумијевања. Иако је улога географске визуелизације у научно-истраживачком процесу све израженија, нема сумње да је она такође веома присутна и значајна у наставном процесу и у популаризацији географске науке

Могућности и достигнућа географске визуелизације

Досадашња достигнућа на пољу географске визуелизације су јасно дефинисана са два основна фактора – прикупљање геопросторних података и стварање значајних база података, те развој савремених технологија као што су даљинска детекција, ГИС, компјутерска графика и друго. Без адекватних база просторних података и њихове доступности, као и без развоја информационих и других савремених технологија било би немогу-

ће створити услове за даље унапређење алата, модела и метода геовизуелизације. Према неким процјенама, чак 80 % свих дигиталних података који су доступни посједује неку геопросторну референцу, било да се ради о географским координатама или о адресама и поштанским бројевима (A. M. Mac Eachren and M.-J. Kraak, 2001). Упркос чињеници да без адекватних (база) података не може бити ни адекватне геовизуелизације, јавља се парадоксалан проблем „вишка података“ који не само да отежава разлучивање битног од небитног, већ представља и технички проблем у самом процесу преноса, чувања, употребе, анализе и презентације података. Овај проблем је присутан када говоримо о глобалним размјерама, односно, о економски, технолошки и информатички развијеним земљама. У Републици Српској, гдје је информатичко друштво тек у зачецима, често се суочавамо са обрнутим проблемом „мањка података“, тј. мањком адекватних, научно-истраживачки употребљивих и квалитетних података. Веома је важно истаћи да геовизуелизација обухвата и тзв. информациону визуелизацију која је базирана на ненумеричким информацијама (M.-J. Kraak, 2003). Имајући у виду сву разноликост доступних података, као и досадашњи степен технолошког развоја, Jonathan C. Roberts (2008) издваја седам категорија различитих географских визуелизација: карте/картограми, мреже, графикони, табеле, симболи, дијаграми и слике. Овдје бисмо неизоставно додали и глобус, који уз карту свакако представља најупечатљивији алат геовизуелизације и највише доприноси популаризацији географије као науке.

Развој савремених технолошких достигнућа у цјелини довео је до лакшег прикупљања, чувања, обраде и презентације геопросторних података. Појава географских информационих система је у значајној мјери довела до тзв. дигиталног прелаза, тако да су већине данашњих геовизуелизација у потпуности дигиталне.

Док су у прошлости папирне карте биле дизајниране уједно као база података и медиј презентације података, појавом дигиталне картографије и ГИС-а ови задаци су подијељени. Интернет, ГИС и многобројни алати за геовизуелизацију полако бришу некада јасну границу између аутора и корисника карте. Интерактивност која је данас присутна на Интернету (Web maping) довела је до појаве веома великог броја нових алата, апликација али и карата и других видова геовизуелизације. Према Петерсону (2001), број дигиталних карата које је Интернет портал MapQuest.com произвео до 2001. године премашује број карата било којег издавача у историји катографије. Кориснику не само да је приступачан значајан број карата, већ и подаци помоћу којих су те карте израђене. Зато се карта данас може посматрати као приступни интерфејс геопросторним подацима и истраживачким активностима, уз задржавање традиционалне

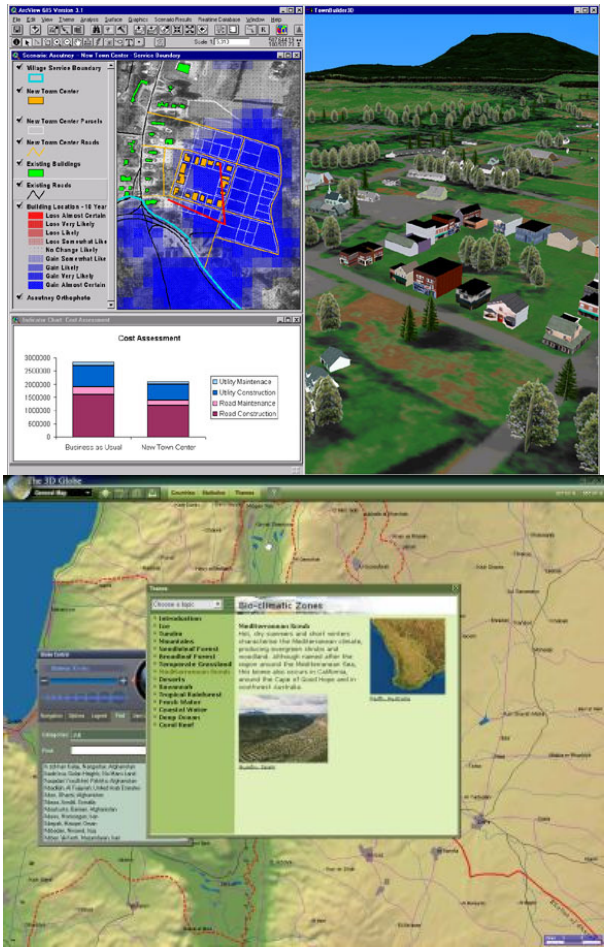
улоге медија за презентацију (N. Frančula, 2005; M.-J. Kraak, 2003). Примјер интерактивности, доступности података и развијања нових онлине апликација на Интернету представља Google maps. Од љета 2005. године када је постао активан, Google maps нуди опцију API (application programming interface – интерфејс за апликацијско програмирање) која омогућава корисницима упућеним у информатику и технологију директан приступ базама података и стварање нових софистицираних апликација (M. Dodge, M. McDerby and M. Turner, 2008). Поред Google maps који је без сумње најпопуларнији, на Интернету се могу пронаћи и други извори података и апликација који нуде сличне могућности. На примјер, SRI International је развио tsmApi (Tile Set Manager Application Program Interface) који дозвољава слободан приступ, обраду и геовизуелизацију података везаних за географску површину уз помоћ TerraVision апликације (M. Reddy, L. Iverson, Y. G. Leclerc and A. Heller,).

Помоћу дигиталних технологија, географска визуелизација настоји представити геопросторне али и друге податке на различите начине укључујући псеудо 3-D приказе пејзажа (Слика 1), интерактивне панорамске фото-карте, те 3-D fly-through моделе са ефектом прелијетања преко посматране површине. Интерактивност и online доступност геовизуелизације омогућавају мултимедијални приступ који уз карту даје додатне пригодне податке у виду табела, графикона, симбола, дијаграма, фотографија, текста или звука (Слика 2). Оваква врста интерактивне геовизуелизације је једноставна и нарочито погодна за популаризацију географије и употребу у оквиру наставног процеса.

Појава ГИС-а и дигитализација података и аналогних карата су несумњиво представљали револуцију у картографији и геовизуелизацији. Међутим, данашња географска визуелизација се не задржава на употреби статичних 2-D дигиталних карата, већ покушава корисницима што више приближити 3-D, односно тзв. реалне моделе и приказе географских површина и објеката.

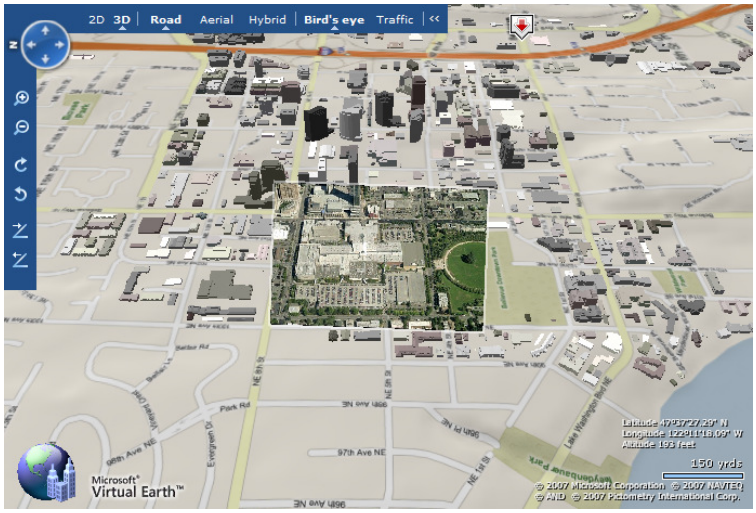
Један од начина израде оваквих модела је комбинација постојећих података (топографске карте, дигитални модели рељефа) и бројних поступака моделирања. Поступак се састоји од три фазе: визуелизација рељефа на бази дигиталних модела рељефа (ДМР); тродимензионална визуелизација ситуације (комбинација рељефа и карте); визуелизација 3-D објеката (N. Frančula, 2005). У сврху 3-D приказа Земље и објеката је покренут читав низ пројеката и геопретраживача (geobrowsers) као што су Digital Earth, Virtual Earth, Arc GIS Explorer или Google Earth. Digital Earth је претходио Google Earth -у, а замишљен је као интерактивни, мултимедијални, мултирезолуцијски 3-D приказ земље који би уз помоћ VRML-а

(Virtual Reality Modeling Language) и Интернета био доступан великом броју корисника (Y. G. Leclerc, M. Reddy, L. Iverson and N. Bletter, 1999).



Слика 1. Геовизуелизација 3-D пејзажа; Слика 2. Интерактивни мултимедијални приказ

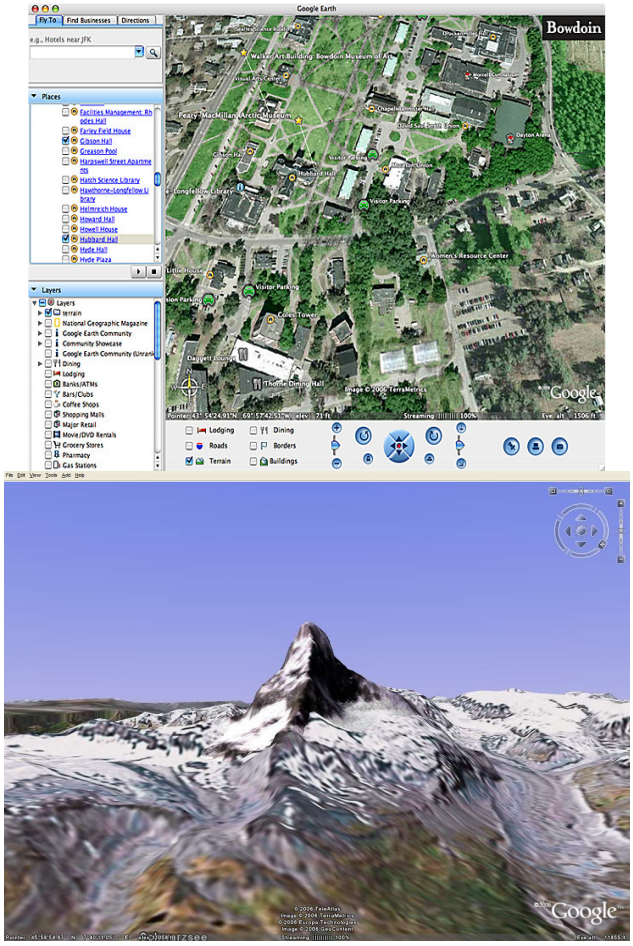
Microsoft-ова Virtual Earth је обезбиједила виртуелној стварности (виртуал реалиту) да постане саставни дио геовизуелизације. Анимације, симулације, напредна компјутерска графика, 3-D прикази, комбиновање различитих слојева (лејера) и наглашена интерактивност су основне карактеристике оваквих геопретраживача (Слика 3).



Слика 3. Примјер 3-D приказа из птичје перспективе на Virtual Earth-у

Google Earth, који се појавио 2005. године, по много чему представља напредак у сфери географске визуелизације. Његови дизајнери су ријешили читав низ сложених техничких проблема, укључујући потребу за хијерархијском структуром података и квалитетним рјешењем начина управљања нивоима детаљности. Битан напредак представља и могућност креирања Keyhole Markup Language (KML) фајлова који уз API омогућавају корисницима да додају нове податке и садржаје Google Earth сервису. Такође, развијени су и алати помоћу којих се подаци претварају у KML фајлове, те их је могуће прослиједити на овај геопретраживач. Један такав алат је Arc2Earth који претвара резултате добијене у ГИС-у у KML фајлове и на тај начин омогућава кориштење Google Earth -а као медија за објављивање резултата ГИС анализе, што представља значајан искорак у научно-истраживачком раду географа али и других научника. Google Earth у основи представља виртуелни глобус гдје се размјером/резолуцијом управља помоћу једноставне zoom функције.

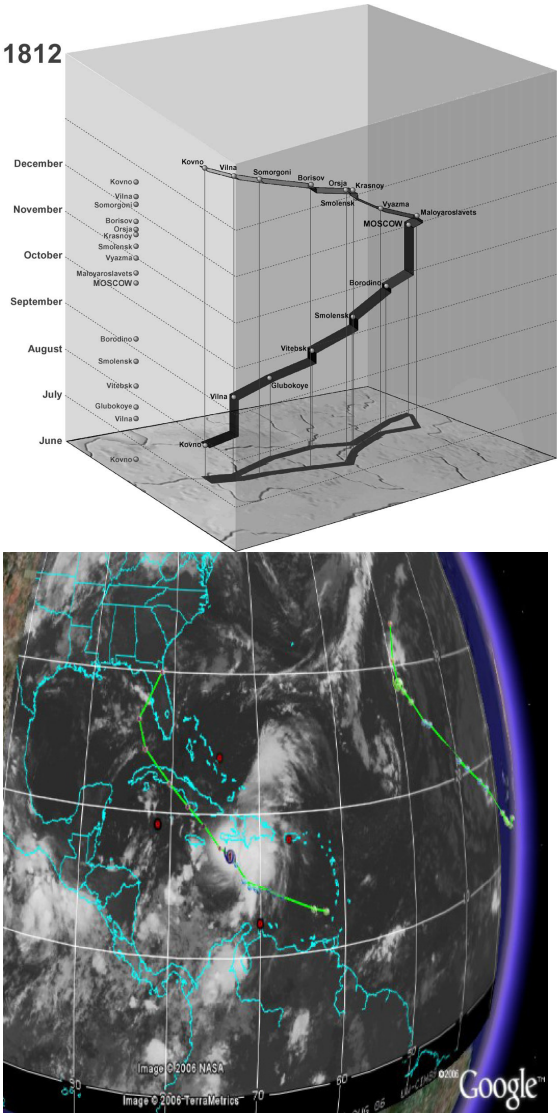
Он је дизајниран тако да дјелује као вјерна копија видљивих географских ентитета Земљине површине (M. F. Goodchild, 2008). Google Earth омогућава приступ великој количини података који су приказани на различите начине (географски ентитети - тачке, линије, полигони; континуална поља; лејери/слојеви) и обогаћени додатним симболима, анимацијама, симулацијама, сателитским снимцима, 3-D објектима и слично (Слике 4 и 5).



Слике 4 и 5. Горе : Комбинација сателитског снимка и додатних симбола и текстуалних објашњења Доле : Виртуелни поглед у Google Earth-у на врх Матерхорн

Географска визуелизација се, према томе, све више ослања на 3-D моделе да би што вјерније приказала површину Земље. Према I.D.H. Shepherd-у (2008) предности 3-D приказа у односу на дводимензионални приказ су: реалистичније приказивање свијета, добијање додатног простора за презентацију, могућност приказивања више варијабли података и рјешавање проблема заклоњених симбола који се често јавља у 2-D приказима. Предности 3-D модела су увидјели и дизајнери других софтвера, апликација и алата, тако да и најраспрострањенији ESRI-јев географски информациони систем Arc GIS садржи 3-D опцију. Ова опција омогућава не само 3-D презентацију, него и анализу и моделовање у 3-D окружењу, што сва-

како представља изузетну могућност за даљи развој географске науке (B. Booth, 2000; M. P. Kwan and J. Lee, 2003).



Слике 6 и 7. Горе: Карта Наполеоновог напредовања у Русији 1812. према карти Ц. Минарда из 1861. године (Извор: M. J. Kraak, 2003) ; Доле: Праћење урагана и пројекција његовог кретања

Веома је важно истаћи да географска визуелизација покушава да превазиђе темпорални проблем, тачније, да омогући употребу четврте димензије (вријеме) у истраживачком процесу и у сфери презентације резултата. Проблем времена у географији је актуелан дуго времена, а можда највећи допринос његовом рјешавању је дао Хагерстранд још прије четрдесет година конципирањем простор-вријеме модела у оквиру његове географије времена (time-geography). Простор-вријеме се најчешће представља као тзв. space-time cube, односно, простор-вријеме коцка у којој су просторне компоненте смјештене дуж x и y оса, док се компонента времена налази на z оси (M. J. Kraak, 2008). Савременим алатима и апликацијама у процесу геовизуелизације је могуће приказати временску димензију, али и поново презентовати неке старе карте помоћу модерних метода и технологија метода (Слика 6). Међутим, изазов геовизуелизације је и праћење појава и процеса у реалном времену. Садашње могућности геовизуелизације нам омогућавају праћење неких појава као што су урагани (Слика 7), али би будућа усавршавања и рјешења у домену географске визуелизације могла обезбиједити географима нови истраживачки алат.

Ограничења, изазови и будућност геовизуелизације

Иако је остварен видан напредак у географској визуелизацији, примјетан је и низ проблема и ограничења које је неопходно ријешити у будућности. Неки од ових проблема се огледају у практичним ограничењима, односно, у квалитету података, нивоу корисничког знања и другим техничким и технолошким ограничењима. Други проблеми се огледају у питањима етике, субјективности и одговорности креатора геовизуелизације, те у питањима приватности која може бити нарушена све бољом и савременијом географском визуелизацијом (M. Dodge, M. McDerby and M. Turner, 2008). Постоје бројни изазови који у будућности морају бити ријешени. Почетни меридијан у Google Earth-у, на примјер, одступа од Гринича за око 100 метара, што је посљедица неусклађености у георeференцирању. Због неуклапања слојева у Google Earth -у су уобичајена одступања од 20 метара и то код основних снимака и саобраћајница које обезбјеђује сам Google. Ова одступања могу бити још већа у случајевима када се подаци и слојеви добијају из других извора, што представља проблем при коришћењу детаљних просторних резолуција на геопретраживачу. Такође, доступне просторне резолуције у значајној мјери варирају. У неким урбаним подручјима она износи 1 m, у неким подручјима као што је Ирак она је и мања од 1 m, док нека подручја Енглеске рецимо нису видљива у резолуцији испод 30 метара. Дакле, Google Earth не само да није без проблема, него је и врло упитна вјерност снимака и вријеме када су они снимљени. Критику кроз занимљив

примјер представља снимак New Orleans-а на Google Earth -у који је дуго приказивао старе снимке града упркос значајним разарањима које је узроковао ураган Катрина (M. F. Goodchild, 2008).

Један од присутних проблема које је неопходно ријешити представља и проблем прилагођавања геовизуелизације екрану монитора. Наиме, дешава се да због својих техничких ограничења прикази на екрану пате од деформација графичких елемената које ограничавају читљивост карте. Ово је нарочито важно код 3-D приказа на 2-D екрану монитора. (M. Lechthaler and A. Stadler, 2007). Изазов будућности представља и унапређивање анимација и симулација јер оне придоносе визуелном размишљању и динамичном приказу информација. Развојем анимације и 3-D приказивања геопросторних података прошириће се могућности реалнијег приказивања пејзажа који је тродимензионалан. Тродимензионални приступ је кључни елемент за 3-D анализу, моделирање и приказ пејзажа, а у будућности ће овај приступ још интензивније стимулисати развој 3-D ГИС-а. 3-D географски информациони системи ће, између осталог, омогућити тродимензионалну географску визуелизацију у реалном времену (S. Frangeš, N. Frančula i M. Lapaine, 2002; N. Frančula, 2005). Поред приказа, питања прикупљања, организације, доступности и дистрибуције геопросторних података као важан дио процеса геовизуелизације ће такође бити велики изазов у будућности. До данас је постигнут изузетан напредак по овим питањима путем софистицираних технолошких достигнућа за прикупљање података (GPS, LIDAR, даљинска детекција), начина дистрибуције и доступности података (глобална мрежа, бројни начини upload-овања података као API или KML) и њихове организације и презентације (геопретраживачи као што је Google Earth, или портали за Web-картирање као MapQuest). Имајући у виду изузетно велике количине података које су доступне корисницима, биће неопходно осигурати неке начине валидације тих података, односно, провјере њиховог квалитета. Ово се нарочито односи на податке који су бесплатни и до којих се може доћи на Интернету или путем разних геопретраживача, јер вриједни и квалитетни геопросторни подаци у научно-истраживачком смислу данас у суштини представљају робу која се купује и продаје.

Смјернице за будући развој геовизуелизације подразумијевају и: формирање не једног већ више интегрисаних Digital Earth сервиса; формирање проблемски специјализованих геопретраживача (нпр. заштита животне средине, здравство и др.); даљи развој 3-D ГИС-а; омогућавање праћења промјена у геопростору у реалном времену, и друго (M. Craglia, M. F. Goodchild et al. 2008).

Закључна разматрања

Примјетан је значајан напредак и развој географске визуелизације у посљедњих двадесетак година што је у директној вези са новим начинима прикупљања геопросторних података и развојем савремених техничко-технолошких метода и могућности. Такође, све је израженија улога геовизуелизације у научно-истраживачком процесу, у првом реду у географској науци, али и у другим научним дисциплинама. Њена вриједност се базира на богатству геопросторних података, новим могућностима презентације и све реалнијег приказа Земље, размјене података, те тродимензионалне анализе, анимације, симулације и моделирања. Поред тога, географска визуелизација је довела до популаризације географске науке глобалних размјера, а потенцијал за њено кориштење у образовним методама није ни приближно искориштен. Међутим, овај напредак није текао без тешкоћа и проблема, па је у будућности неопходно ријешити читав низ питања.

Литература

B. Booth (2000): Using ArcGIS 3D Analyst, Environmental Systems Research Institute Inc.

A. R. Buckley, M. Gahegan and K. Clarke (2000): Geographic Visualization, dostupno na: http://www.ucgis.org (18.12.2008.).

M. Dodge, M. McDerby and M. Turner (2008): The Power of Geographical Visualizations, in *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications*, John Wiley & Sons Ltd, pp. 1-10.

N. Frančula (2005): Kartografija u 21. stoljeću, *Kartografija i geoinformacije*, Vol. 4, pp.15.

M. F. Goodchild (2008): What does Google Earth Mean for the Social Sciences, in *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications*, John Wiley & Sons Ltd, pp. 11-23.

M.-P. Kwan and J. Lee (2003): Geovisualization of Human Activity Patterns Using 3D GIS:A Time-Geographic Approach, Chapter 3 in *Spatially Integrated Social Science: Examples in Best Practice*, Oxford University Press.

A. M. MacEachren, M. Gahegan, W. Pike, I. Brewer, G. Cai, E. Lengerich and F. Hardisty (2004): Visualization Viewpoints: Geovisualization for Knowledge Construction and Decision Support, *IEEE Computer Graphic and Application*, Vol. 24, no. 1, pp. 13-17.

A. M. MacEachren and M.-J. Kraak (2001): Research Challenges in Geovisualization, *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 28, no. 1, pp. 3-12.

M.J. Kraak (2003): Geovisualization illustrated, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Vol. 57, pp. 390-399.
M.-J. Kraak (2008): Geovisualization and Time – New Opportunities for the Space-Time Cube, in *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications*, John Wiley & Sons Ltd, pp. 293-306.
Y. G. Leclerc, M. Reddy, L. Iverson and N. Bletter (1999): Digital Earth: Building the New World,
M. P. Peterson (2004): The development of map distribution through the Internet, *Proceedings of the 20th International Cartographic Conference*, Vol. 4, pp. 2306-2312.
M. Reddy, L. Iverson, Y. G. Leclerc and A. Heller (): GeoVRLM: Open Web-based 3D Cartography, SRI International, dostupno na: (25.12.2008).
J. C. Roberts (2008): Coordinated Multiple Views for Exloratory GeoVisualization, in *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications*, John Wiley & Sons Ltd, pp. 25-48.
I. D. H. Shepherd (2008): Travails in the Third Dimension: A Critical Evaluation of Three-dimensional Geographical Visualization, in *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications*, John Wiley & Sons Ltd, pp. 199-222.

Radislav Tošić
Berislav Blagojević

CONTRIBUTION OF GEOGRAPHIC VISUALIZATION IN POPULARIZATION OF GEOGRAPHY

Summary

There has been a significant development of geo-visualization in the last twenty years. This development is related to new concepts of spatial data gathering, distribution and representation as well as to contemporary technical and technological solutions and possibilities. The role of geographic visualization has been emphasized in recent years, especially in the department of geographical science research. Geographic visualization has numerous advantages in terms of presentation of geospatial data, data management and distribution, 3D modeling, analysis, animation and simulation. Globally, the role of geo-visualization is also very significant in education process and in increasing popularity of geographical science in general. However, development of geographic visualization has its problems and challenges which must be solved in the future years.