

Orodje in teorija: primer GIS

LUTHAR, O. 1990. "Nazaj k pripovedi", v: Luthar O. (ur.), *Vsi Tukididovi možje: Sodobne teorije zgodovinarstva*, KRT 70, Ljubljana, 9-20.

NEDELJKOVIĆ, D. 1968. "Osnovni metodološki predmet u Cvijićevom naučnom radu", *Cvijićev zbornik*, Beograd, 9-15.

RADOVANOVIĆ, V. 1953-54 (1957). "Jovan Cvijić iz perspektive savremene naučne misli", *Glasnik etnografskog instituta SAN II- III*, Beograd.

SION, J. 1921. "Nova Oblast u antropogeografiji", *Glasnik geografskog društva 5*, Beograd, 275-288.

SLAPŠAK, B. 1983. *Možnosti študija poselitve v arheologiji*, doktorska disertacija, Ljubljana.

STANČIČ Z. in GAFFNEY V. 1991. *Napovedovanje preteklosti - uporaba GIS v arheološki študiji otoka Hvara*, Ljubljana.

STONE, L. 1990. "Vrnitev pripovedne umetnosti: razmišljanje ob novem starem zgodovinarstvu", v: Luthar O. (ur.), *Vsi Tukididovi možje: Sodobne teorije zgodovinarstva*, KRT 70, Ljubljana, 169- 177.

Predrag Novaković

1. Uvod

Od srede osemdesetih let, ko se je resnično prvič pojavil termin geografski informacijski sistem (GIS), smo priče skorajda neverjetnemu razvoju tovrstne tehnologije shranjevanja, obdelave, manipuliranja in prezentiranja prostorskih podatkov. Ta trend lahko opazimo tako na področju trženja specializirane programske in strojne opreme, kot tudi v opazovanju aktiviranih raziskovalnih potencialov. Vse kaže, da je tako na enem, kot tudi na drugem področju rast dosegla stopnjo tridesetih procentov letno. V raziskovalnih sferah lahko skoraj vsak mesec opazimo promocijo znanstvenih in strokovnih revij specializiranih za GIS. Številni so tudi kongresi, ki so bodisi v celoti posvečeni GIS, ali pa se z njimi ukvarja vsaj nekaj specializiranih sekcij. In če ta trend lahko opazimo pri skorajda vseh disciplinah, ki se tako ali drugače ukvarjajo s prostorom, velja to tudi za arheologijo.

Prve arheološke aplikacije GIS lahko zasledimo v začetku osemdesetih let v ameriški arheologiji (Kvamme 1985). Tam je nova tehnologija naletela na plodna tla in je bila relativno hitro sprejeta. Na žalost lahko ugotovimo, da Evropa v celoti malenkost zaostaja. Prve aplikacije lahko zasledimo v poznih osemdesetih letih (Harris 1986, Wansleben 1988), tematske GIS sekcije na evropskih kongresih pa šele v devetdesetih letih. Kje so vzroki za vse to? Ali je to stanje samo rezultat splošnega tehnološkega zaostanka, različnih konceptov, ali organizacije arheološkega dela, ali pa česa drugega? In končno, kakšne so posledice uvajanja nove tehnologije na arheološko teorijo nasploš?

2. GIS tehnologija - hardver, softver, podatkovne strukture in organizacija

Na razvoj in spreminjanje GIS tehnologije najprej ključno vplivajo splošne svetovne težnje razvoja informatike, predvsem na področju hardvera, softvera, podatkovnih struktur in organizacije. Čeprav arheološke strokovnjake tovrstna tematika praviloma ne zanima, pa velja, da je marsikdaj ključnega pomena za sprejemanje in uvajanje GIS tehnologije. Splošno velja, da se strojna oprema vsaj v zadnjih dvajsetih letih relativno enakomerno razvija. Kljub teoretičnim možnostim definiranja končnih meja razvoja, postavljenih s svetlobno hitrostjo, kot končne meje hitrosti transporta signala, in enim elektronom za zapis enega bita, pa smo od teh meja še zelo daleč. Vse kaže, da bo v

naslednjih petih letih standardna GIS delovna postaja imela kakih 500 Mbytov spomina, CPU bo kakih 500 MIPS, 5 Gbytov zunanega spomina na trdem disku in dodatnih 50 Gbytov na optičnih diskih, zaslon ločljivosti 2000 krat 2000 pixlov in komunikacijske module s hitrostjo prenosa 100 Mbytov na sekundo (Frank et al. 1991). Vsaj za zdaj lahko z gotovostjo trdimo, da bo hitrost prenosa podatkov iz trdega diska postala ozko grlo, saj se bo razvijala bistveno bolj počasi kot vsa ostala področja. Zaradi tako bliskovitega razvoja hardvera velja splošno načelo, da računalniška strojna oprema zastara že v treh do petih letih.

Pri programski opremi je položaj popolnoma drugačen. Še vedno se uporabljajo programski jeziki, ki so v osnovi znani že trideset in več let. Celo 'nove' jezike, kot so na primer PASCAL ali C uporabljamo že kakih dvajset let. Podobno je tudi z operacijskimi sistemi MSDOS, UNIX, VMS in drugimi. Očitno je, da so še marsikateri neizkoriščene možnosti razvoja, predvsem glede prijaznih programov. Velja, da je še velika večina prijaznih delovnih okolij vpeta v konceptualne omejitve obstoječih operacijskih sistemov in programskih orodij. Šele z apliciranjem psiholoških raziskav procesov zaznavanja in osvoboditvijo od konceptualnih omejitev obstoječih sistemov bo lahko programska oprema zares bližja uporabniku.

Pri opazovanju razvoja GIS tehnologije so zelo zanimivi spremljajoči procesi na področju podatkovnih baz. Očitno je, da so marsikateri podatkovne strukture v GIS takorekoč večne. Ko se enkrat vzpostavi baza podatkov, so kakršnekoli globalne spremembe sila težavne. Izrednega pomena je tudi sistematična kontrola nad kakovostjo podatkov in rezultatov od zajemanja do končnega ovrednotenja ter priprave poročil. Postopki morajo biti avtomatizirani in standardizirani ter hkrati dostopni vsem uporabnikom. V nasprotnem primeru se kaj lahko zgodi, da ob uporabi tuje podatke sicer lahko preberemo, hkrati pa nimamo nujno potrebnega poznavanja starosti podatkov, njihove natančnosti in podobno. Gre torej za to, da imamo možnosti izmenjave podatkov, ne pa prostorskih informacij. Pomembno vlogo pri gospodarjenju s podatkovnimi prostorskimi bazami igra tudi cena zbiranja in obnavljanja podatkov. Raziskave v ZDA pravijo, da je razmerje cene med hardverom, softverom in podatki približno 1:10:100. Prav zato je tudi nujno potrebno zagotoviti večnamenskost prostorskih podatkov (Guptill 1989), kar pogojuje veliko po-

zornost pri definiranju standardov in postopkov izmenjave. Ugotovitve tudi kažejo, da je nesmiselno pričakovati nekakšne centralne odločitve, kjer bi pristojni državni organ predpisal standard shranjevanja podatkov. Podatkovne strukture morajo precizirati posamezne stroke za svoja področja, država se vmeša le pri definiranju minimalnih standardov izmenjave podatkov. Le ti pa so neodvisni od podatkovne strukture in so omejeni zgolj na programske in tehnološke rešitve. Vsa ta načela veljajo tudi za izdelavo baze podatkov o arheoloških najdiščih Slovenije. Ob začetnih testnih GIS aplikacijah bo potrebno poskrbeti zlasti za kakovostno podatkovno strukturo (s tem se ukvarjajo na Arheološkem inštitutu ZRC SAZU) in za sistem vzdrževanja aktualnosti podatkov. Prav za slednje pa je potrebna zainteresiranost pristojnih organov za varstvo naravne in kulturne dediščine ter arheološke službe nasploh.

Končno si oglejmo še probleme pri sprejemanju organizacijskih aspektov GIS tehnologije. Uvajanje nove tehnologije na katerokoli področje pomeni, da se morajo spremeniti tudi organizacijske strukture, ki pa praviloma reagirajo zelo počasi. Odločitev o začetku uporabe GIS je ponavadi popolnoma administrativna (Hopwood 1991). Sledi obdobje, ko se GIS tehnologija začne uporabljati za načeloma zelo enostavne probleme, ki smo jih v bistvu reševali manualno že prej. Marsikdaj se v prvi fazi GIS uporablja zgolj za potrebe digitalnega kartiranja in vizualizacijo prostorskih podatkov, analitične zmožnosti pa se zanemarjajo. Postopoma se bomo pričeli ukvarjati tudi z zelo kompleksnimi problemi, ki se jih zaradi količine in večplastnosti podatkov skoraj nikoli prej nismo mogli lotiti. Seveda pa je cilj, da se z GIS lotimo popolnoma novih rešitev. Zdi se, da so uporabniki in raziskovalci še vedno v drugi ali tretji fazi razvoja, in lahko si zgolj predstavljamo, kakšen vpliv bo GIS imel v prihodnosti na razvoj arheologije in prostorskih znanosti nasploh.

3. GIS in teoretična izhodišča prostorske arheologije

Neizpodbitno je izhodišče, podano že v sedemdesetih letih, ko je Clark (1977) opredelil arheologijo kot prostorsko znanost. Prostorsko orientacijo arheologije je definirala na več nivojih: na eni strani lahko na makro ravni opazujemo razporejenost in prepletanje prazgodovinskih kulturnih skupnosti v Srednji Evropi, na regionalni ravni nas pa

lahko zanima distribucija arheoloških najdišč, na mikro ravni lahko opazujemo odnose med arheološkimi najdbami ali strukturami znotraj posameznega najdišča. Dejstvo je, da se teh izhodišč arheološka stroka zaveda že vrsto let. Vendar pa je tudi res, da je arheološka teoretična misel črpala pristope v prostorskih analizah iz drugih znanosti, predvsem geografije. Tako lahko zasledimo aplikacije definiranja teritorijev naselbin, znane kot von Thünenovi (1876) modeli, v arheološki stroki šele kakih 100 let po objavi in sprejetjem v geografiji (Vita-Finzi in Higgis 1970). Čeprav je res, da podobna načela veljajo tudi pri sprejemanju sorodnih znanj, zlasti na teoretični ravni in mogoče manj na nivoju sprejemanja praktičnih znanj (glej izkušnje glede geologije (Harris 1989, 15-30) in geofizike (Carr 1982)), lahko izrazimo samo navdušenje, da slovenska arheologija sledi prostorski orientaciji že dalj časa. Nedvomno je tu mejni kamen delo Slapšaka (1983), ki je v naš prostor vpeljal nove pristope, znane kot arheologija pokrajine. Arheologija pokrajine temelji na dejstvu, da je človek tako danes kot v preteklosti deloval v širšem okolju in ne zgolj na posameznih lokacijah v pokrajini. Prav zato, ker je vedno s svojim delovanjem pustil sledi v celotni pokrajini, je potrebno v arheoloških raziskavah poselitve analizirati pokrajino in procese v njej kot enoti bivanja. Koncepti arheologije pokrajine so že sprejeti, vendar je bila praktična izvedba marsikdaj precej težavna predvsem zaradi pomanjkljive tehnologije. Tako lahko vidimo, da je danes vse analize, ki so jih še pred petimi leti arheologi morali opraviti ročno, s papirjem in barvnimi svinčniki, moč izpeljati izredno hitro z GIS.

GIS je na razvoj arheološke teorije vplival večplastno. Na eni strani je že uveljavljenim pristopom, ki so počasi zastarali, dal nove dimenzije in jih posodobil. Dober primer za ta proces je modificiranje že omenjenega von Thüenovega modela, ki mu je GIS modul, ki področja definira glede na težavnost premikanja po terenu v vseh smereh, podal popolnoma nove dimenzije. Čeprav je torej dejanski teoretični pristop popolnoma enak kot 100 let star geografski model, smo z novo tehnologijo dobili mnogo boljše približke teritorijev (Stančič in Gaffney 1991).

Čisto drugačen proces pa lahko opazujemo na primeru lokacijskih analiz, kjer vidimo, da tehnologija fizično omogoča izvajanje pristopov, ki so sicer definirani že prej, vendar jih je bilo praktično težko izpeljati, hkrati pa po-

stavljajo nove koncepte raziskav. Pri lokacijskih analizah so se začeli uveljavljati v petdesetih letih subjektivni pristopi (več v Kvamme 1990), ki so jim kaj kmalu sledi prvi poskusi kvantificiranja. V sedemdesetih letih se uveljavijo kvantitativne analize distribucije najdišč v primerjavi z naravnim okoljem. Zaščitni znak teh analiz je bil Hi kvadrat test. Kljub veliko novostim in mnogim krasnim rezultatom, pa je pri teh raziskavah ostala temeljna pomanjkljivost, da je nemogoče analizirati kontinuirane spremenljivke, kot je relief - analiza deluje le za kategorične spremenljivke. Upoštevanje kontinuiranih spremenljivk postane možno v osemdesetih letih, ko se s sistemom vzorčenja omogoči analiza in primerjava najdišč z lokacijami brez najdišč. Ta pristop je sicer neodvisen od tehnologije in ga lahko opravimo tudi z ročnimi meritvami, vendar pa šele GIS tehnologija naredi proces dovolj enostaven. Pomembno pa je, da je šele GIS tehnologija omogočila analizo stanja najdišč v primerjavi s celotno pokrajino (tudi za kontinuirane ploskve).

GIS torej moramo razumeti zgolj kot orodje, ki omogoča poljubno testiranje arheoloških prostorskih hipotez. Kot orodje naj bi bil neodvisen od teoretičnih izhodišč in z njim naj bi bilo moč aplicirati še tako različne modele, ki obstajajo v slovenski arheologiji. Pa vendar se zdi, da kljub vsemu temu ni vedno tako. Prav zaradi enostavnosti upoštevanja naravnih spremenljivk v študijah arheološke poselitve s pomočjo GIS, je realna nevarnost, da uporabnik podzavestno zaide v geografski determinizem - teoretično izhodišče, ki ga je sodobna arheološka misel že zavrnila. Obstaja torej nevarnost, da se zaradi možnosti, ki nam jih ponuja nova tehnologija, znajdemo v položaju, ko koncepte raziskav ne definiramo neodvisno od tehnologije, temveč nam jih tehnologija narekuje in vsiljuje. Da ta bojazen ni le navidezna, ampak stvarna, je moč videti že iz pregleda izpeljanih GIS- arheoloških raziskav.

Na drugi strani je potrebno podati omejitve glede obstoječe GIS tehnologije in njih posledice na aplikacije v arheologiji. Neizpodbitno je, da je velika večina GIS programskih modulov narejena za potrebe splošnih geografskih raziskav. Prav tako je znano, da te module praviloma uporabljajo vse stroke. Vendar pa se vsaj v arheologiji pojavlja težnja po razvijanju novih analitičnih orodij kot integralnega dela GIS, ki bi poskušala upoštevati tudi dejavnike, ki jih obstoječi moduli sicer zanemarjajo. Gre predvsem za

upoštevanje, ob običajnih naravnih in socialnih, tudi idiosinkratičnih dejavnikov. Ob analizi vseh dejavnikov, ki jih ob arheoloških analizah želimo upoštevati, najtežje podamo izhodišča za subjektivne odločitve v preteklosti. Vsekakor velja, da objektivne dejavnike (naravne npr. dostopnost vodnih virov, kakovost tal ipd., socialne npr. komunikacije, trgovanje) relativno jasno razumemo in tudi kvantificiramo, na drugi strani pa subjektivne (kult, verovanja...) bistveno težje. Le ti v analizah izstopajo in dajejo videz naključnega, vendar so bistvenega pomena za razumevanje preteklosti. Teh dejstev se že ves čas v svojih raziskavah arheologi zavedajo in prav zato se ne smemo čuditi izredno hitrim poskusom, da bi v analizah upoštevali tako ali drugače tudi te dejavnike. Prvi poskusi so predvsem omejeni na prilagajanje obstoječih modulov, kot je prilagajanje standardnega GIS modula, ki omogoča definiranje ploskev vidnih iz določene točke, v modul, ki definira percepcijo pokrajine in pomen določenih krajinskih struktur v preteklosti. Tem poskusom bodo verjetno sledile tudi resnejše in upajmo tudi uspešnejše raziskave, ki bodo omogočale v polni meri upoštevanje vseh pomembnih dejavnikov v takih prostorskih analizah.

Zelo so tudi zanimive možnosti in perspektive nadaljnjega razvoja tehnologije. Trenutno je GIS dvodimenzionalen, raziskovalni dosežki pa že kažejo na prve poskuse večdimenzionalnih sistemov. Zdi se, da vsaj za sedaj lahko nekatere primere sicer zgolj vizualiziramo v treh dimenzijah in dodamo z animacijo tudi časovni element, vendar pa je do pravega večdimenzionalnega GIS še daleč. Kaj bo tak sistem omogočal za arheološke prostorske raziskave, si pa lahko le predstavljamo.

4. Zaključek

Kot smo mogoče pred desetimi leti lahko bili priče novim pristopom v kvantifikativni arheologiji, ko so se vse analize opravljale z različnimi orodji multivariantne statistike, čeprav je marsikdaj to bilo nesmiselno, lahko nekaj podobnega opazimo tudi danes. GIS je modna stvar, ki se žal v arheoloških in tudi drugih raziskovalnih laboratorijih predstavlja kot cirkuška atrakcija in prestižna dobrina. Zdi se, da se še vedno povečini uporablja za digitalno kartiranje, vizualizacijo prostorskih podatkov in ustvarjanje vtisa pri financerjih raziskovalnih projektov. Analitične zmožnosti so večinoma zanemarjane. Vendar pa GIS ni

modna muha. Gotovo je, da bo GIS ostal med nami in da ga bomo čedajle več uporabljali. Čeprav bo omogočal razvoj teoretičnih pristopov v arheologiji pokrajine, pa upamo, da bo ostal na nivoju orodja.

LITERATURA:

- CARR, C. 1982. *Soil resistivity surveying*, Center for American archaeology press.
- CLARK, D. L. 1977. "Spatial information in archaeology", v D.L. Clark (ur.) *Spatial archaeology*, Academic press, 1-32.
- FRANK, A.U., EGENHOFER M.I. in KUHN W. 1991. "A Perspective on GIS Technology in the Nineties", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 57, 11, 1431-1436.
- GUPTILL, S.C. 1989. "Evaluating Geographic Information Systems Technology", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 55, 11, 1583-1587.
- HARRIS, T.M. 1986. "Geographic information system design for archaeological site information retrieval", v S. Laflin (ur.) *Computer applications in archaeology 1986*, University of Birmingham, 148-161.
- HARRIS, E.C. 1989. *Načela arheološke stratigrafije*, Slovensko arheološko društvo, Ljubljana.
- HOPWOOD, D. 1991. "How to Choose a Geographic Information System", *Geodetical Info Magazine* 5, 1, 42-43.
- KVAMME, K.L. 1985. "Determining empirical relationships between the natural environment and prehistoric site locations: a hunter-gatherer example", v C. Carr (ur.) *For concordance in archaeological analyses*, Westport publishers, 208-238.
- KVAMME, K.L. 1990. "The fundamental principles and practice of predictive archaeological modeling", v A. Voorrips (ur.) *Mathematics and information science in archaeology: a flexible framework*, *Studies in modern archaeology*, vol.3, Holos Verlag, 257-295.
- SLAPŠAK, B. 1983. *Možnosti študija poselitve v arheologiji*, doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta.

Iron, Land and Power: The Social Landscape of the Southeastern Alps and the Karst in the Iron Age

STANČIČ, Z. in GAFFNEY, V. 1991. *Napovedovanje preteklosti - uporaba GIS v arheološki študiji otoka Hvara*, Znanstveni inštitut Filozofske fakultete, Ljubljana.

THÜNEN, von J.H. 1876. *The isolated state*, Oxford university press 1966.

VITA-FINZI, C. in HIGGIS, E.M. 1970. "The prehistoric economy of the Mt. Carmel area", *Proceedings of the Prehistoric society* 36, 1-37.

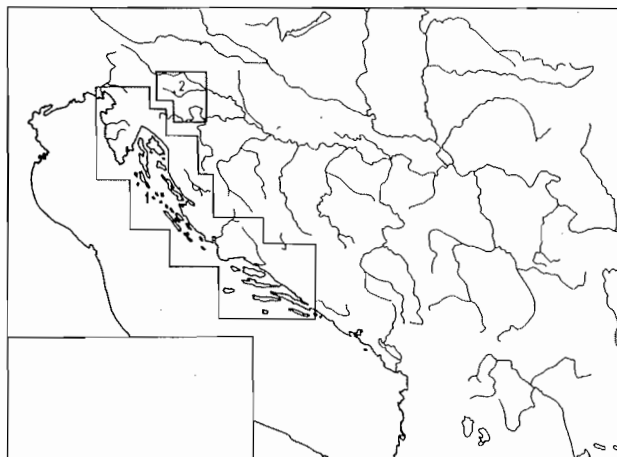
WANSLEEBEN, M. 1988. "Geographic information systems in archaeological research", v S.P.Q. Rahtz (ur.) *Computer and quantitative methods in archaeology 1988*, *British archaeological reports International series* 446, vol.2, 435-451.

Zoran Stančič

The aim of this paper is to compare the social landscapes of the Southeastern Alps and the Karst regions of Western Slovenia, Istria and Dalmatia in the Iron Age, and to attempt to explain the differences in organization and underlying meaning, which are apparent between the two regions (see Map 1).

The Karst of the Dalmatian coast is well known, both as a geographical entity and from recent archaeological work. It will be discussed here for these reasons, in preference to the regions of Istria, the Slovenian coast and Notranjska, which resemble it to some extent in broad archaeological and geomorphological conditions. The Zadar region in Northern Dalmatia and the island of Hvar have both been the subject of extensive research in recent years and provide a more complete data base than is available in other parts of Dalmatia. The Bronze Age and Iron Age landscapes are therefore more complete and better understood (Batović and Chapman 1985, 158-195, Chapman and Shiel 1989, 1-30, Gaffney and Stančič 1991).

The Karst today is environmentally constrained. The hydrography is such that water is scarce. Good arable soils are limited to discrete areas, separated by limestone and dolomite uplands, which carry poor soils and are often heavily eroded, although in the past the soils may have been somewhat better. This was however only to a



Map 1: Locational map of the regions under discussion, 1 Notranjska, Istria and Dalmatia, 2 Dolenjska and Bela Krajina.