

UDK 902:303.023
Izvorni naučni članak

KVANTIFIKACIJA U ARHEOLOGIJI: ISTORIJSKI I TEORIJSKO–METODOLOŠKI ASPEKTI

APSTRAKT

Tekst predstavlja istorijski pregled upotrebe kvantitativnih metoda u arheologiji sa ciljem da se pojasni njihova uloga u kontekstu arheološke teorije vremena o kome se govori. Ovaj rad nastao je kao pokušaj da se u srpskoj arheologiji obrati pažnja na ovu veoma zanemarenu oblast, koja predstavlja deo opšte naučne kulture. Predstavljani su osnovni principi statističkog metoda i objašnjena je uloga statistike u naučnom istraživanju. Zatim je dat kratak pregled osnovnih pravaca u istoriji arheologije, sa naglaskom na procesnu arheologiju, i autor je pokušao da kroz veoma ograničen broj primera ilustruje širok spektar problema čije je rešavanje nemoguće bez kvantifikacije. Isto tako, načinjen je pokušaj da se razjasni uloga kvantitativnih metoda u procesnoj arheologiji i da se na taj način razbije mit o ključnoj ulozi kompjutera u Novoj arheologiji.

KLJUČNE REČI: KVANTIFIKACIJA, STATISTIKA, NOVA ARHEOLOGIJA, TEORIJA, METOD, MERENJE.

UVOD¹

Mišljenje koje je duboko ukorenjeno u laičkim predstavama o arheologiji, a neretko se može čuti i od samih arheologa, jeste da matematika, statistika i kvantitativni metodi uopšte, nemaju nikakve veze sa humanističkom disciplinom kao što je arheologija. Ovakva razmišljanja mogu biti prouzrokovana samo suštinskim nerazumevanjem naučnog metoda, kvantitativnih metoda i naposljetku, same arheologije.

¹ Autor je stipendista Ministarstva nauke Republike Srbije, a ovaj tekst nastao je u okviru projekta Interkulturalna komunikacija u paleobalkanskim društvima br. 147040, finansiranog od strane istog Ministarstva.

Uz određenu dozu karikature, može se reći da arheolozi na matematiku i statistiku najčešće reaguju na jedan od dva načina, oba ekstremna i pogrešna.²

1. Nekritičko prihvatanje kvantitativnih metoda kao svemogućeg rešenja. Kvantifikacija u tom slučaju postaje samoj sebi svrha, a (često neadekvatna) primena statističkih tehnika se praktikuje gotovo poput neke vrste čarobnog štapa koji će jednim magijskim potezom dati sve odgovore.³

2. Strah od matematike koji rezultira u kategoričkom odbacivanju kvantitativnih metoda ili odbacivanje ovih metoda pod izgovorom da se

² Clark 1982: 221

³ Thomas 1978, Cowgill 1977, Dumond 1977

ljudi ne mogu proučavati putem jednačina i formula. Druga reakcija je mnogo češća, naročito u naučnim zajednicama koje ne pripadaju engleskom govornom području.

Opažanje Konstantina Momirovića da je kontradiktorna činjenica da psihologija proučava daleko složenije sisteme od onih kojima se bave fizičari ili hemičari, a da je u isto vreme matematičko znanje koje se zahteva od psihologa daleko manje od znanja fizičara,⁴ može se u potpunosti ekstrapolirati i na arheologiju i antropologiju. Čak i ako se izuzme činjenica da ljudska društva u sadašnjosti i prošlosti čine veoma složene sisteme, ostaju hiljade fragmenata keramike, kostiju i kremenja i njihovih različitih svojstava koje treba izmeriti, kao i prostorni, vremenski i logički odnosi koje treba sagledati. Takvo mnoštvo informacija nužno je organizovati u analitičke jedinice, a za taj posao neophodno je poznavanje kvantitativnih metoda.

Nije namera autora da zagovara mišljenje da arheolozi treba da postanu matematičari i statističari, ali postoje najmanje dva razloga zašto bi arheolozi trebalo da se upoznaju makar sa osnovnim statističkim metodama:

1. Najopštije jedinstvo naučnog metoda. U svakoj nauci prisutno je merenje ili brojanje neke vrste.⁵ Arheologija se u ovom pogledu ne razlikuje od drugih nauka, tako da skoro svako ozbiljnije arheološko istraživanje, bilo teorijsko, bilo empirijsko, podrazumeva kvantifikaciju, makar najjednostavniju.

2. Komunikacija sa stručnjacima za primenu metoda prirodnih nauka na arheološke probleme, naročito sa statističarima i matematičarima. Ukoliko je potrebno da se arheolog obrati statističaru ili matematičaru za potrebe neke složenije statističke analize ili kompjuterske simulacije, on mora poznavati makar osnovne pojmove da bi komunikacija bila moguća, jer je nerealno očekivati da statističar ili matematičar poznaje arheološku i antropološku teoriju.

Takođe, veliki napredak u informacionim tehnologijama rezultirao je razvijanjem komercijalnih softverskih paketa za statističku obradu podataka koji su prilagođeni nematematičarima i istraživačima iz oblasti društvenih nauka (poput SPSS – Statistical Package for Social Sciences)

i koji zahtevaju samo osnovno poznavanje matematike (ali zahtevaju poznavanje unutrašnje logike tehnika i osnovna znanja iz statistike). Time je omogućeno svakom istraživaču da uz malo napora primenjuje ove tehnike, tako da izgovori za nekorisćenje ovih metoda postaju neopravdani.

Cilj ovog rada jeste da predstavi ulogu koju kvantitativni metodi imaju u arheologiji, prikažu u čemu je ta uloga slična sa ulogom koju ove tehnike imaju u drugim naukama i kakve su to specifičnosti arheologije koje utiču na odabir i način korišćenja kvantitativnog analitičkog aparata. Tema će biti obrađena sa dva aspekta – istorijskog i teorijsko-metodološkog. Prvi aspekt podrazumeva kratak istorijat korišćenja kvantitativnih metoda u arheologiji, dok drugi aspekt podrazumeva razmatranje korišćenja i značenja tih tehnika u svetlosti arheološke teorije i metodologije. Istorijski nema ambiciju da bude sveobuhvatan pregled, jer bi on zahtevao mnogo više mesta, već će biti izdvojeni samo aspekti od većeg značaja. Istorijski i teorijski aspekti će biti prikazani zajedno, jer puko nabranje kvantitativnih tehnika i godine ili decenije kada su one počele da se koriste nema nikakvu svrhu, ako nije stavljeno u kontekst istorije arheološke misli (arheološke teorije i metodologije).

OSNOVNI POJMOVI

U ovom tekstu se pod pojmom kvantitativne metode podrazumeva širok spektar statističkih metoda za opis i analizu podataka, zatim matematičko modelovanje i kombinacija ova dva polja primenjene matematike kroz kompjutersku simulaciju. Ovde će veća pažnja biti posvećena statistici, jer je kompjuterska simulacija veoma široka i kompleksna oblast, a za njeno razumevanje potrebno je prvo poznavati osnove statističkog metoda.

Statistika je naučni metod kvantitativnog istraživanja masovnih pojava.⁶ Statistika se može podeliti na deskriptivnu i induktivnu statistiku.⁷

Deskriptivna statistika je polje sa kojim su arheolozi manje-više upoznati. Sumiranje podataka uz pomoć grafičkih sredstava (grafikona, histograma, tabela), procenata, mera centralne tendencije (aritmetička sredina, modus, medijana) i mera disperzije (standardna devijacija i varijansa) je ve-

4 Momirović i dr. 1999: 542

5 Коен и Нејгел 2004: 304–315

6 Žižić i dr. 2005: 3

7 Blalock 1972: 4–5

oma česta pojava u arheološkim publikacijama.

Induktivna statistika obuhvata sve metode koji su zasnovani na statističkom zaključivanju, koje je induktivno po svojoj prirodi, o osobinama populacije na osnovu uzorka. Ovaj postupak se naziva statistička generalizacija. S obzirom na to da je indukcija zaključivanje po verovatnoći, u srcu induktivne statistike leži teorija verovatnoće. Statističko zaključivanje obuhvata dve velike oblasti, a to su ocenjivanje nepoznatih parametara populacije na osnovu uzorka i testiranje statističkih hipoteza.

Statistika se može takođe podeliti na univarijacione, bivarijacione i multivarijacione tehnike u zavisnosti od toga sa koliko promenljivih operišu u isto vreme. Suštinske razlike u rezonovanju nema, ali kod multivarijacione analize (one kod koje se proučava odnos više od dve promenljivih) matematika postaje znatno složenija i znatno se uvećava broj potrebnih izračunavanja, tako da se praktična primena ovih metoda na realne probleme ne može sprovesti bez kompjutera. Iz praktičnih i didaktičkih razloga se skoro uvek odvajaju univarijacione i bivarijacione tehnike sa jedne, i multivarijacione tehnike sa druge strane.

Multivarijacioni metodi se mogu primeniti i u deskriptivne svrhe, kada želimo da otkrijemo određenu strukturu u podacima – odnose opservacija i promenljivih, a isto tako može biti i induktivna ako želimo da generalizujemo naša opažanja na populaciju i testiramo statističku značajnost opažene ili pretpostavljene strukture.

Dobar termin koji bi adekvatno opisao induktivnu statistiku zajedno sa bivarijacionim i multivarijacionim metodama jeste analitička statistika definisana kao skup statističkih metoda za analizu pojava i njihovih odnosa, koji omogućuju pribavljanje numeričkih informacija, njihovu kvalitativnu interpretaciju, donošenje zaključaka i formulisanje zakonitosti ponašanja posmatranih pojava.⁸

Statističko zaključivanje počiva na testiranju statističkih hipoteza. Za razliku od antropoloških i arheoloških hipoteza koje su često izražene u nejasnim terminima, statističke hipoteze su čisto matematičkog karaktera. Formulisu se uvek nulta i alternativna hipoteza. Kao alternativna hipotezu formuliše se zapravo istraživačka hipoteza, a nul-

ta hipoteza se formuliše tako da bude kontradiktorna istraživačkoj. Pogledajmo ovo na primeru.

Iz nekog razloga (arheološkog ili antropološkog) formulisali smo hipotezu da se kremenim strugači sa lokaliteta A razlikuju od onih sa lokaliteta B. Ovo je arheološka hipoteza. Da bismo pretvorili ovu hipotezu u statističku hipotezu, nužno je definisati na kojoj ćemo od beskonačno mnogo osobina koje možemo opaziti na jednom strugaču (boja, dužina, širina, miris, ukus, hemijski sastav, tvrdoća...) mi zapravo meriti sličnost ili različitost. Recimo da smo odlučili (iz arheoloških teorijskih razloga) da to bude kompozitna mera koju ćemo dobiti množenjem širine, dužine i debljine. Tu novodobijenu meru ćemo nazvati veličina strugača i sada možemo svakom pojedinačnom strugaču sa lokaliteta i A i B pridružiti još jednu osobinu – veličinu.

Nas sada interesuje da li se strugači sa lokaliteta A razlikuju od strugača sa lokaliteta B. Sledeći korak ka formulisanju statističke hipoteze bi se sastojao u tome da se na neki način izvede mera koja će sumirati veličine strugača sa lokaliteta A i sa lokaliteta B. Kao najjednostavniju meru izabraćemo prostu aritmetičku sredinu – prosek, te ćemo onda izračunati prosečnu veličinu strugača sa lokaliteta A i prosečnu veličinu strugača sa lokaliteta B. Naša istraživačka hipoteza glasi da se oni razlikuju, ali mi zapravo nećemo testirati direktno istraživačku hipotezu (suviše bi bilo složeno objasniti na ovom mestu iz kojih razloga)⁹, već njoj kontradiktornu, nultu hipotezu koja će onda glasiti da nema razlike u veličini između strugača sa lokaliteta A i B. Matematičkim jezikom:

μ_A – aritmetička sredina veličine strugača na lokalitetu A

μ_B – aritmetička sredina veličine strugača na lokalitetu B

H_0 (nulta hipoteza): $\mu_A = \mu_B$ ili $\mu_A - \mu_B = 0$

H_A (alternativna, istraživačka hipoteza): $\mu_A \neq \mu_B$

U realnom slučaju, aritmetičke sredine strugača će se svakako razlikovati, ali mi na oko ne možemo oceniti da li je ta razlika statistički značajna, tj. da li je ona posledica slučajnih fluktuacija ili predstavlja posledicu sistematske razli-

⁸ Žižić i dr. 2005: 3

⁹ Žižić i dr. 2005, Blalock 1972, Winkler and Hays 1975

ke koja je posledica dejstva nekog faktora (poznatog ili nepoznatog). Formalizam statističkog zaključivanja i testiranja hipoteza nam omogućuje da do odgovora na ovo pitanje dođemo sa određenim stepenom verovatnoće. Ovde je ukratko izložen sam princip na najjednostavnijem primeru. Za detaljan pregled pogledati neki od standardnih udžbenika za statistiku i verovatnoću.¹⁰

Pomenuto je u Uvodu da se arheologija poput drugih nauka bavi merenjem određenih svojstava, obeležja. Pri tome reč merenje ne treba shvatiti isključivo u uskom kolokvijalnom značenju ove reči koje označava merenje nekih osobina kao što su visina, težina i sl. Svako klasifikovanje keramike prema npr. boji jeste svojevrsno merenje. Šta je to što se meri? U pomenutom slučaju sa keramikom, meri se atribut (promenljiva) koji se naziva boja fragmenta. U najširem smislu mogu se meriti neka opipljiva obeležja, ali isto tako se mogu "meriti" i apstraktni, teorijski koncepti.

Obeležja, atributi, svojstva, predstavljaju sinonime za osobine po kojima se jedinice posmatranja određenog statističkog skupa međusobno razlikuju ili se mogu razlikovati.¹¹ Uobičajeni termin koji se koristi za ove osobine jeste matematički termin promenljiva. Jedinice posmatranja mogu biti fragmenti keramike (svaki fragment jedna jedinica), posude (svaka posuda jedna jedinica ili zbirka posude iz arheološke celine, jame, na primer), kremenno oruđe ili bilo šta drugo što je od značaja za konkretno istraživanje.

Promenljive se mogu meriti na četiri različite merne skale: nominalnoj, ordinalnoj, intervalnoj i skali količnika. Nominalne ili kategoričke promenljive su one promenljive gde različiti modaliteti (vidovi njenog ispoljavanja) ne odražavaju intenzitet posmatrane osobine, već samo njene različite pojavne oblike (npr. promenljiva pol ima samo dva modaliteta – muški i ženski; način izvođenja ornamenta na keramici može imati npr. tri modaliteta – urezivanje, slikanje, glačanje i sl.).

Ordinalne skale su one kod kojih se modaliteti mogu urediti u rastući ili opadajući niz po intenzitetu merene osobine, ali pri tome se ne može tačno reći za koliko je jedan modalitet manji ili veći od drugog ili koliko je puta jedan modalitet veći od drugog. Primer za ovo može biti faktura keramike koja može biti fina, srednja i gruba. Mi

ne znamo kolika je razlika između fine i srednje fakture u nekim standardizovanim jedinicama, niti znamo da li je ta razlika ista kao i razlika između srednje i grube keramike, ali možemo da kažemo da jedan fragment ima finiju fakturu od drugog..

Intervalne skale imaju sve osobine ordinalnih skala, a uz to imaju još jednu dodatnu osobinu da je poznata tačna vrednost razlike između dve opservacije tj. modaliteta obeležja koji su na njima izmereni. Ove skale nemaju apsolutnu nulu, tj. nula je arbitrarna. Klasičan primer intervalne skale jeste Celzijusova temperaturna skala. Mi možemo reći da je temperatura objekta A od 30C° za 20C° veća od objekta B čija je temperatura 10C° , ali ne može se reći da objekat A ima tri puta veću temperaturu od objekta B. Još jedan primer, bliži arheologima, je vremenska skala. Starost fibule iz 200.-te godine n.e. je za dvesta godina veća od starosti fibule iz 400.-te godine n.e., ali ne može se reći da je fibula iz 200.-te godine n.e. dva puta starija od fibule iz 400.-te godine zato što je nula u ovakvom sistemu očigledno arbitrarna.

Skale količnika stoje najviše na hijerarhiji skala i sadrže osobine prethodne tri skale, uz dodatna svojstva da imaju apsolutnu nulu i da je moguće ustanoviti koliko je puta jedna vrednost na skali veća ili manja od druge, tj. njihov količnik ima smisla. Primeri za ovakve skale bili bi dužina, masa, površina, zapremina . . .

Primetimo da krećući se od nominalne ka skali količnika, raste količina informacija koju dobijamo merenjem kao i broj mogućih operacija na promenljivama koje su rezultat merenja.

Kada se posmatra bilo koji složen fenomen (bilo proces bilo konkretan arheološki zapis) on se vidi kao celina. Celina se zbog svoje kompleksnosti opire analizi, zato što je uslovljena mnogim faktorima koje se ne mogu direktno i odjednom sagledati. Na određenom fenomenu je moguće izdvojiti beskonačno mnogo obeležja koja će da budu posmatrana, ali nisu sva obeležja podjednako relevantna za ishod procesa i prirodu fenomena koji se proučava. Da bi se stvarnost podvrgla efektivnoj naučnoj analizi nužno je da se ona na neki način izparceliše, da se fenomen razloži na komponente koje će se onda međusobno porediti i posmatrati kako variraju i po kojim zakonitostima, i na koji način izgrađuju celinu fenomena. Ključan pojam u početnoj fazi istraživanja jeste

10 Žižić i dr. 2005, Blalock 1972, Winkler and Hays 1975

11 Žižić i dr. 2005: 8

dimenzionalizacija podataka.¹² Dimenzionalizacija podataka nije ništa drugo no razlaganje predmeta proučavanja na relevantne promenljive koje će se meriti. Svaka promenljiva pri tome predstavlja zasebnu dimenziju u analitičkom prostoru.

Pomenuto je da termin merenje može biti upotrebljeno i u donekle prenesenom značenju, kao merenje određenih teorijskih pojmova i pojava. Pojave od interesa za arheologiju kao što su demografski rast, trgovina ili socijalna diferencijacija ne mogu se direktno meriti zato što su ovo pre svega teorijski pojmovi, koji nisu direktno merljivi već moraju biti operacionalizovani, definisani kroz opažljive osobine (promenljive) arheološkog zapisa.

Treba naglasiti da operacionalizacija ovih teorijskih pojmova tj. traženje njihovih prvo bihevioralnih, a zatim i materijalnih korelata predstavlja zadatak arheologije kao nauke. Ovde se najbolje vidi da su sve kvantitativne metode samo alat, instrument kojim se analiziraju promenljive, a ispravnost analize garantuje matematički formalizam koji stoji iza statističkih metoda. Sigurnost u izvođenju zaključaka odnosi se samo na tehnički deo tog procesa. Statistika i matematika ne mogu garantovati nikakvu sigurnost u arheološkom delu procesa. Operacionalizacija i kvantifikacija antropoloških teorijskih pojmova u terminima arheološkog zapisa jeste problem arheologije kao nauke. Od načina na koji se definišu promenljive arheološkog zapisa (što čini arheolog) zavisiće i saznajna vrednost rezultata kvantitativne analize.

Ipak, poznavanje osnova statističkog metoda može da doprinese direktno arheološkom rezonovanju u jednom širem konceptualnom smislu. Primena statističkih metoda i modela primorava istraživača da razmišlja u matematičkim terminima što ima za posledicu svojevrsnu disciplinu i jasnoću misli. Ideje koje ima, istraživač je primoran da uklopi u kvantitativni način razmišljanja, da svoje teorijske koncepte (čak iako nije u mogućnosti da ih direktno i jednostavno operacionalizuje i/ili meri) eksplicira i sagleda kroz prizmu promenljivih i njihovih odnosa, što u velikoj meri doprinosi jednom sistematičnom uvidu u prirodu problema kojim se bavi, čime se olakšava formulisanje i testiranje hipoteza.

KRATAK ISTORIJSKI PRIMENE I RAZVOJA KVANTITATIVNIH METODA U ARHEOLOGIJI

PERIOD PRE II SVETSKOG RATA

Nema smisla pokušavati da se precizno definiše početak korišćenja kvantifikacije u arheologiji, jer su se osnovne metode deskriptivne statistike koristile od samog početka moderne arheologije. Prve decenije XX veka obeležava kulturno istorijska arheologija čiji su glavni ciljevi bili uspostavljanje prostorne i vremenske sekvence kultura, kao i rekonstrukcija kulturne istorije, u terminima migracionističkih i difuzionističkih ideja.

Kada je reč o upotrebi induktivne statistike i složenijih metoda analize, nema mnogobrojnih primera upotrebe ovih tehnika u ovom periodu iz nekoliko razloga.

Prvi razlog leži u tome što su statistika i teorija verovatnoće relativno mlade grane matematike u smislu njihovog teorijskog objedinjavanja. Osnove moderne teorije verovatnoće i statistike postavili su tek u prve četiri decenije ovog veka veliki statističari poput Pirsona (Pearson), Fišera (Fisher), Kolmogorova (Kolmogorov) i drugih.

Drugo, sve multivarijacione metode bile su praktično neizvodljive bez računara, jer su zahtevale veoma zamorne i dugačke proračune.

Ipak, u ovom periodu nailazi se na sporadičnu upotrebu i začetak nekih tehnika koje će svoju elaboraciju doživeti kasnije. Izbor i upotreba ovih tehnika bili su usko povezani sa osnovnom teorijskom preokupacijom kulturno-istorijske arheologije – uspostavljanjem relativne hronologije na osnovu tipologije.

Gde su postojale dugačke stratigrafske sekvence, relativnu hronologiju je bilo manje ili više lako uspostaviti, ali u slučajevima gde ne postoji vertikalna stratigrafija i ne postoji nikakav drugi način da se nalazima odredi hronološki položaj, zadatak uspostavljanja relativno-hronoloških odnosa postaje veoma težak.

Problem uspostavljanja relativne hronologije grobova u nedostatku vertikalne stratigrafije rešio je Flinders Pitri¹³, postavljajući time osnove arheološke serijacije. Pitri je imao pred sobom

¹² Binford 2001: 47

¹³ Petrie 1899

oko 900 predinastičkih grobova sa jedne nekropole koje je trebalo svrstati u hronološki poredak. Pitri je problem rešio na taj način što je pretpostavio da grobove treba poredati tako da svaki tip keramike ima najmanji mogući raspon tj. da se pronađe takav redosled grobova da jedan tip bude skoncentrisan u jednom, što kraćem isečku sekvence. Pitrijev metod serijacije nije se zasnivao na numeričkom algoritmu kakvi će biti razvijeni kasnije, već na vizuelnom metodu uklapanja papirnih traka sa prikazanim sadržajem svakog groba u sekvencu tako da se ispuni njegov "kriterijum koncentracije". Dakle, iako Pitrijevo rešenje nije bilo kvantitativno u pravom smislu te reči, on je postavio osnov za matematičku elaboraciju ovog principa kasnije i za razvijanje tehnike serijacije.¹⁴

U skladu sa teorijskom orijentacijom kulturno istorijske arheologije, kvantifikacija je primenjivana u ovom periodu uglavnom u vidu pobrojavanja kulturnih atributa i izračunavanja proporcija istih. Pioniri poput Forda i Krebera su eksperimentisali sa statističkim metodama, ali veći značaj kvantifikacija dobija u arheologiji, kao i u svim drugim naukama, tek posle II svet-skog rata.

PERIOD OD II SVETSKOG RATA DO ŠEZDESETIH GODINA I POJAVE NOVE ARHEOLOGIJE

Drugi svetski rat označava prekretnicu u istoriji svih nauka. Naučni i tehnološki razvoj, u velikoj meri podstaknut ratom, nastavljen je sa još većim intenzitetom. Jači efekat ovih promena osetio se u arheologiji tek od 1950. godine, što nije slučajno, jer to je upravo vreme kada C14 metod nastaje i počinje da ulazi u arheološku praksu.

Ovo je vreme kada sve više počinju da se upotrebljavaju metodi analitičke statistike, ali i dalje u kontekstu kulturno-istorijske arheologije.

Metod serijacije postaje veoma važan i sve veći broj istraživača se bavi ovom temom.¹⁵ Serijacija se sada usložnjava – osim matrice prisustva i odsustva određenih tipova, razvijaju se mere sličnosti između jedinica posmatranja (pojedinačnih grobova, jama) bazirane na proporciji odre-

denih tipova koje određene opservacije sadrže. Najpoznatija od takvih mera postaje Brejnerd-Robinsonov koeficijent sličnosti.¹⁶ Takođe, Fordov metod serijacije se zasniva na proporcijama određenih tipova, ali je njihovo uređivanje u sekvencu zasnovano na vizuelnom kriterijumu poklapanja sekvence sa idealnim tipom "bojnog broda" (battleship curve).¹⁷

Početak pedesetih godina XX veka, američku arheologiju obeležila je debata između Forda i Spoldinga (Spaulding) o tome kako treba uspostaviti arheološke tipove. Sa jedne strane bio je Spolding koji je smatrao da postoje objektivni tipovi u arheološkom materijalu i da se oni mogu „otkriti” uz pomoć kvantitativnih metoda. On je analizirao pokretni materijal utvrđujući međuza-visnost određenih atributa hi kvadrat testom (testom koji nam može reći da li postoji statistički značajna veza između dve nominalne promenljive), a kasnije i loglinearnim modelovanjem.¹⁸ Ford se protivio ovakvom mišljenju smatrajući da ovako dobijena tipologija ne odlikava kulturne kategorije već arheološke apstrakcije.¹⁹ Ford je bio bliže istini. U zavisnosti od toga koji atributi su izabrani, može se dobiti veći broj podjednako objektivnih (matematički gledano) tipova, te stoga ne postoji samo jedna objektivna tipologija. Pitanje šta se zaista meri prilikom pravljenja tipologije, bilo kvantitativne bilo intuitivne, dobiće na značaju u okviru Nove arheologije.

U Evropi, Fransoa Bord podiže analitički nivo istraživanja musterijena na viši nivo stvarajući svoju tipologiju srednjepaleolitskog kremenog oruđa (1953, 1968). Bord definiše svaki od facijesa proporcijom određenih tipova kremenog oruđa, a razlike između facijesa se ispoljavaju kao razlike između profila krivih na grafiku kumulativnih procenata dobijenih na osnovu procentualnog sastava svakog od facijesa.

Teorijski okvir u ovom periodu je i dalje kulturno-istorijski, te su stoga sve statističke metode usmerene na postizanje tipološko-hronoloških ciljeva, s tom razlikom što sada sve više dolaze do izražaja metodi u kojima se koristi statističko zaključivanje (na primer hi kvadrat test), a ne samo deskriptivna statistika. Uz to, do naj-

14 Marquardt 1979, Doran and Hodson 1975, Cowgill 1972, Kendall 1969, Johnson 1972

15 Marquardt 1979

16 Brainerd 1951, Robinson 1951

17 Marquardt 1979

18 Spaulding 1953, 1977

19 Ford 1954

većeg izražaja je upotreba kvantitativnih metoda došla u Americi, nešto manje u Britaniji, dok se u Evropi, gotovo nije ni osetila.

PERIOD NOVE ARHEOLOGIJE – OD ŠEZDESETIH DO RANIH OSAMDESETIH

Sa pojavom nove (procesne) arheologije došlo je do prave “eksplozije” u korišćenju kvantitativnih metoda u arheologiji.²⁰ U ovom periodu dolazi do ekspanzionizma rasta u upotrebi naprednijih multivarijacionih statističkih metoda kao što su multipla regresija, faktorska analiza, razni metodi numeričke taksonomije, loglinearni modeli i sl. (za primenu ovih tehnika u arheologiji²¹)

Insistiranje na strogom naučnom metodu rezultiralo je potrebom da se teorijski pojmovi ekspliciraju, operacionalizuju i izmere. Nije više bilo dovoljno govoriti manje ili više, puno ili malo, umereno i intenzivno, već se insistiralo na tome da se jasno kaže za koliko manje ili više, koliko je to puno – da se jasno definišu jedinice mere i način merenja.

Kada je reč o tradicionalnijim ciljevima klasifikacije, tipologije i serijacije, načinjeni su znatni pomaci. Kendal je izveo matematički model serijacije,²² a pojavljuju se i prvi kompjuterski algoritmi i programi za automatsku serijaciju²³ što u mnogome ubrzava i olakšava proces serijacije. Dejvid Klark u svome klasičnom delu *Analytical Archaeology*²⁴ iznosi čitavu bateriju metoda klasifikacije koji se zasnivaju na numeričkoj taksonomiji. Numerička taksonomija predstavlja širok spektar analiza grupisanja na osnovu numeričkih koeficijenta sličnosti između opservacija (što mogu biti fragmenti keramike, kremenno oruđe, kuće, fibule itd.) koji predstavljaju ponderisanu (način ponderacije i računanje opšteg koeficijenta varira od tehnike do tehnike) sumu sličnosti između pojedinih promenljivih izmerenih na tim opservacijama.²⁵ Sve ove tehnike predložene su

da bi se izbegao subjektivni faktor pri pravljenju klasifikacija i tipologija i da bi sam postupak bio objektivniji.

Međutim, istinski razlog za ulogu koju kvantitativni metodi dobijaju u Novoj arheologiji treba tražiti u teorijskim osnovama ovog pravca. Dok je kulturno-istorijska arheologija praveći serijacije ili pokušavajući hi kvadrat testom da ustanovi arheološke tipove merila samo jednu dimenziju-promenljivu u arheološkom materijalu – kulturne norme jedne zajednice, propagatori Nove arheologije objašnjavali su kako arheološki materijal odražava više dimenzija, tj. sama kultura nije jednodimenzioni, već višedimenzioni fenomen.²⁶ Drugim rečima, sekvenca grobova koja je dobijena serijacijom na osnovu njihovog sadržaja ne mora nužno odražavati vremenske razlike, već može odražavati socijalne razlike, ili i jedne i druge u isto vreme, a može biti uslovljena i nekim trećim faktorom. Isto tako, grupisanje keramike u različite grupe ne mora da odražava razliku u kulturnim normama, već može ukazivati na različitu funkciju ili sezonsku varijabilnost.

U ovom kontekstu treba posmatrati rane radove Binforda i njegovih učenika šezdesetih koji se mogu opredeliti u prvu fazu Nove arheologije. Sam Binford je pod pretpostavkom da razlike u facijesima musterijena predstavljaju razlike u sezoni i funkciji lokaliteta, a ne različita neandertalska „plemena” kako je to smatrao Bord, pokušao da uz primenu faktorske analize ustanovi koje su to grupe alatki koje variraju zajedno i onda je dobijene grupe – faktore, interpretirao kao skupove alatki (tool kits) za različite aktivnosti.²⁷ Faktorsku analizu sa sličnim ciljem Binford primenjuje i na analizu kremenih artefakata iz donjeg paleolita.²⁸ Faktorska analiza i multipla regresija nalaze svoju primenu u pokušaju da se rekonstruiše sistem srodstva na osnovu distribucije različitih tipova keramike u američkim pueblima.²⁹

Međutim, Binford ubrzo shvata da ni uviđanje da je kultura višedimenzioni fenomen, ni primena kompleksnih statističkih metoda nije dovoljna da bi se došlo do objektivnog saznanja o prošlosti. Iako je postalo jasno da arheološki zapis

20 Clark 1982: 225, fig.6.2

21 Baxter 1994, Doran and Hodson 1975, Orton 1982, Shennan 2004

22 Kendall 1963

23 Marquardt 1979

24 Clarke 1968

25 Doran and Hodson 1975, Cowgill 1972, Johnson 1972,

Kendall 1969

26 Binford 1968

27 Binford and Binford 1966

28 Binford 1972

29 Hill 1968, Longacre 1963

odražava mnogo više aspekata kulture, a ne samo apstraktne norme o tome kako treba da izgleda lonac ili strugač, i dalje je ostalo nerešeno pitanje koje su to promenljive koje se mogu izmeriti na arheološkom zapisu relevantne za merenje odgovarajućeg ponašanja – aktivnosti. Dakle, problem je nastao upravo pri operacionalizaciji arheoloških i antropoloških teorijskih pojmova. Hilov i Longejkrov rad su kritikovani upravo sa te pozicije³⁰. Kao što je i sam Binford priznao, ništa u samom kvantitativnom metodu ne garantuje da su izmerene promenljive relevantne za razmatranje teorijske promenljive koja figuriše u hipotezi koju želimo da testiramo. Ovo saznanje okreće kurs procesne arheologije ka njenoj drugoj fazi – izgradnji teorije srednjeg opsega – znanja o veza između statike arheološkog zapisa i dinamike ljudske aktivnosti.³¹

U kontekstu izgradnje teorije srednjeg opsega, kvantitativni metodi dobijaju poseban značaj. Kod etnoarheoloških istraživanja procesnog karaktera osnovni cilj se sastojao u uspostavljanju relacija između različitih analitičkih jedinica koje se mogu prepoznati kako u savremenom etnografskom kontekstu, tako i u arheološkom zapisu.³² Upravo zbog činjenice da etnoarheologija ne počiva na formalnoj, već na relacionoj analogiji,³³ potrebno je bilo pronaći način da se te relacije sumiraju na neki način i naprave poređenja između savremenog i arheološkog konteksta, poredeći različite numeričke koeficijente koji sumiraju relacije, a ne formu.

Na primer, Binford je istražujući tafonomiju životinjskih kostiju u etnografskom kontekstu Nunamiut Eskima faktorskom analizom izdvojio anatomske elemente koji variraju zajedno, ali je u ovom slučaju on znao šta svaki faktor na kome se određeni elementi grupišu predstavlja u smislu određene ljudske (ili životinjske) aktivnosti.³⁴ Zatim je faktorsku analizu sproveo na životinjskim kostima iz paleolitskih slojeva sa afričkih lokaliteta da bi ustanovio da li postoji ista faktorska struktura koju onda može da interpretira u dinamičkim terminima. Iako se na Binfordovu analizu mogu staviti mnoge primedbe sa metodološkog i

tehničkog aspekta,³⁵ njegova tafonomska istraživanja, zajedno sa njegovim indeksima generalne utilitarnosti (GUI, MGUI), indeksima poput minimalnog broja životinjskih jedinica (MAU) kao i familije krivih koje predstavljaju različite tafonomske procese,³⁶ postavili su temelj mnogim standardnim zooarheološkim analitičkim procedurama i podstakli su široku raspravu i dalji rad na ovom problemu.³⁷

Značaj kvantitativnih metoda za izvođenje sumarnih numeričkih pokazatelja nekih fenomena od interesa dolazi posebno do izražaja u novonastalom polju istraživanja – prostornoj arheologiji. Tokom sedamdesetih i početkom osamdesetih pojavilo se nekoliko značajnih monografija i zbornika na ovu temu.³⁸ Kvantitativni metodi prostorne analize u arheologiji su najvećim delom preuzeti i modifikovani iz radova škole „Nove geografije”. Prilagođavanjem statističkih metoda podacima koji se tiču prostora i odnosa u prostoru, dobijen je moćan analitički instrument za različite vrste prostornih analiza. Izvedene su numeričke mere asocijacije između određenih klasa tačaka u prostoru, koje kada se prevedu na jezik arheologije, omogućavaju da se sumiraju kroz jedan broj prostorni odnosi dve vrste artefakata. Isto tako, različite hipoteze o prostornom ponašanju (sistemu naseljavanja, trgovini, sezonskim pomeranjima i sl.) mogli su biti izraženi u formi statističkih hipoteza upravo kroz kvantifikaciju. Na taj način je korišćenjem statističkog zaključivanja bilo moguće donositi zaključke o istinitosti tih hipoteza (ili bolje rečeno njihovoj verovatnoći). Kada je reč o modelovanju sistema naseljavanja, moguće je različite modele izraziti preko odgovarajućih teorijskih distribucija verovatnoće, i zatim porediti koliko empirijski slučajevi odstupaju od teorijskih distribucija i da li je to odstupanje statistički značajno, tj. da li se može ili ne može pripisati slučajnim fluktuacijama uzorka.

Insistiranje procesne arheologije na utvrđivanju zakonitosti rezultiralo je time da se arheolozi više nisu zadovoljavali samo zračunavanjem proste korelacije između promenljivih³⁹, već su

30 Allen and Richardson 1971, Dumond 1977

31 Johnson 1999, Olsen 2002

32 Porčić 2006

33 Hodder 1982

34 Binford 1981

35 Ringrose 1993

36 Binford 1981, Lyman 1994

37 Grayson 1989, Lyman 1984, 1985, 1994, Rogers 2000

38 Clarke 1977, Hietala 1984, Hodder and Orton 1976

39 Prisustvo, odsustvo, smer i statistička značajnost korelacije se ustanovljavaju računanjem Pirsonovog koefici-

želeli da odu korak dalje i da pokušaju da predvide vrednost jedne promenljive na osnovu druge. Tako je prosta i multipla regresija dobila veoma važno mesto u arheologiji kao dopuna koeficijentu korelacije. Zašto je to tako, prilično je očigledno. Ako se odnos između dve promenljive može predstaviti u formi linearne jednačine (funkcije) gde se izražava jedna promenljiva u funkciji od druge, poznavanje tačnog izgleda te jednačine do koga se dolazi empirijskim putem (ili teorijskim, analitičkim izvođenjem, što je znatno teže u arheologiji⁴⁰) posmatrajući kako se menjaju vrednosti obe promenljive, omogućava da se na osnovu poznavanja vrednosti jedne promenljive, predvidi vrednost druge. Etnografski kontekst nam omogućava da simultano posmatramo i bihevioralne promenljive (dinamiku) i arheološke promenljive (statiku). Metod regresije nam omogućava da dobijemo oblik pomenute jednačine. U arheološkom kontekstu je poznata vrednost samo arheološke promenljive, ali pošto je poznata i jednačina koja povezuje poznatu i nepoznatu promenljivu, moguće je oceniti (zato što veza između promenljivih nije deterministička već statistička), u određenom intervalu i sa određenim stepenom verovatnoće, vrednost nepoznate promenljive. Drugim rečima, problem se svodi na rešavanje jednačine. Na ovaj način je P. Vizner pokušala da na taj način utvrdi vezu između broja ljudi koji naseljavaju objekat ili naselje sa površinom objekta ili naselja,⁴¹ a učinjen je i još ambiciozniji pokušaj da se veza

jenta korelacije u oznaci r . Koeficijent korelacije predstavlja kvantitativnu meru slaganja dve promenljive i kreće se u rasponu od -1 do 1. Vrednost 1 označava savršenu pozitivnu linearnu korelaciju, dve promenljive variraju zajedno, kada se vrednost jedne povećava, povećava se i vrednost druge, kada se jedna smanjuje i druga se smanjuje. Vrednost -1 označava savršenu inverznu korelaciju, kada se vrednost jedne promenljive smanjuje, vrednost druge se povećava i obrnuto. Kada je $r=0$ to znači da ne postoji nikakva veza između promenljivih. Kada koeficijent ima ekstremne vrednosti -1 ili 1, to znači da se vrednost jedne promenljive u potpunosti i savršeno može predvideti na osnovu druge promenljive, tj. da postoji linearna jednačina koja ih povezuje. Vrednosti između -1 i 1 ukazuju na to da postoji jača ili slabija veza (ili je uopšte nema, ili nije linearne prirode) između promenljivih, ali da se predviđanje vrednosti jedne promenljive na osnovu druge može vršiti samo sa većom ili manjom greškom (ili ne može uopšte), u zavisnosti od vrednosti koeficijenta korelacije.

40 Hazelwood and Steele 2003

41 Wiessner 1974

između populacije i površine naselja dedukuje iz aksiomatski postavljene teorije.⁴²

Ipak, treba naglasiti da postoji jedna veoma značajna teškoća kada se radi o primeni regresionog metoda u konstruisanju jednačina za predviđanje. Naime, pošto je u najvećem broju slučajeva ono što je u arheološkom zapisu posledica, a ne uzrok dinamike, onda je mnogo lakše (kroz eksperiment ili etnoarheološko istraživanje) napraviti regresioni model gde je promenljiva koja se odnosi na arheološki zapis zavisna, a promenljive koje se tiču dinamike su nezavisne. Jednačina koju dobijamo gradeći regresioni model na taj način, omogućava predviđanje zavisne varijable (sa određenom greškom, naravno) na osnovu poznavanje vrednosti nezavisne, ali u arheološkoj situaciji mi vidimo vrednost zavisne varijable, a želimo na osnovu nje da dodemo do vrednosti nezavisne (dinamike). Ove dve jednačine nisu identične (zbog stohastičke prirode veze), a konstruisati regresioni model gde će dinamička varijabla biti zavisna, a statična nezavisna je kontraintuitivno sa stanovišta uzročnosti i baš zbog toga je skopčano sa mnogim praktičnim problemima. Jedino u slučajevima kada je promenljiva koju možemo da opazimo u arheološkom zapisu indikator nekog procesa koji predstavlja uzrok nekog drugog procesa, ovaj problem ne postoji.

Regresioni metod našao je svoju primenu i u prostornoj arheologiji. Različiti modeli trgovine izraženi su kvantitativno kroz različite regresione modele.⁴³ Renfrouve „fall-off” analize nisu ništa drugo do provlačenje odgovarajuće regresione krive kroz empirijski dobijen skup tačaka i zatim utvrđivanje koja teorijska kriva najbolje aproksimira dati skup, pri čemu svaki model trgovine ima odgovarajuću krivu. Drugim rečima, u zavisnosti od modela trgovine zavisne parametri i izgled krive.

Kao logičan nastavak matematičkog modelovanja različitih društvenih i istorijskih procesa⁴⁴ i kao posledica razvoja kompjuterske tehnike, u arheologiji sedamdesetih godina sve veći značaj dobija kompjuterska simulacija.⁴⁵ Kompjuterskom simulacijom je moguće unapred postaviti

42 Read and LeBlanc 1978

43 Hodder and Orton 1976, Renfrew 1984

44 Clarke 1972

45 Doran and Hodson 1975, Hodder 1978, Hodder and Orton 1976, Thomas 1972

model (izražen matematički naravno) i zatim vde ti u kojoj meri (izraženo kroz statističke pokazatelje) rezultati dobijeni simulacijom odgovaraju nekoj empirijskoj situaciji. Simulacija predstavlja veoma moćni metod u društvenim naukama uopšte,⁴⁶ ali ovde neće biti više reči o njoj, jer se radi o veoma kompleksnoj i velikoj oblasti.

Zbog prirode predmeta koji se proučava i nerazvijenosti arheološke teorije, mnoge promenljive u arheologiji mogu se meriti samo na nominalnoj skali. Hi kvadrat test je dopuštao ispitivanje veze između najviše dve nominalne promenljive ukrštene u tabeli kontingencije. Statističari su razvili još savršeniju tehniku – loglinearne modele, koja može da uzme u razmatranje više od dve kategoričke promenljive i da ispita uticaj svake od njih ponaosob kao i njihove interakcije. Potencijal ovakvog analitičkog aparata je prepoznat,⁴⁷ a u praksi su primenjivani u pronalaženju veze između promenljivih koje se tiču osobina donjepaleolitskih alatki (tip, sirovina i sl.)⁴⁸ i u analizi faktora koji utiču na lokaciju naselja.⁴⁹

Još jedna velika i značajna oblast kvantifikacije je dobila na značaju u okviru Nove arheologije, a to je uzorkovanje. Da bi primena većine statističkih metoda i tehnika bila opravdana, neophodno je da su ispunjeni neki preduslovi. Jedan od osnovnih preduslova za statističko zaključivanje, koje počiva na induktivnoj generalizaciji, jeste da uzorak bude reprezentativan za populaciju koja je predmet istraživanja. To znači da je potrebno obezbediti slučajan uzorak⁵⁰ ili neku njegovu aproksimaciju.

Binford je u članku *A consideration of archaeological research design*⁵¹ ukazao na potrebu da se u dizajnu arheoloških iskopavanja i rekognosciranja moraju uzeti u obzir problemi vezani za uzorkovanje. Problem dizajna uzorka postao je posebno značajan za dizajniranje i procenjivanja troškova i efikasnosti rekognosciranja i manjih

test iskopavanja. Svaka kvantitativna analiza i zaključci koji se na osnovu nje donose gube svoju oštricu ukoliko podaci koji se analiziraju predstavljaju rezultat rekognosciranja bez planiranja uzorka. U slučaju da nema planiranog probablističkog uzorkovanja (ili njegove aproksimacije), za bilo koju pravilnost koja se uoči, npr. u prostornoj analizi, ne može se sa sigurnošću reći da odražava neki faktor od interesa ili pristrasnost uzorka. Zapravo, ni u slučaju da je rekognosciranje sprovedeno prema unapred utvrđenoj shemi uzorkovanja, ne može se biti apsolutno siguran, ali se makar naša nesigurnost može tačno kvantifikovati i izraziti kao verovatnoća.

Iz ovih razloga se sedamdesetih i osamdesetih pojavilo puno radova prosvetljenih upravo ovoj problematici.⁵² Tema je postala toliko značajna da je postala tema čitavih monografija i zbornika npr. *Sampling in Archaeology*.⁵³

Kao opšti zaključak može se reći da kvantifikacija nije predstavljala suštinu Nove arheologije, već posledicu teorijskog osvešćenja koje je nastalo sa pojavom ove škole mišljenja koja je arheološku misao stavila u okvir opšte naučne misli. Pogrešno je svako mišljenje koje suštinu promene koju donosi Nova arheologija vidi u upotrebi matematike i kompjutera.

OD OSAMDESETIH DO DANAS

Procesna arheologija je osamdesetih godina počela da gubi na popularnosti, naročito u Britaniji, a akademski primat preuzeo je novi teorijski pravac (ili bolje rečeno pravci) – postprocesna arheologija.⁵⁴ Šenks i Tili su, na primer, odbacili mogućnost postizanja objektivnosti u arheologiji, i naglašavali su da je mera vrednosti nekog arheološkog rada stepen političke samosvesti i unutrašnja logička koherentnost.⁵⁵ Statistički metodi i kvantifikacija uopšte, su došli pod udar postprocesnih teoretičara.

Ipak, iako se u postprocesnoj arheologiji odustalo do nekih ambicioznijih poduhvata primene kvantitativnih metoda kao što je simulacija

46 Gilbert and Troitzch 2005

47 Clark 1976, Lewis 1986, Spaulding 1977

48 Lewis 1986

49 Maschner and Stein 1995

50 Slučajan uzorak je onaj uzorak, gde svaki uzorak iste veličine n ima podjednaku verovatnoću da bude izabran (Winkler and Hays 1975: 273). Prost slučajni uzorak je onaj uzorak gde svaki element iz populacije ima jednaku verovatnoću da će biti izabran.

51 Binford 1964

52 Cherry et al. 1978, Kintigh 1988, Krakker et al. 1983, Read 1986

53 Orton 2000

54 Johnson 1999, Olsen 2002

55 Shanks and Tilley 1992

društvenih sistema, procesni i postprocesni arheolozi podjednako su nastavili da upotrebljavaju kvantitativne metode u specijalističkim oblastima kao što je npr. zooarheologija. Zooarheologija je disciplina sa veoma razvijenom tendencijom ka kvantifikaciji,⁵⁶ i nijedan ozbiljan istraživač, ma koje teorijske orijentacije neće odbaciti analitičke instrumente koje nude kvantitativni metodi.

Možemo reći da od osamdesetih godina kvantitativni metodi postaju standard u arheološkom obrazovanju i literaturi, makar u Zapadnoj Evropi i Americi. Intenzivni razvoj računarske tehnologije (ličnih računara, pre svega) i komercijalnih statističkih softverskih paketa, omogućili su da sve složene multivarijacione tehnike (poput faktorske analize, multiple regresije, loglinearnih modela i sl.) budu na raspolaganju praktično svakom istraživaču. Takođe, sredinom sedamdesetih i početkom osamdesetih su se javile prve knjige koje su bile svojevrstan pregled korišćenja kvantitativnih metoda,⁵⁷ da bi se u poslednjih petnaest godina pojavili prvi pravi priručnici za kvantifikaciju u arheologiji.⁵⁸

Novina koju nose devedesete kada je kvantifikacija u pitanju, odnosi se na uvođenje i primenu principa Bajesove statistike u arheologiji. Bajesova statistika nije uopšte tako nova, jer se zasniva na teoremi koju je još u XVIII veku izneo Džon Bajes. U osnovi Bajesove statistike leži pojam subjektivnog shvatanja verovatnoće (za razliku od frekventističkog shvatanja verovatnoće u klasičnoj statistici). Vrednost te verovatnoće se menja u suočavanju sa empirijskim svetom – podacima te tako dobijamo oblik čuvene Bajesovog principa:

prethodna verovatnoća (subjektivna verovatnoća) + podaci = posteriorna verovatnoća⁵⁹

56 Grayson 1984

57 Doran and Hodson 1975, Orton 1980

58 Baxter 1994, 2003, Drennan 1996, Fletcher and Lock 1991, Shennan 2004

59 Ovo je zapravo pojednostavljenje i operator + ne treba shvatiti kao matematički operator već kao grafičko pomagalo da se naglasi poenta da se u razmatranje uzima prethodna verovatnoća i suočava se sa podacima kako bi se dobila posteriorna verovatnoća. Matematički oblik Bajesove formule izgleda zapravo ovako: $P(H_i | D) = [P(D | H_i) \cdot P(H_i)] / P(D)$. Posteriorna verovatnoća hipoteze H_i (jedna od i konkurentnih hipoteza) ako su dati podaci D , jednaka je proizvodu verovatnoće da opserviramo podatke D ako je hipoteza H_i tačna – $P(D | H_i)$, i prethodne (apriorne, često subjektivnoj) verovatnoće hipoteze H_i – $P(H_i)$, sve to podeljeno sa $P(D) = \sum [P(D | H_i) \cdot P(H_i)]$ – ovaj deo

Klajv Orton je uvideo potencijal primene ovog polja teorijske statistike na arheologiju i založio se za nju u svojoj knjizi *Mathematics in Archaeology* (1980: 220). Ortonovo predviđanje je počelo da se ostvaruje devedesetih, pre svega u radovima Ketlin Bak (Buck) vezanim za kalibraciju C14 datuma uz primenu Bajesove statistike.⁶⁰ Metod se sastojao u korišćenju informacije koju je nudio stratigrafski kontekst C14 datuma kao načina da se još više suzi standardna greška pri kalibraciji. Ona je napisala i kompletan kompjuterski program OxCal koji omogućava istraživačima da bez poznavanja komplikovane matematike koja stoji iza ovog postupka direktno primenir njegove pogodnosti u praksi. Bakova je kasnije proširila spisak problema na koje je moguće primeniti bajesovski metod što je rezultiralo značajnom monografijom *Bayesian Approach to Interpreting Archaeological Data* (1996).

Zašto je Bajesova statistika pogodna za arheologe? Zato što operiše sa subjektivnim verovatnoćama koje su toliko česte u arheološkoj praksi i „disciplinuje” ih na određeni način, stavljajući ih u matematički okvir. Međutim, iako Bajesova statistika počiva na prilično jednostavnom principu, matematika koja je potrebna da bi se taj princip primenio nije nimalo jednostavna (zahteva poznavanje matematičke analize – diferenciranja i integrala), te je stoga upotreba ovog analitičkog postupka i dalje ograničena.

Još jedna, uslovno rečeno novina, odnosi se na sve češću primenu eksploratorne statistike nasuprot klasičnoj statistici koja počiva na testiranju hipoteza. Na prednosti eksploratorne statistike, metodološkog pristupa koji je razvijen u statističkoj teoriji,⁶¹ ukazao je G. Klark početkom osamdesetih,⁶² a njegov poziv su prihvatili mnogi, što se vidi i u priručnicima R. Drenana⁶³ i M. Bakstera.⁶⁴ Eksploratorna statistika predstavlja u stvari dopunu klasičnoj statistici, a razlika je više u fokusu nego u suštini. Kod eksploratorne sta-

izraza može se posmatrati kao prosečna verodostojnost hipoteza H_i (izražena kroz vrednost nekog parametra, npr. aritmetičku sredinu neke promenljive), ako su dati podaci D .

60 Buck et al. 1992

61 Tukey 1977

62 Clark 1982

63 Drennan 1996

64 Baxter 1994

tistike se veća pažnja pridaje uočavanju odnosa između promenljivih uz pomoć grafičkih pomagala, bez neke posebne hipoteze u vidu. U okviru eksploratorne analize se pravi razlika između strukture koja postoji u podacima i odstupanja od te strukture. Strukture uočene eksploratornim metodama mogu sugerisati hipoteze koje se zatim proveravaju standardnom statističkom procedurom. Takođe, ponekad nas strukture same po sebi i ne interesuju, jer znamo šta znače i mogu biti u velikoj meri banalne (npr. „zakoni Mikija Mausaa” poput onog da veći lokaliteti imaju više nalaza), već želimo da ih „uklonimo” i da ispitujemo rezidualne – odstupanja od modela u podacima. Stoga eksploratorne tehnike treba primeniti u inicijalnoj fazi susreta sa podacima.

Uopšte, poslednjih godina nastoji se da se kvantitativne metode prilagode arheološkim problemima. Često arheološki podaci nisu pogodni za primenu tehnika koje su osmišljene da bi se rešili problemi u nekim drugim naukama. Posebno je napraviti poređenje između uloge koju faktorska analiza npr. ima u arheologiji,⁶⁵ i one koju ima u psihologiji i psihometriji.⁶⁶ Ispostavilo se da faktorska analiza, kako je korišćena od strane arheologa, nije najpogodnija za vrstu podataka sa kojom se raspolaze, pa su onda tražene i sugerisane bolje alternative, poput analize korespondencije npr. kada su u pitanju podaci na apsolutnoj skali – frekvencije artefakata ili ekofakata.⁶⁷ Isto tako, interpretacija statističke značajnosti kod testiranja statističkih hipoteza dobija izmenjeni smisao kada je reč o arheološkim celinama kao što su nekropole ili tumuli koji su u potpunosti iskopani tj. naš uzorak se u potpunosti poklapa sa populacijom.⁶⁸

Pošto najveći deo arheološke prakse nije eksperimentalnog karaktera, mnoge pret-postavke koju statističke tehnike zahtevaju ne mogu biti ispunjene usled nemogućnosti eksperimentalne manipulacije (npr. nemoguće je unapred obezbediti da za svaki nivo faktora nezavisne promenljive imamo podjednak broj opservacija kod analize varijanse) ili nepoznate teorijske distribucije verovatnoće parametara od interesa, na popularnosti dobijaju neparametarske statističke tehnike (koje imaju nešto „opuštenije” pretpostavke), a upotre-

bom kompjuterskih metoda ponovljenog uzorkovanja moguće je numeričkim eksperimentom generisati distribucije za različite parametre.

Bibliografija radova koji se odnose na primenu kvantitativnih metoda u arheologiji je postala jako obimna. Članci koji se bave ovom tematikom se često mogu naći u časopisima poput *Journal of Archaeological Science*, *Archeologia e Calcolatori*, *Archaeometry*, *American Antiquity*, *Science and Archaeology* i *Quantitative Anthropology*. Takođe, svake godine se održavaju konferencije pod nazivom *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*.

ZAKLJUČAK

Savremena arheologija je kao i bilo koja druga savremena nauka nezamisliva bez primene kvantitativnih metoda. Poznavanje osnova analitičke statistike predstavlja danas deo opšte naučne kulture i nije u vezi sa teorijskom pozicijom koju neko zastupa. Stanje u srpskoj arheologiji po pitanju kvantifikacije u istraživačkoj praksi i obrazovanju arheologa nije zadovoljavajuće. U srpskoj arheologiji kvantifikacija je ostala uglavnom na nivou deskriptivne statistike. Ovo nije mesto da se ulazi u uzroke ovakvog stanja,⁶⁹ ali nepostojanje makar osnovnog kursa statistike u okviru osnovnih i/ili postdiplomskih studija arheologije je zabrinjavajuća činjenica, ako se uzme u obzir zastupljenost ovih metoda u naučnoj produkciji svetske naučne zajednice.

U nedostatku organizovanih kurseva, istraživači mogu sami da se upute u osnove kvantitativnih metoda. Standardni udžbenici za osnove statistike za nematematičare postoje na srpskom.⁷⁰ Napredniji i komplikovaniji kvantitativni metodi poput tehnika poput multivarijacionih analitičkih tehnika zahtevaju poznavanje osnova matrične algebre.⁷¹ Sa druge strane, savremeni statistički programski paketi zahtevaju samo osnovno poznavanje

65 Binford 1966, 1972, 1981

66 Momirović i dr. 1999, Tenjović 2002

67 Shennan 2004

68 Drennan 1996, Shennan 2004

69 Babić 2002, Палавестра 2005

70 npr. za ekonomiste Žižić i dr. 2005, za psihologe Dragičević 1984, Tenjović 2002, za organizacione nauke Vuković 2003) kao i na engleskom jeziku (npr. Blalock 1972, Winkler and Hays 1975

71 Kovačić 1994, a za osnove matrične algebre za nematematičare v. Green and Carroll 1976, Horst 1963

nje principa različitih multivarijacionih tehnika.⁷²

Za kraj, treba još jednom naglasiti da je pogrešno mišljenje da primena matematike, statistike i kompjutera čini arheologiju naučnijom. Nije arheologija nauka zato što koristi kvantitativne metode, već se kvantitativne metode u arheologiji koriste kao posledica naučnosti arheologije, koja deli sa drugim naukama mnoge sličnosti vezane za merenje i utvrđivanje relacija između promjenljivih. Efikasnost u upotrebi kvantitativnih metoda zavisi od nivoa razvijenosti arheološke teorije – mogućnosti da se teorijski pojmovi od interesa operacionalizuju i izmere.

Upotreba kvantitativnih metoda samo zato što postoje i po svaku cenu je besmisleno i ne vodi ničemu, već može da predstavlja u najboljem slučaju sterilnu metodološku virtuoznost. Ništa ne može da zameni ljudski um i arheološki i antropološki način razmišljanja kada je u pitanju oblast arheološke teorije. Poznavanje osnova ovih metoda je neophodno da bi se prepoznala situacija kada ih i na koji način treba primeniti. U slučaju kada su problemi suviše zahtevni u pogledu matematičkog i informatičkog znanja, potrebno je obratiti se profesionalnom matematičaru ili programeru, ali da bi takva komunikacija bila moguća, nužno je poznavati osnove kvantitativnih metoda.

BIBLIOGRAFIJA

Allen and Richardson, 1971.

Allen, W.L. and Richardson, J.B. 1971. The Reconstruction of Kinship from Archaeological Data: The Concepts, the Methods, and the Feasibility. *American Antiquity* 36: 41–53.

Babić, 2002.

Babić, S. 2002. Still innocent after all these years. Sketches for a social history of archaeology in Serbia. In: *Archaeologies of Europe: History, Methods and Theories*. Tubinger Archaeologische Taschenbücher, Band 3. (eds.) P.F. Biehl, A. Gramsch and A. Marciniak. Berlin: Waxmann. 309 – 322.

Baxter, 1994.

Baxter, M.J. 1994. *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Baxter, 2003.

Baxter, M.J. 2003. *Statistics in Archaeology*. London: Hodder Arnold.

Binford, 1964.

Binford, L.R. 1964. A consideration of archaeological research design. *American Antiquity* 29: 425–441.

Binford, 1968.

Binford, L.R. 1968. *Archaeological Perspectives*. In: *New Perspectives in Archaeology*. S.R. Binford and L.R. Binford (eds.). Chicago: Aldine Publishing Company. 5–32.

Binford, 1972.

Binford, L.R. 1972. Contemporary model building: paradigms and the current state of Palaeolithic research. In: *Models in Archaeology*. (ed.) D.L. Clarke. London: Methuen & Co. 109–199.

Binford, 1981.

Binford, L.R. 1981. *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. New York: Academic Press.

Binford, 2001.

Binford, L.R. 2001. *Constructing Frames of Reference*. Berkeley – Los Angeles – London: University of California Press.

Binford and Binford, 1966.

Binford, L.R. and S.R. Binford 1966. A preliminary analysis of functional variability in the Musterian of Levallois facies. *American Anthropologist* 63: 793–816.

Blalock, 1972.

Blalock, H.M. 1972. *Social Statistics*. New York: McGraw–Hill.

Bordes, 1953.

Bordes, F.H. 1953. Essai de classification des industries “moustériennes”. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 50: 457–466.

⁷² Field 2005, Hair et al. 2006, Tabachnick and Fidell 2006

Brainerd, 1951.

Brainerd, G.W. 1951. The Place of Chronological Ordering in Archaeological Analysis. *American Antiquity* 16: 301–313.

Buck, Litton and Smith 1992.

Buck, C.E., C.D. Litton and A.F.M. Smith 1992. Calibration of Radiocarbon Results Pertaining to Related Archaeological Events. *Journal of Archaeological Science* 19: 497–512.

Buck, Cavanagh and Litton 1996

Buck, C.E., W.G. Cavanagh and C.D. Litton 1996. Bayesian Approach to Interpreting Archaeological Data. New York: John Wiley & Sons.

Cherry and Shennan, 1978.

Cherry, J.F. and Shennan, S. (eds.) 1978. Sampling in Contemporary British Archaeology. British Archaeological Report British Series 50. Oxford.

Clark, 1976.

Clark, G.A. 1976. More on Contingency Table Analysis, Decision Making Criteria, and the Use of Log Linear Models. *American Antiquity* 41: 259–273.

Clark, 1982.

Clark, G.A. 1982. Quantifying Archaeological Research. In: *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol.5. M.Schiffer (ed.). New York: Academic Press. 217–273.

Clarke, 1968.

Clarke, D.L. 1968. *Analytical Archaeology*. London: Methuen & Co.

Clarke, 1972.

Clarke, D.L. (ed.) 1972. *Models in Archaeology*. London: Methuen & Co.

Clarke, 1977.

Clarke, D.L. (ed.) 1977. *Spatial Archaeology*. New York: Academic Press.

Cowgill, 1972.

Cowgill, G.L. 1972. Models, methods and techniques for seriation. In: *Models in Archaeology*. (ed.) D.L. Clarke. London: Methuen & Co. 381–424.

Cowgill, 1977.

Cowgill, G.L. 1977. The Trouble with Significance Tests and what Can We Do about It. *American Antiquity* 42: 350–380.

Doran and Hodson 1975.

Doran, J.E. and F.R. Hodson 1975. *Mathematics and Computers in Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Dragičević, 1984.

Dragičević, Č. 1984. *Statistika za psihologe*. Beograd: Savez društava psihologa Srbije.

Drennan, 1996.

Drennan, R.D. 1996. *Statistics for Archaeologists: A Commonsense Approach*. New York: Plenum Press.

Dumond, 1977.

Dumond, D.E. 1977. Science in Archaeology: The Saints Go Marching In. *American Antiquity* 42: 330–349.

Field, 2005.

Field, A. 2005. *Discovering Statistics Using SPSS*. London: SAGE Publications.

Fletcher, and Lock 1991.

Fletcher, M. and G.R. Lock 1991. *Digging numbers: Elementary Statistics for Archaeologists*. Oxford: Oxford University Committee for Archaeology.

Ford, 1954.

Ford, J.A. 1954. On the concept of types. The type concept revisited. *American Anthropologist* 56: 42–54.

Gilbert and Troitzsch 2005.

Gilbert, N. and K.G. Troitzsch 2005. *Simulation for the Social Scientist*. New York: Open University Press.

Grayson, 1984.

Grayson, D.K. 1984. *Quantitative Zooarchaeology: topics in the analysis of archaeological faunas*. Orlando, Florida: Academic Press.

- Green and Carroll 1976.**
Green, P.E. and J.D. Carroll 1976. *Mathematical Tools for Applied Multivariate Analysis*. New York: Academic Press.
- Hair et all 2006.**
Hair, J.F, W.C. Black, B.J. Babin, R.E. Anderson, R.L. Tatham 2006. *Multivariate Data Analysis*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hazelwood and Steele 2003.**
Hazelwood, L. and J. Steele 2003. Colonizing new landscapes: archaeological detectability of the first phase. In: *Colonization of Unfamiliar Landscapes*. M. Rockman and J. Steele (eds.). London: Routledge. 203—221.
- Hietala, 1984.**
Hietala, H. (ed.) 1984. *Intrasite spatial analysis in archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hill, 1968.**
Hill, J.N. 1968. Broken K Pueblo: Patterns of Form and Function. In: . In: *New Perspectives in Archaeology*. S.R. Binford and L.R. Binford (eds.). Chicago: Aldine Publishing Company. 103–142.
- Hodder, 1978.**
Hodder, I. (ed.) 1978. *Simulation Studies in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hodder, 1982.**
Hodder, I. 1982. *The Present Past*. London: L.T.Batsford.
- Hodder and Orton 1976.**
Hodder, I. and C. Orton 1976. *Spatial Analysis in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Horst, 1963.**
Horst, P. 1963. *Matrix Algebra for Social Scientists*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Johnson, 1972.**
Johnson, L. 1972. Introduction to imaginary models for archaeological scaling and clustering. In: *Models in Archaeology*. (ed.) D.L. Clarke. London: Methuen & Co. 309–379.
- Johnson, 1999.**
Johnson, M. 1999. *Archaeological Theory: An Introduction*. Oxford: Blackwell.
- Kendall, 1969.**
Kendall, D.G. 1969. Incidence matrices, interval graphs and seriation in archaeology. *Pacific Journal of Mathematics* 28: 565–570.
- Kintigh, 1988.**
Kintigh, K.W. 1988. The Effectiveness of Subsurface Testing: A Simulation Approach. *American Antiquity* 53: 686–707.
- Коен и Нејгел 2004.**
Коен, М. и Нејгел, Е. 2004. (1934) Увод у логику и научни метод. Београд: Јасен.
- Kovačić, 1994.**
Kovačić, Z. 1994. *Multivarijaciona analiza*. Beograd: Ekonomski fakultet.
- Kroeber, 1940.**
Kroeber, A.L. 1940. Statistical classification. *American Antiquity* 9: 29–44.
- Kraker, Shott and Welch 1983.**
Kraker, J.J, M.J.Shott and P.D. Welch 1983. Design and Evaluation of Shovel-Test Sampling in Regional Archaeological Survey. *Journal of Field Archaeology* 10: 469–480.
- Lewis, 1986.**
Lewis, R.B. 1986. *The Analysis of Contingency Tables in Archaeology*. In: *Advances in Archaeological Method and Theory*,. Vol.9. (ed.) M.Schiffer. New York: Academic Press. .
- Longacre, 1963.**
Longacre, W.A. 1963. *Archaeology as Anthropology: a Case Study*. Ph.D. dissertation. University of Chicago.
- Marquardt, 1979.**
Marquardt, W.H. 1979. *Advances in Archaeological Seriation*. In: *Advances in Archaeological Method and Theory*,. Vol.1. (ed.)

M.Schiffer. New York: Academic Press. 257–314.

Maschner and Stein 1995.

Maschner, H.D.G. and J.W. Stein 1995. Multivariate approaches to site location on the Northwest Coast of North America. *Antiquity* 69: 61–73.

Momirović, Wolf, i Popović 1999.

Momirović, K, B.Wolf, i D.A. Popović 1999. Uvod u teoriju merenja I: Interne metrijske karakteristike kompozitnih mernih instrumenata. Priština: Univerzitet u Prištini, Fakultet za fizičku kulturu.

Olsen, 2002.

Olsen, B. 2002. Od predmeta do teksta. Beograd.: Geopoetika.

Orton, 1980.

Orton, C. 1980. *Mathematics in Archaeology*. London: Collins.

Orton, 2000.

Orton, C. 2000. *Sampling in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Палавестра, 2005.

Палавестра, А. 2005. Добросуседско немешање. Српска археологија и етнологија. У: Етнологија и антропологија: стање и перспективе. Зборник етнографског института САНУ 21. (ур.) Љ. Гавриловић. Београд: САНУ. 87–94.

Petrie, 1899.

Petrie, W.M.F. 1899. Sequences in prehistoric remains. *Journal of the Anthropological Institute* 29: 295–301.

Porčić, 2006.

Porčić, M. 2006. Etnoarheologija – sadašnjost kao ključ za prošlost. *Etnoantropološki problemi* 1/2: 105–121.

Read and LeBlanc 1978.

Read, D.W. and S.A. LeBlanc 1978. Descriptive Statements, Covering Laws, and Theories in Archaeology. *Current Anthropology* 19: 307–335.

Read, 1986.

Read, D.W. 1986. Sampling Procedures for Regional Surveys: a Problem of Representativeness and Effectiveness. *Journal of Field Archaeology* 13: 477–491.

Renfrew, 1984.

Renfrew, C. 1984. *Approaches to Social Archaeology*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Ringrose, 1993.

Ringrose, T.J. 1993. Bone Counts and Statistics: A Critique. *Journal of Archaeological Science* 20: 121–157.

Robinson, 1951.

Robinson, W.S. 1951. A Method for Chronologically Ordering Archaeological Deposits. *American Antiquity* 16: 293–301.

Shanks and Tilley 1992.

Shanks, M. and Tilley, C. 1992. *Reconstructing Archaeology: Theory and Practice*. London: Routledge.

Shennan, 2004.

Shennan, S. 2004. *Quantifying Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Spaulding, 1953.

Spaulding, A.C. 1953. Statistical techniques for the discovery of artifact types. *American Antiquity* 18: 305–313.

Tabachnick and Fidell 2006.

Tabachnick, B.G. and L.S. Fidell 2006. *Using Multivariate Statistics*. New York: Pearson Education.

Tenjović, 2002.

Tenjović, L. 2002. *Statistika u psihologiji*. Beograd: Centar za primenjenu psihologiju.

Thomas, 1972.

Thomas, D.H. 1972. A computer simulation model of Great Basin Shoshonean subsistence and settlement patterns. In: *Models in Archaeology*. (ed.) D.L. Clarke. London: Methuen & Co. 671–704.

Thomas, 1978.

Thomas, D.H. 1978. The Awful Truth about Statistics in Archaeology. *American Antiquity* 43: 231–244.

Tukey, 1977.

Tukey, J.W. 1977. *Exploratory Data Analysis*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Vuković, 2003.

Vuković, N. 2003. *PC statistika i verovatnoća*. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.

Wiessner, 1974.

Wiessner, P. 1974. A functional estimator of population from floor area. *American Antiquity* 39: 343–350.

Winkler and Hays 1975.

Winkler, R.L. and W.C. Hays 1975. *Statistics: Probability, Inference and Decision*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Wylie, 1982.

Wylie, A.M. 1982. *Positivism and the New Archaeology*. Ph.D dissertation. Binghamton: State University of New York.

Žižić, Lovrić i Pavličić 2005.

Žižić, M, M. Lovrić i D. Pavličić 2005. *Metodi statističke analize*. Beograd: Ekonomski fakultet.

**QUANTIFICATION IN
ARCHAEOLOGY: HISTORIC AND
THEORETIC-METHODOLOGICAL
ASPECTS**

This paper presents a historical overview of usage of quantitative methods in archaeology, in order to clarify their role in context of archaeological time theory of the time considered. This paper came to being as an attempt to turn the attention of Serbian archaeology to this very much neglected area, which presents a part of the general scientific culture. Basic principles of statistic methods are presented and the role of statistics in scientific research is explained. Further on, a short overview of basic directions in history of archaeology is given, with accent on processing archaeology. Using a very limited number of examples, the author tried to illustrate the broad spectrum of problems whose solution would be impossible without quantification. An attempt was also made to explain the role of quantitative methods in processing archaeology and in this way break the myth of the key role of computers within the New archaeology.

**KEY WORDS: QUANTIFICATION, STATISTICS, NEW
ARCHAEOLOGY, THEORY, METHOD, MEASURING.**