

DAUGIASLUOKSNIŲ ARCHEOLOGINIŲ OBJEKTŲ ERDVINĖ ANALIZĖ

EGLĖ MARCINKEVIČIŪTĖ

Daugiasluoksnių archeologinių objektų, ypač akmens amžiaus smėlinių gyvenviečių, tyrimai dėl persimaišiusių skirtingų laikotarpių radinių dažnai, atrodo, teikia mažai informacijos. Tačiau kompleksškai taikant erdvinę-statistinę analizę ir stebint gautų rezultatų tarpusavio koreliaciją bei ryšį su gamtos mokslų tyrimų, eksperimentinės archeologijos, etnoarcheologijos duomenimis, įmanoma išskirti įvairių laikotarpių kompleksus ir juos datuoti, nustatyti archeologinių objektų vidaus struktūrą ar net atkurti žmonių gyvenimą.

Reikšminiai žodžiai: daugiasluoksnis archeologinis objektas, veiklos zona, erdvinė analizė, artimiausios kaimynystės analizė, segregacijos ir agregacijos indeksas, asociacijos Hodder ir Okell A-indeksas, laisvas klasterizavimas.

Research on multilayer archaeological sites, especially sandy soil Stone Age settlements, seems to be less informative because of mixed artefacts from different periods. Nevertheless by using a multiple intrasite spatial-statistical analysis and observing the correlation and links between the results and natural science research data, experimental archaeology, and ethno-archaeology, it is possible to extract and date complexes from different periods, to define the internal structure of archaeological sites, and even to reconstruct the way people lived.

Keywords: multilayer archaeological site, activity area, intrasite spatial analysis, Nearest Neighbour Analysis, Segregation Index, Aggregation Index, Hodder and Okell's A-index of Association, Unconstrained Clustering.

Daugiasluoksnių archeologinių objektų, ypač akmens amžiaus smėlinių gyvenviečių, tyrimai dėl persimaišiusių skirtingų laikotarpių radinių dažnai atrodo neperspektyvūs ir teikia mažai informacijos. Dėl aplinkos sąlygų ne tik pasikeičia pirminė artefakto vieta, bet ir prastai išlieka organika. Dažnai susidaro įspūdis, kad iš atskirų radinių įmanoma nustatyti tik jų tipologiją ar funkcines savybes, tačiau lieka neaiškūs bendras gyvenvietės vaizdas. Siekiant išskirti atskirų laikotarpių kompleksus, nustatyti gyvenviečių formavimosi procesus ir jų vidaus struktūrą svarbi naujų tyrimų metodų paieška. Vienas iš tokių gali būti erdvinė analizė, kuri užsienio archeologams kar-

tais leidžia interpretuoti gyvenvietėje buvusią veiklą bei iš dalies rekonstruoti senovės žmonių gyvenimą.

Kadangi erdvinė analizė Lietuvos archeologijoje dar gana mažai taikoma, todėl šio straipsnio tikslas – apžvelgti kelis pagrindinius erdvinės analizės metodus, nustatyti jų taikymo lietuviškai archeologinei medžiagai galimybes, iliustruoti tai pavyzdžiais bei paskatinti Lietuvos archeologus plačiau ją taikyti.

XX a. aštuntojo dešimtmečio pradžioje Naujosios archeologijos mokyklos arba kitaip – procesinės krypties atstovai diskutuodami iškėlė prielaidą, kad senovės gyvenvietėse aptinkami

radiniai nėra išsimėtę atsitiktinai, o jų pasiskirstymas – tai senovėje toje vietoje buvusios veiklos rezultatas. Netolygų radinių išsidėstymą – daugiau ar mažiau aiškiai pasižyminčias skirtingo tankio bei atskirų dirbinių tipų koncentracijas Naujosios archeologijos mokyklos atstovai įvardijo kaip „veiklos zonas“, kurias charakterizuoja specifiniai „įrankių komplektai“ (Whallon, 1973). Siekiant analizuoti radinių erdvinį išsidėstymą ir išskirti bei rekonstruoti „veiklos zonas“, XX a. aštuntajame–devintajame dešimtmečiais pradėti intensyviai kurti ar taikyti archeologijoje erdviniai-statistiniai metodai. Prie jų vystymo daugiausia prisidėjo R. Whallon (1973, 1984), T. D. Price (1978), I. Hodder, C. Orton (1976), E. Okell (Hodder, Okell, 1979). XX a. paskutiniajame dešimtmetyje juos tobulino K. W. Kintigh (1990), H. P. Blankholm (1991).

Erdvinė analizė yra paremta teorinėmis prielaidomis, kad:

- 1) archeologinių radinių pasiskirstymas – tai senovinės žmogaus veiklos rezultatas;
- 2) įrankiai naudoti ir išmesti tame pačiame plote;
- 3) archeologų apibrėžtos dirbinių kategorijos atspindi skirtingas jų funkcijas;
- 4) veikla toje pačioje vietoje kartodavosi.

Gyvenviečių formavimąsi veikė gamtiniai ir kultūriniai procesai. Vidaus struktūroje svarbus erdvės padalijimas. Gyvenviečių formavimasis prasideda nuo objektų (židinių, pastatų, atliekų duobių) įkūrimo. Jų vietos parinkimui įtakos turi mikrotopografinės savybės, atstumas nuo vandens, augmenija, vyraujanti vėjo kryptis. Židiniai įrengiami gyvenvietės centre ir apie juos, kaip šviesos ir šilumos šaltinius, dažniausiai koncentruojasi aktyviausia veikla, o šiukšlynai įkuriama periferijoje.

Senovės gyvenviečių formavimosi procesų, veiklos rekonstrukcijos, atskirų kompleksų išskyrimo ir datavimo galimybės priklauso nuo sukaupėtų duomenų kokybės, tinkamai parenkamų metodų bei interpretacijai taikomų elgesio mo-

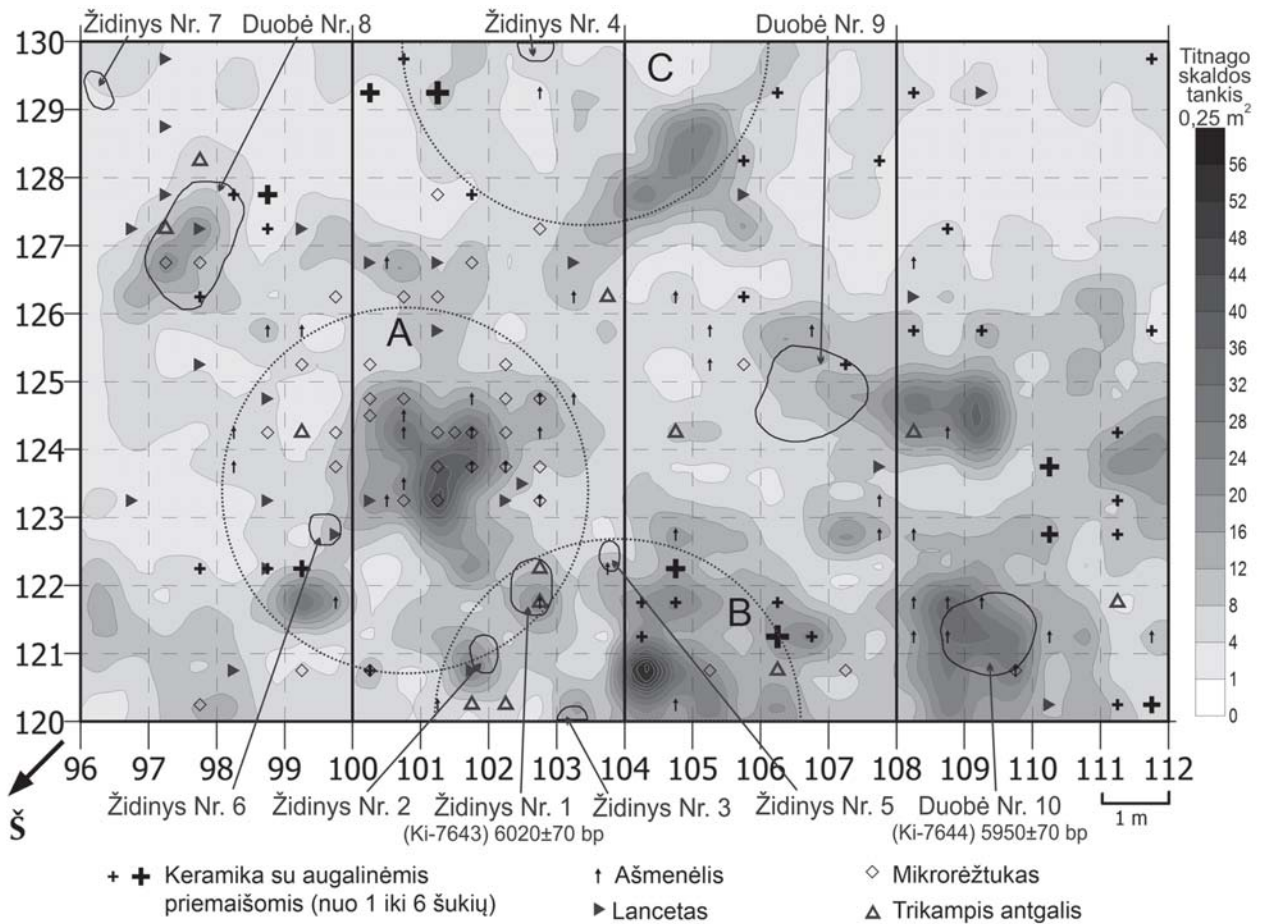
delių. Duomenų kokybė labiau priklauso ne nuo ištirto ploto dydžio ar radinių gausos, bet nuo kruopščios jų fiksacijos. Negausius ar nepakankamai informatyvius archeologinius duomenis gali papildyti gamtos mokslų tyrimų rezultatai: senovėje buvusios gamtinės aplinkos (kraštovaizdžio, mikrotopografinių sąlygų, augmenijos, gyvūnijos sudėties) nustatymas, radioaktyvios anglies datavimas.

Mėginant atkurti medžiotojų-maisto rinkėjų gyvenviečių vidaus struktūrą ir aktyvių zonų pasiskirstymą, svarbus L. Binfordo sėdinčių apie židinių žmonių veiklos modelis. Remdamasis etnografinė medžiaga jis nustatė, kad valgant, skaldant titnagą ar atliekant kitus darbus susidaranti smulkios šiukšlės nukrinta netoli nuo sėdinčio žmogaus. Taip susiformuoja nukritimo zona. Tačiau dalis jų gali nulėkti ir toliau ar žmogaus būti numestos. Taip susiformuoja mėtymo per petį ir į priekį zonos (Binford, 1983, 149–159, fig. 89).

Eksperimentinė archeologija parodė, kad sėdintis ant žemės titnago skaldytojas aplink save sukuria tirštą artefaktų koncentraciją 50 cm² plote ir gerokai mažesnio tankio – 1 m² plote. Stovintis žmogus gali išbarstyti nuoskalas net 9 m² plote (Boaz, 1998, 80).

Tokios žinios ypač vertingos analizuojant titnago skaldą. Turint didelio tankio radinių grupę, ją gana patogiu analizuoti tiesiog nubraižius radinių tankio ar svorio izolinijas. Nubraižius skaldos (skelčių ir nuoskalų) tankio izolinijas ir pritaikius L. Binfordo modelį galima ne tik bandyti rekonstruoti veiklos zonas, bet ir pagal erdvinį radinių bei radioaktyvios anglies metodu datuotų židinių išsidėstymą datuoti šias veiklos zonas.

Šiam ir kitiems metodams iliustruoti kaip pavyzdys pateikiamas 1999 m. habil. dr. A. Girininko ir dr. Dž. Brazaičio tirtos Pietų Lietuvoje, Varėnos rajone, esančios daugiasluoksnės smėlinės Katros 2-osios senovės gyvenvietės (Brazaitis, 1999) 160 m² plotas. Čia aptikti titnago radiniai tipologiškai suskirstyti į tris laikotarpius: a) vėlyvąjį paleolitą, kurį reprezentuoja keletas dvigalių skaldytinių, vidurinių rėztukų, trys įkotiniai ant-



1 pav. Pagal titnago skaldos tankio izolinijas Katros 2-ojoje gyvenvietėje išskirtos sėdinčių apie židinius titnago skaldytojų veiklos zonos A, B, C.

galiai, taip pat būdingos stambios skeltės; b) vėlyvąjį mezolitą–ankstyvąjį neolitą, kuriam priskirtina didžioji radinių dalis – kūginiai skaldytiniai, mažos skeltės, dauguma gremžtukų, kampinių ir šoninių rėžtukų, lancetai, mikrorėžtukai, janislaviciniai nelygiašoniai trikampiai ir įvairių tipų užbukinta nugarėle ašmenėliai; c) vėlyvąjį neolitą, kurio palikimas – keli trikampiai plokščiai retušuoti antgaliai, netaisyklingi skaldytiniai, kirvelių fragmentai.

Pagal titnago skaldos tankio izolinijas šiame plote galima išskirti bent tris šalia židinių buvusias titnago apdirbimo veiklos zonas bei interpretuoti jas pagal L. Binfordo modelį (1 pav.). Veiklos

zona A tipologiškai, pagal gausiai aptiktus ašmenėlius, lancetus ir mikrorėžtukus gali būti datuojama mezolito pabaiga–ankstyvuoju neolitu. Veiklos zonos B datavimą apsunkina šalia ankstyvajam neolitui būdingos keramikos su augalinėmis priemaišomis šukių aptikti vėlyvajam neolitui būdingi keli trikampiai antgaliai. Kadangi veiklos zonų A ir B teritorijoje koncentruojasi net penki židiniai su dviem ryškesnėmis titnago ir keramikos koncentracijomis, todėl sunku pasakyti, ar šie židiniai, kartu ir veiklos zonos gali būti vienalaikiai. Pagal vieno iš židinių gautą radioaktyvios anglies datą – (Ki-7643) 6020±70 bp (Antanaitis-Jacobs,

Girininkas, 2002, 21) bent vieną iš šių veiklos zonų galima datuoti neolito pradžia.

Mažesnio tankio radinių grupėms analizuoti informatyvesni yra erdviniai-statistiniai metodai, pritaikyti dirbti su tiksliai užfiksuotomis kiekvieno radinio dvimatėmis ar trimatėmis koordinatėmis. Tokių taškinių erdvinių-statistinių metodų pagrindinis uždavinys – nustatyti, ar atskirų radinių tipų pasiskirstymas tiriamame plote yra atsitiktinis, ar ne, ir, įvertinus skirtingų grupių tarpusavio ryšį, išskirti įrankių kompleksus (Whallon, 1973).

Šiems metodams iliustruoti pasirinktos trys radinių grupės iš Katros 2-osios senovės gyvenvietės, t.y. ašmenėliai, lancetai ir mikrorėžtukai. Tipologiškai nelygiašoniai trikampiai ir įvairių tipų užbukinta nugarėle ašmenėliai, lancetai su viršutinėje ar apatinėje skeltės dalyse suformuota viršūne bei mikrorėžtukai gali būti priskiriami bendram vėlyvojo mezolito–ankstyvojo neolito laikotarpio kompleksui. Šios radinių grupės gyvenvietėje turėtų reprezentuoti įrankių gamybos arba titnago skaldymo veiklos zonas. Remiamasi prielaida, kad ašmenėliai ir lancetai funkciškai naudoti medžioklėje, t.y. veikloje už gyvenvietės ribų, o gyvenvietėje jie tik gaminti ir gamybos vietoje netyčia pamesti arba išmesti kaip brokuoti, mikrorėžtukai kaip nereikalingas lancetų gamybos subproduktas taip pat išmesti jų nuskėlimo vietoje.

Vienas paprasčiausių ir dažniausiai naudojamų metodų yra **artimiausios kaimynystės analizė**. Ji pritaikyta vienu metu analizuoti dvimatėje, rečiau – trimatėje ar daugiamatėje koordinacių sistemoje užfiksuotus vienos radinių grupės duomenis. Artimiausios kaimynystės koeficientas nu-

statomas kaip santykis tarp visų grupės radinių artimiausių atstumų vidurkio ir atstumų, kurių būtų galima tikėtis, jei toks pat radinių kiekis tokio paties dydžio plote būtų pasiskirstęs atsitiktinai, vidurkio (Whallon, 1973).

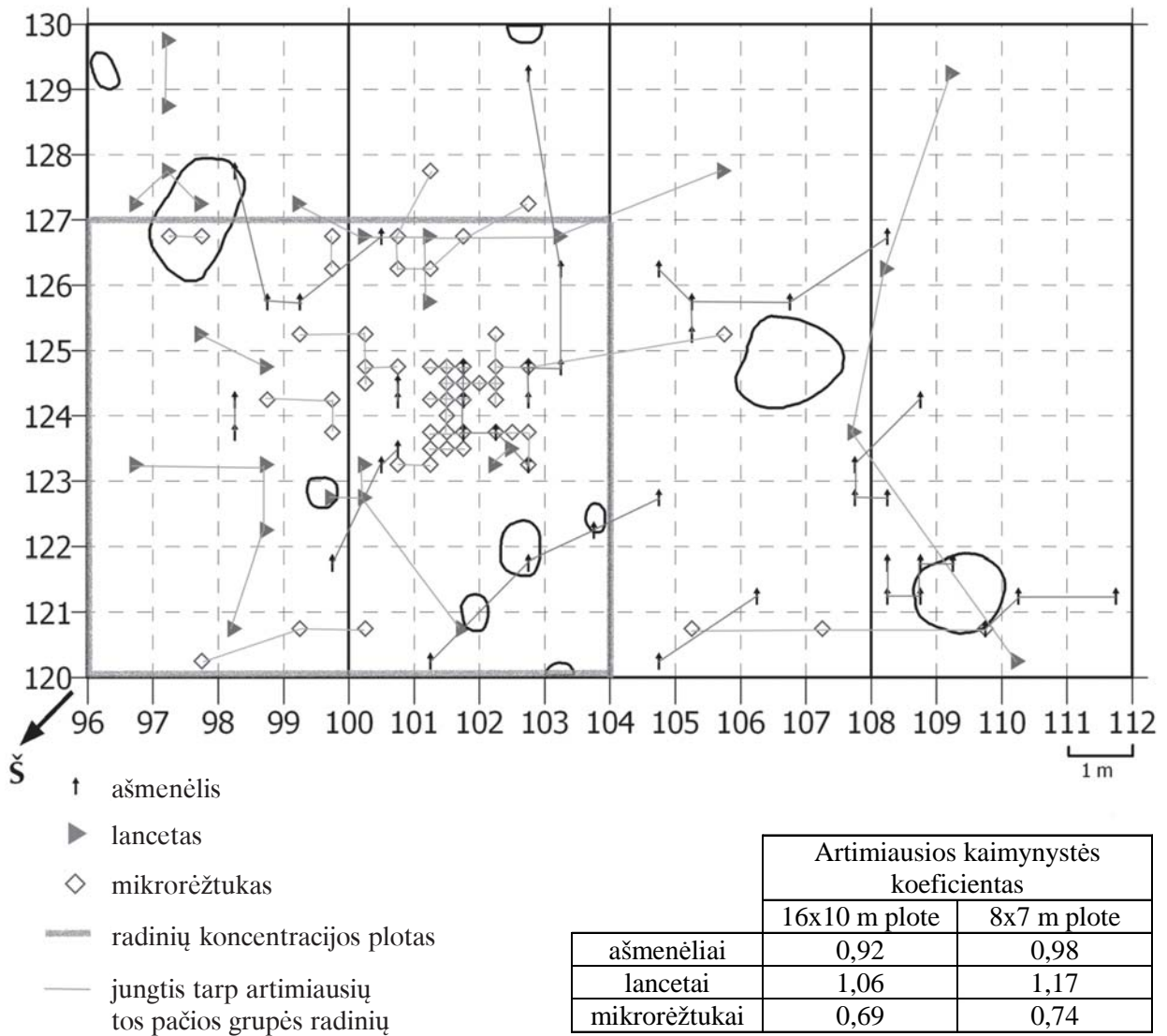
Artimiausios kaimynystės koeficientas gali įgyti reikšmes nuo 0,00 iki 2,15. Reikšmė apie 1,00 rodo atsitiktinį išsidėstymą. Kuo reikšmė artimesnė 0,00, tuo radinių grupavimasis yra reikšmingesnis, o reikšmė apie 2,15 rodo, kad radiniai tolygiai pasiskirstę tiriamame plote.

Artimiausios kaimynystės analizė leidžia tirti įvairaus tankio radinių grupes įvairaus dydžio plotuose, tačiau ploto dydis turi didelę įtaką koeficiento vertei ir neparodo, kiek yra koncentracijų bei kokio jos gausumo. Pavyzdžiui, palyginus Katros 2-osios gyvenvietės ašmenėlių, lancetų ir mikrorėžtukų paplitimą 160 m² ir 56 m² plotuose matyti, kad nors mažesniame plote apibrėžta intensyvi mikrorėžtukų koncentracija, tačiau koeficientas rodo mažesnę radinių grupavimąsi nei viso ploto, kur yra ir nutolusių radinių (2 pav.).

Nepaisant šių trūkumų, artimiausios kaimynystės analizė yra pripažįstama ir plačiai naudojama. Mėginant išvengti minėtų trūkumų dažniau analizuojami ne absoliutūs atskirų radinių grupių artimiausios kaimynystės koeficientai, bet reliatyvūs atskirų grupių paplitimo tame pačiame plote santykiai (Kintigh, 1990, 171). Pavyzdžiui, palyginus Katros 2-osios senovės gyvenvietės mikrorėžtukų ir lancetų artimiausios kaimynystės koeficientų santykį matyti, kad ašmenėliai 1,15 karto labiau koncentruojasi nei lancetai, o mikrorėžtukai – net 1,54 karto labiau nei lancetai (1 lent.).

1 lentelė. Artimiausios kaimynystės koeficientų santykis

	Radinių kiekis	Artimiausios kaimynystės koeficientas	Artimiausios kaimynystės koeficientų santykis		
			Ašmenėliai	Lancetai	Mikrorėžtukai
Ašmenėliai	44	0,92	1,00	0,87	1,33
Lancetai	29	1,06	1,15	1,00	1,54
Mikrorėžtukai	53	0,69	0,75	0,65	1,00



2 pav. Ašmenėlių, lancetų bei mikrorėžtukų paplitimas ir atskirų radinių grupių artimiausios kaimynystės koeficientas skirtingo dydžio plotuose.

K. W. Kintigh pritaikė artimiausios kaimynystės analizę tirti ne tik atskiras radinių grupes, nepriklausomai nuo jų tarpusavio paplitimo, bet ir tiesiogiai stebėti radinių grupių poros tarpusavio koncentravimąsi ar izoliaciją. Šiuo atveju artimiausios kaimynystės koeficientas nustatomas kaip santykis tarp visų vienos grupės radinių artimiausių iki antros grupės radinių atstumų vidurkio ir antros grupės radinių artimiausių atstumų, kurių būtų galima tikėtis, jei toks pat kiekis tokio paties

dydžio plote būtų pasiskirstęs atsitiktinai, vidurkio. Reikšmės, artimos 1,00, interpretuojamos kaip atsitiktinis abiejų radinių grupių pasiskirstymas, mažiau negu 1,00 atspindi bendras abiejų grupių radinių sankaupas, daugiau kaip 1,00 – atskiras skirtingų radinių grupių sankaupas. Tarpgrupinis artimiausios kaimynystės koeficientas, skirtingai nei vienos grupės, neturi reikšmės viršutinės ribos, be to, artimiausios kaimynystės koeficientas nuo pirmosios iki antrosios grupės nebus

lygus koeficientui nuo antrosios radinių grupės iki pirmosios (Kintigh, 1990, 172). Pavyzdžiui, Katros 2-osios senovės gyvenvietės analizuojamame plote lancetų su mikrorėžtukais artimiausios kaimynystės koeficientas 1,46 rodo izoliuotų atskirų radinių grupių sankaupų tendenciją, tuo tarpu mikrorėžtukų su lancetais koeficientas 0,79 – bendras abiejų grupių radinių sankaupas (2 lent.). Tokias išvadas galima daryti ir stebint

2 lentelė. Artimiausios kaimynystės koeficientas tarp grupių

	Artimiausios kaimynystės koeficientas tarp radinių grupių		
	Ašmenėliai	Lancetai	Mikrorėžtukai
Ašmenėliai	0,92	1,01	1,13
Lancetai	1,06	1,06	1,46
Mikrorėžtukai	0,63	0,79	0,69

radinių išsidėstymą plane. Matyti, kad šalia visų mikrorėžtukų aptikti ir lancetai, tačiau yra nemažai tokių, šalia kurių mikrorėžtukų nepasitaikė (2 pav.). Šie duomenys gali būti interpretuojami, kad dalis lancetų buvo išmesti kaip brokuoti ar pamesti kartu su mikrorėžtukais jų gamybos vietoje, tačiau kita gyvenvietėje rastų lancetų dalis buvo pamesta vėliau, juos panaudojus.

Norint analizuoti radinių grupių poros tarpusavio pasiskirstymą kartais naudojamas **segregacijos ir agregacijos indeksų** nustatymas. Agregacija – kai abi radinių grupės sudaro bendras koncentracijas, segregacija – kai jos koncentruojasi atskirai. Šį metodą XX a. aštuntajame dešimtmetyje archeologijoje pritaikė ir tobulino I. Hodder ir C. Orton (1976) bei T. D. Price (1978). Šio metodo privalumai:

1) nepriklausymas nuo analizuojamos teritorijos dydžio;

2) galimybė pagal chi kvadrato kriterijų su Yates tolydumo pataisa (χ^2_{Yates}) arba pagal Fišerio tikslųjį kriterijų patikrinti tikimybę, kad abi radinių grupės pasiskirsčiusios neatsitiktinai.

Metodika yra artima artimiausios kaimynystės koeficiento nustatymui ir yra lengvai apskai-

čiuojama. Pradžioje išmatuojamas abiejų grupių (A ir B) kiekvieno radinio atstumas iki artimiausio tos pačios ar kitos grupės radinio. Jei A grupės radiniui artimiausias tos pačios grupės radinys, toks ryšys įvardijamas AA, jei iš antros grupės – AB, taip pat jei B grupės radiniui artimesnis tos pačios grupės radinys – BB, o jei iš kitos – BA. AA ryšių suma – a , BA suma – b , AB suma – c , BB suma – d įrašoma į tokią lentelę (Hodder, Orton, 1976, table 6.4):

	Grupė A	Grupė B	
Grupė A	a	b	e
Grupė B	c	d	f
	g	h	N

$$e=a+b; f=c+d; g=a+c; h=b+d; N=e+f=g+h$$

Tada segregacijos indeksas apskaičiuojamas pagal formules:

a) $S=1-(c+b)N/(eh+fg)$ (pagal Hodder, Orton, 1976);

b) $S=1-(c+b)/N(wx+yz)$, kur $w=(a+c)/N$, $x=(b+d)/N$, $y=(a+b)/N$, $z=(c+d)/N$ (pagal Price, 1978).

Agregacijos indeksas apskaičiuojamas pagal formulę: $A=(c+b)/N(wx+yz)$.

Segregacijos indeksas gali įgyti reikšmes nuo +1,00 – visiška segregacija iki -1,00 – visiška agregacija. Reikšmė apie 0,00 rodo atsitiktinį pasiskirstymą.

Agregacijos indeksas gali įgyti reikšmes nuo 2,00 – visiška agregacija iki 0,00 – visiška segregacija, apie 1,00 – atsitiktinis pasiskirstymas.

Nors segregacijos ir agregacijos indeksai atrodo lengvai apskaičiuojami, o jų patikimumas patikrinamas statistiškai, tačiau jie neatspindi, kaip plačiai radiniai pasklidę teritorijoje, todėl kartais įsivedama atstumo riba, ne toliau kurios turi būti nutolęs artimiausios kaimynystės taškas. Be to, jei skirtingų radinių grupių koncentracijos persidengia toje pačioje vietoje, nebūtinai tai atspindės segregacijos indeksas, nes jis neparodo, kaip radiniai tarpusavyje paplitę tos pačios grupės viduje (Blankholm, 1991, 130).

Pavyzdžiui, Katros 2-osios senovės gyvenvietės analizuojamame plote nustačius trijų radinių grupių porų segregacijos indeksus matyti, kad mikrorėžtukų ir ašmenėlių segregacijos indeksas ($S_{MA}=0,083$) rodo beveik atsitiktinį radinių pasiskirstymą. Nežymiai į segregaciją linksta mikrorėžtukų ir lancetų pasiskirstymas ($S_{ML}=0,187$), tačiau χ^2_{Yates} reikšmės reikšmingumo lygmeniui esant $\alpha=0,05$ rodo, kad tikimybė, jog šios radinių grupių poros pasiskirsčiusios neatsitiktinai, nėra statistiškai reikšminga. Tik ašmenėlių ir lancetų segregacijos indeksas $S_{AL}=0,266$ rodo ryškesnę segregaciją, t.y. kad ašmenėliai ir lancetai erdviškai pasiskirstę į atskiras koncentracijas. $\chi^2_{Yates}=3,907$ taip pat rodo, kad tikimybė, jog šios abi radinių grupės pasiskirsčiusios neatsitiktinai, yra statistiškai reikšminga. Vizualiai matyti, kad mikrorėžtukų koncentracija iš dalies persidengia su lancetų ir ašmenėlių ryškesnėmis sankauptomis, todėl lyginant mikrorėžtukų grupę su lancetais ar ašmenėliais jų pasiskirstymas neatrodo statistiškai reikšmingas (3 pav.).

Mėginami šalinti segregacijos ir agregacijos indeksų trūkumus, tokius kaip analizės radinių grupės viduje nebuvimas, realaus pasiskirstymo tiriamame plote neatspindėjimas, I. Hodder ir E. Okell sukūrė asociacijos A-indekso nustatymo metodą. Jis, anot kūrėjų, yra jautresnis mėginant nustatyti skirtingomis aplinkybėmis susiklosčiusio radinių pasiskirstymo ypatybes (Hodder, Okell, 1979, 106). **I. Hodder ir E. Okell A-indeksas** leidžia analizuoti radinių grupių poros pasiskirstymą ir nustatyti, ar radinių grupės tarpusavyje linkusios į agregaciją, ar į segregaciją, ar pasiskirsčiusios atsitiktinai arba persikloja. A-indeksas apskaičiuojamas pagal atstumus (ne vektorius, bet modulius) nuo kiekvieno vienos grupės iki kiekvieno tos pačios ir kitos grupės taško:

a) apskaičiuojama atstumų nuo kiekvieno taško iki kiekvieno tos pačios grupės taško radinių grupėje A suma, kuri padalinama iš jungčių tarp taškų skaičiaus – taip randamas vidutinis atstumas r_{AA} tarp vienos grupės radinių;

b) taip pat apskaičiuojamas vidutinis atstumas r_{BB} tarp B grupės radinių;

c) apskaičiuojama atstumų tarp A ir B radinių grupių taškų suma, kuri padalijama iš jungčių skaičiaus – taip randamas vidutinis atstumas r_{AB} tarp A ir B grupių radinių. Kadangi apskaičiuojamos visos įmanomos taškų iš skirtingų radinių grupių jungtys, vidutinis atstumas tarp A ir B grupių yra lygus atstumui tarp B ir A grupių ($r_{AB}=r_{BA}$);

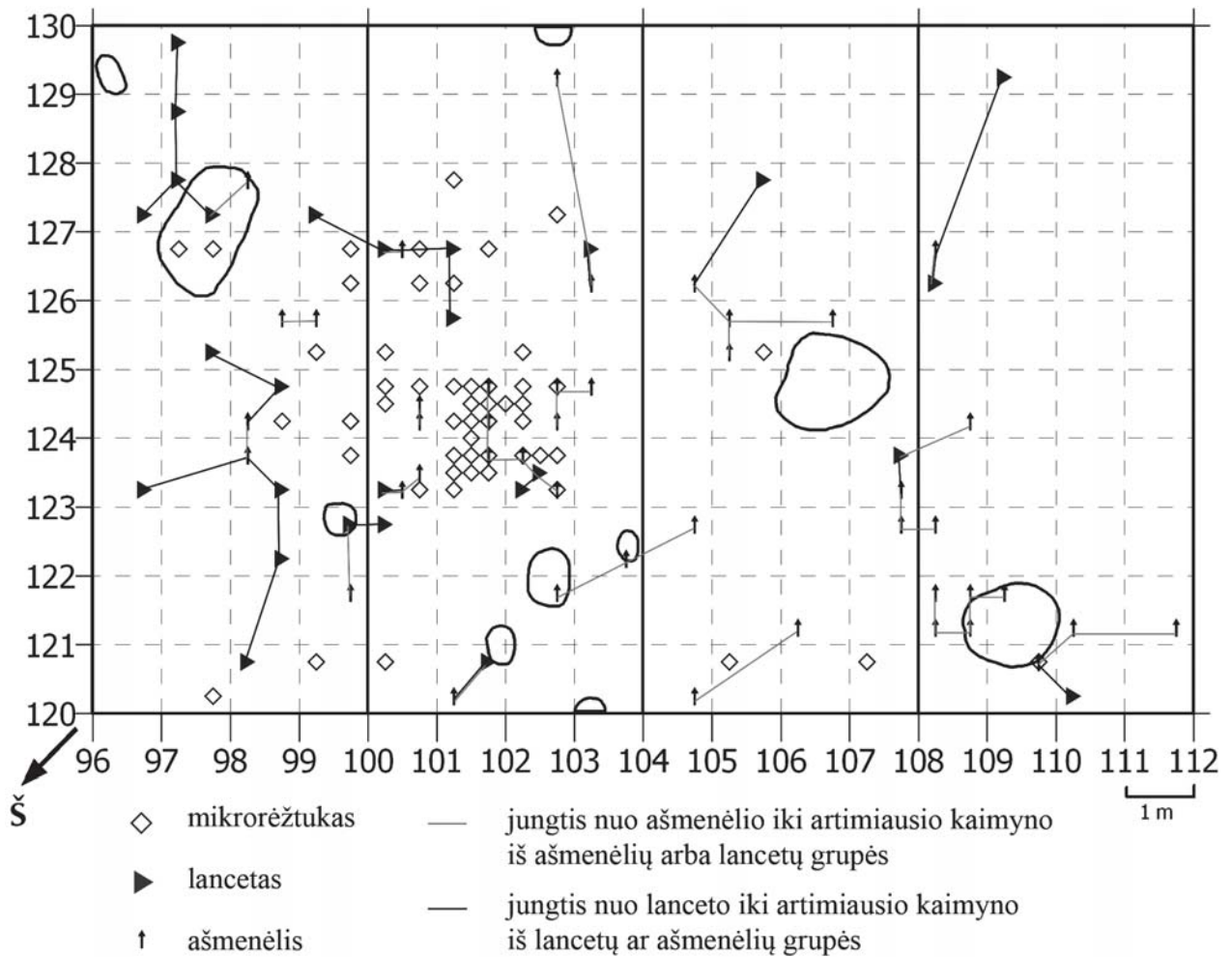
d) A-indeksas apskaičiuojamas padauginus A grupės vidutinį atstumą r_{AA} iš B grupės vidutinio atstumo r_{BB} ir padalinus iš A ir B grupių vidutinio atstumo r_{AB} kvadrato:

$$A=r_{AA} r_{BB}/(r_{AB})^2$$

Jei A-indekso reikšmė artima 1,00 – abiejų grupių radiniai erdviškai tarpusavyje susimaišę arba jų koncentracijos persidengia. Reikšmės, artimos 0,00, atspindi segregaciją, kuomet radinių grupės sudaro atskiras koncentracijas, didesnės nei 1,00 – agregaciją, kai skirtingų grupių radiniai labiau tarpusavyje koncentruojasi nei radiniai grupių viduje (Blankholm, 1991, 132).

Šio metodo pranašumas – jis nepriklauso nuo tiriamos teritorijos dydžio ir radinių tankio, be to, analizuojant visas įmanomas jungtis tarp taškų grupių viduje bei tarp grupių, sukaupiama informacija ne tik apie radinių grupių tarpusavio asociaciją, bet ir apie radinių pasiskirstymą tiriamame plote bei jų asociacijas grupės viduje. Gali būti interpretuojamas ne tik A-indeksas, bet ir lyginami vidutiniai atstumai tarp radinių taškų grupės viduje ar tarp grupių (Kintigh, 1990, 174).

Pavyzdžiui, Katros 2-osios senovės gyvenvietės analizuojamame plote pagal vidutinį atstumą grupių viduje matyti, kad mikrorėžtukai gerokai labiau linkę tarpusavyje koncentruotis nei ašmenėliai ar lancetai. Palyginus vidutinius atstumus tarp grupių galima daryti išvadas, kad mikrorėžtukai ne tik koncentruojasi tarpusavyje, bet ir paplitę netoli ašmenėlių bei lancetų, tuo tarpu lancetai erdviškai ženkliai nutolę nuo ašmenėlių. Tai patvirtina ir A-indekso reikšmės – tarp lancetų



	ašmenėliai	lancetai	
ašmenėliai	32	13	45
lancetai	11	14	25
	43	27	70

$$\underline{S}_{AL} = 0,266 \quad \chi^2_{Yates} = 3,907$$

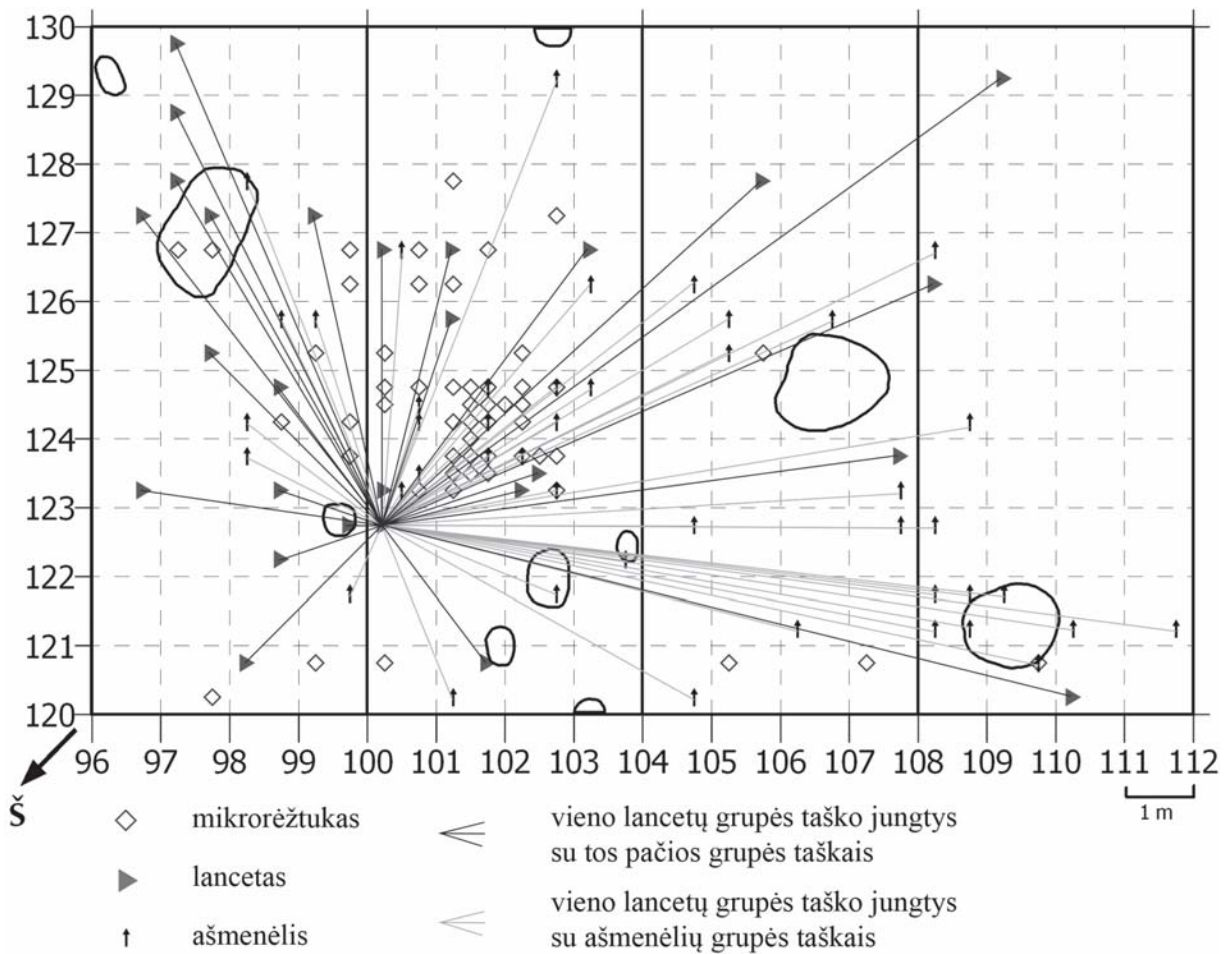
	mikrorėžtukai	lancetai	
mikrorėžtukai	39	16	55
lancetai	14	13	27
	53	29	82

$$\underline{S}_{ML} = 0,187 \quad \chi^2_{Yates} = 2,104$$

	mikrorėžtukai	ašmenėliai	
mikrorėžtukai	38	28	66
ašmenėliai	15	16	31
	53	44	97

$$\underline{S}_{MA} = 0,083 \quad \chi^2_{Yates} = 0,396$$

3 pav. Radinių grupių porų artimiausios kaimynystės ryšių kiekio lentelės ir segregacijos indeksai.



	Vidutinis atstumas		
	ašmenėliai	lancetai	mikrorėžtukai
ašmenėliai	5,64 m	14,26 m	5,11 m
lancetai	14,26 m	6,06 m	5,03 m
mikrorėžtukai	5,11 m	5,03 m	3,29 m

$$A_{AL}=0,168$$

$$A_{LM}=0,787$$

$$A_{MA}=0,709$$

4 pav. Atstumų tarp taškų vidurkis ir asociacijos A-indeksai.

ir mikrorėžtukų $A_{LM}=0,787$ ir tarp mikrorėžtukų ir ašmenėlių $A_{MA}=0,709$ pastebimas koncentracijų persidengimas su neryškia tendencija į segregaciją, tuo tarpu A-indeksio reikšmė tarp ašmenėlių ir lancetų $A_{AL}=0,168$ ženkliai rodo segregaciją, t.y. šios radinių grupės sudaro izoliuotas koncentracijas (4 pav.).

Palyginus šių trijų radinių grupių porų A-indeksio reikšmes su anksčiau aprašytais artimiausios kaimynystės koeficientais ar segregacijos indeksais toms pačioms radinių grupėms, matyti,

kad visais šiais metodais gautos reikšmės leidžia daryti panašias išvadas, tačiau A-indeksas bei su juo susiję atstumų vidurkiai bene išsamiausiai atspindi radinių pasiskirstymo tiek grupių viduje, tiek tarp grupių tendencijas.

Metodai, kai operuojama tiksliais radinių koordinatėmis, yra labiau pritaikyti analizuoti gyvenvietėms, kuriose buvo gyvenama trumpai ir vieną kartą. Deja, tokių trumpalaikių vienasluoksnių nesuardytų gyvenviečių aptinkama retai. Kuo ilgesnį laikotarpį ir kuo didesnę žmonių populiacija

buvo apsisistojusi vienoje vietoje, tuo labiau tikėtina įvairesnė veikla bei tai, kad veiklos zonos gali persidengti. Etnoarcheologiniai tyrimai liudija, kad nebūtinai panaudoti darbo įrankiai išmetami jų naudojimo vietoje, kartais jie pataisomi ir pernešami į kitą. Be to, gyvenant ilgesnį laiką šalia židinių esančioje intensyvios veiklos zonoje išvalomi nereikalingi stambesni artefaktai, išmetant juos į gyvenvietės pakraščius, o smulkesni fragmentai mindant ar paspiriant iš „nukritimo zonos“ nukeliauja į „mėtymo zonas“ (Binford, 1983, 189–190). Su valymo procesu greičiausiai galima sieti ir Katros 2-ojoje gyvenvietėje šalia ūkinių duobių Nr. 8–10 pastebimas ryškesnes titnago skaldos koncentracijas (1 pav.).

Svarbūs ir neigiami faktoriai, turėję įtakos vėlesniam radinių persiskirstymui, pvz., vėliau apsigyvenusių žmonių teritorijos valymas, pustymai, šaltis, vandens srovės, arimas, augalų šaknys, gyvūnų urveliai ir pan. Dėl šių priežasčių naudingesni daugialypiai erdviniai metodai, kurie nėra „pririšti“ prie tikslų koordinacių ir pagrindinis dėmesys skiriamas ne radinių pasiskirstymui, bet ryšių tarp skirtingų dirbinių grupių bendroje kompozicijoje analizei. Jie leidžia aprašyti radinių įvairovę grupių viduje ir įvertinti, kokią įtaką turėjo radinių persiskirstymą lemiantys procesai. Tokiu būdu įmanoma ne tik aprašyti radinių tankumą bei tipus, kurie dabar randami, bet ir analizuoti gyvenvietės formavimosi procesus.

Vienas populiariausių daugialypių erdvinų metodų yra 1984 m. R. Whallon pasiūlytas **laisvas klasterizavimas** (Whallon, 1984). Šis metodas leidžia nustatyti radinių išsidėstymą ir sankaupas tiriamame plote tokiu būdu, kad dydis, forma, tankis, kompozicija ir asociacijos arba kovariacijos modeliai nebėra suvaržantys faktoriai, bet tampa kintamaisiais, kuriais galima aprašyti erdvinį išsidėstymą ir sankaupas (Whallon, 1984, 244). Jis itin naudingas analizuojant Lietuvos senovės gyvenvietes, kuriose dažnai būna iš-tirta tik nedidelė teritorijos dalis, nes jam nėra svarbus analizuojamo ploto dydis. Be to, jis pri-

taikytas dirbti su kvadratuose, t.y. 0,5x0,5 m arba 1x1 m plotuose, aptiktais radiniais, todėl yra tinkamas analizuoti medžiagą, kur tyrimų metu nebuvo užfiksuojamos tikslios radinių koordinatės.

Laisvas klasterizavimas paremtas statistine analize, neatsiejant duomenų nuo jų erdvinio pasiskirstymo. Jis leidžia analizuoti atskirų radinių grupių santykinį tankį įvairaus dydžio plotuose, išskirti radinių sankaupų panašumus bei skirtumus ir juos pateikti ne tik kaip statistinę suvestinę, bet ir grafiškai pavaizduoti klasterine analize išskirtų radinių grupių paplitimą gyvenvietėje. Radinių grupių kompoziciją galima supranta-miau ir lengviau interpretuojant aprašyti nei, pavyzdžiui, koreliacijos koeficientų matricą ar faktorinę analizę.

Šio metodo taikymo etapai:

1) kiekvienos radinių grupės tankio izolinių nubraižymas;

2) radinių taškų perskaičiavimas į vektorius, t.y. į 0,5x0,5 m arba 1x1 m plotus, jei buvo užfiksuotos tikslios radinių koordinatės;

3) visų radinių grupių tankio kiekviename kvadrato apskaičiavimas bei perskaičiavimas į santykinius dažnius;

4) klasterinė analizė, pagal kurią kvadratuose esančių radinių grupių santykinis dažnių panašumą sugrupuoja kvadratus į klasterius;

5) klasterių perkėlimas į tiriamos teritorijos planą ir tikrinimas, ar yra erdvinis vientisumas arba interpretuotinas modeliavimas. Erdvinio vientisumo buvimas ar nebuvimas radinių sankaupose yra pagrindinis faktorius vertinant, kokią įtaką joms turėjo vėlesni persiskirstymą lemiantys procesai;

6) esant erdviniam vientisumui ar interpretuotinam modeliavimui – sankaupų aprašymas pagal dydį, formą, tankį, sudėtį, radinių tarpusavio ryšį;

7) interpretacija ir elgesio ar procesų, suformavusių tokią erdvinę struktūrą, nustatymas.

Šiuo metodu galima analizuoti pagal įvairius kriterijus išskirtas radinių grupes. Dažniausiai skirstant į grupes svarbūs du kriterijai – radinių funkcija ir chronologija, tačiau gali būti analizuo-

jamos radinių grupės, išskirtos morfologiškai, pagal medžiagą, iš kurios pagamintas, pagal tai, ar radinys degęs, ar ne, pagal dydį (Boaz, 1998, 115–120) ar svorį. Taip pat galima tirti ir atskiras radinių sankaupas.

Analizuojant Katros 2-osios senovės gyvenvietės medžiagą pradžioje laisvam klasterizavimui pasirinktos pagal funkciją išskirtos radinių grupės: nuoskalos, mikroskeltės, skeltės, skaldytiniai, medžioklės ir darbo įrankiai (5 pav.). Tiesa, atsižvelgiant į tai, kad ši gyvenvietė nevienalaikė, siekiant nustatyti chronologines radinių grupavimosi tendencijas, laisvas klasterizavimas taikytas ir visoms pagrindinėms tipologiškai išskirtoms titnaginių radinių grupėms (6 pav.).

Radinių grupių tankio izolinijų braižymas yra vienas paprasčiausių ir greičiausių būdų norint nustatyti radinių pasiskirstymą, tačiau jis tinkamesnis didesnio tankio radinių grupėms analizuoti. Šis būdas itin patogus analizuoti keramiką ar akmens amžiaus gyvenvietėse gausiai randamą titnago skaldą – skeltes ar nuoskalas, kurių dažnai aptinkama po kelias dešimtis ar net kelis šimtus viename kvadrato. Išsiskiriančios skaldos koncentracijos gali būti lengvai interpretuojamos kaip titnago apdirbimo veiklos zonos (1 pav.).

Klasterinei analizei gali būti pateikiami absoliutūs kiekvienos radinių grupės tankiai kiekviename kvadrato, tačiau R. Whallon siūlė naudoti kiekvieno kvadrato santykinis radinių grupių dažnius, t.y. proporcijas, apskaičiuojamas vienos radinių grupės tankį viename kvadrato padalinus iš visų radinių tame kvadrato tankio ir padauginus iš 100%. Anot jo, santykiniai dažniai turėtų sumažinti didelių tankių įtaką rezultatams (Whallon, 1984, 247), bet kadangi daugelyje kvadratų vyrauja nuoskalos, todėl procentinė išraiška šios problemos neišsprendžia, tuo tarpu tuščiame plote atsitiktinai pasitaikęs mažo tankio grupės vienas radinys, jei jis bus vienintelis visame kvadrato – įgis 100% reikšmę.

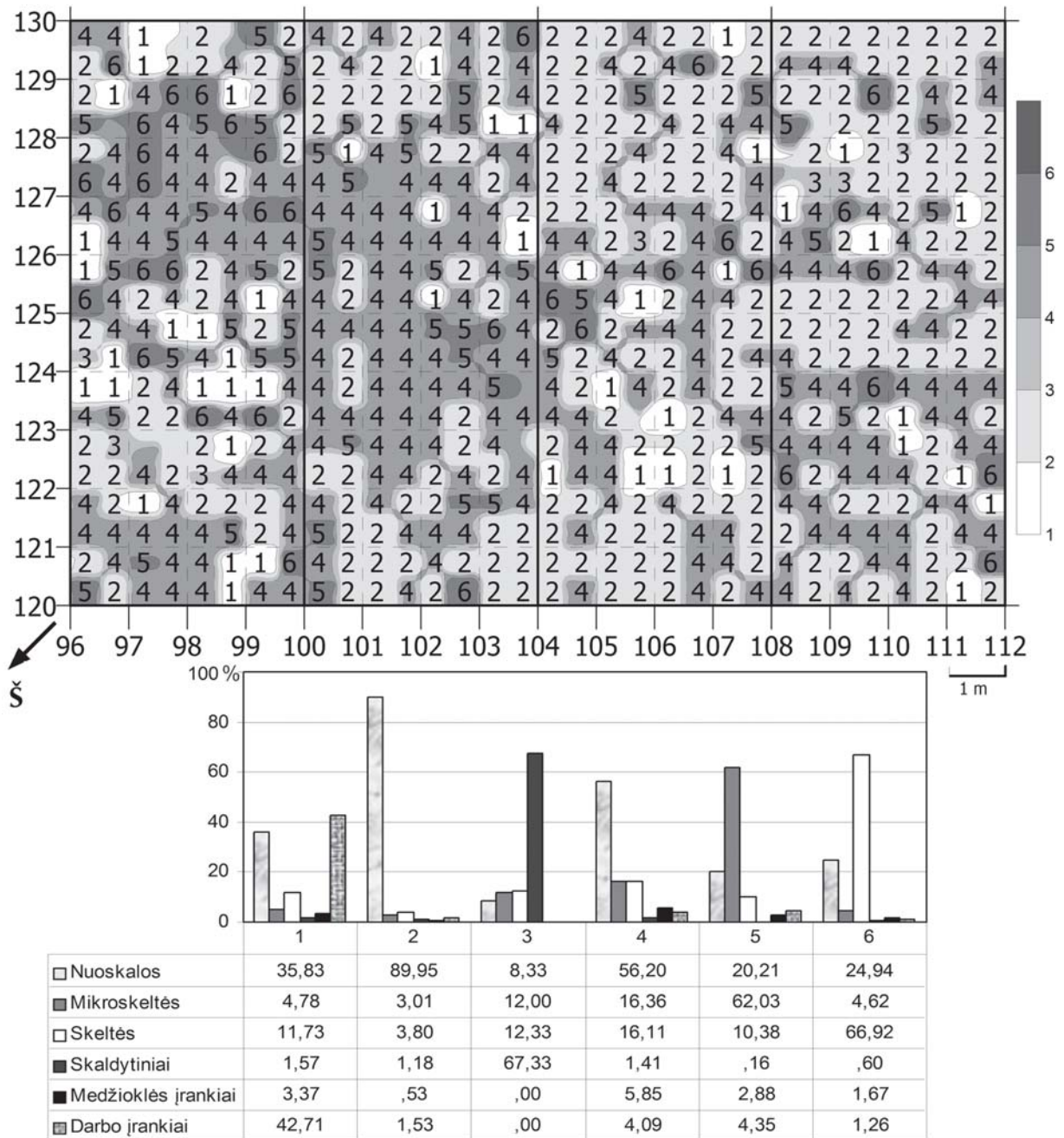
Šią problemą mėgino spręsti K. W. Kintigh, pasiūlydamas skaičiuoti ne kiekvieno kvadrato,

o kiekvienos radinių grupės santykinis dažnis, t.y. kiek procentų vienos grupės radinių yra konkrečiame kvadrato, skaičiuojant tos grupės radinius, aptiktus visame tiriamame plote. Tiesa, šiuo atveju yra nuvertinamos paties didžiausio absoliutaus tankio radinių grupės, o grupės, kurias sudaro mažesnis radinių kiekis, įgyja didesnę reikšmę. Tačiau dažniausiai tai yra daugiau privalumas nei trūkumas, nes taip masinė medžiaga nenustelbia retesnių radinių grupių (Kintigh, 1990, 190–191). Pavyzdžiui, Katros 2-osios senovės gyvenvietės viename iš kvadratų 20 nuoskalų sudaro vos 0,63% visų nuoskalų, tuo tarpu 1 gremžtukas tame pačiame kvadrato – net 1,59% visų gremžtukų.

Tikslingiausia klasterinei analizei taikyti tiek R. Whallon pasiūlytus kiekvieno kvadrato, tiek K. W. Kintigh kiekvienos grupės santykinis dažnis. Klasterinei analizei radinių grupės statistinėje programoje aprašomos kaip kintamieji, o radinių grupių santykiniai tankiai kvadratuose – kaip požymiai.

Klasterinę analizę siūloma atlikti hierarchiniu Wardo metodu, atstumui iki klasterių centrų skaičiuoti naudojant Euklido atstumo kvadratą, arba nehierarchiniu k-vidurkių klasterizavimo metodu. Tiesa, taikant Wardo metodą rezultatams didelę įtaką daro tankio išskirtys (Blankholm, 1991, 81). Hierarchiniai metodai nėra patogūs dideliame skaičiui objektų analizuoti ir labiau apibūdina klasterių tarpusavio hierarchiją nei pačius klasterius, tuo tarpu šiam tyrimui yra svarbesnė klasterių struktūra. K-vidurkių metodas leidžia lengvai analizuoti didelį objektų skaičių, be to, pateikiami galutiniai klasterių centrai, kurie iškart leidžia stebėti, kaip skiriasi radinių grupių santykiniai tankiai konkrečiuose klasteriuose.

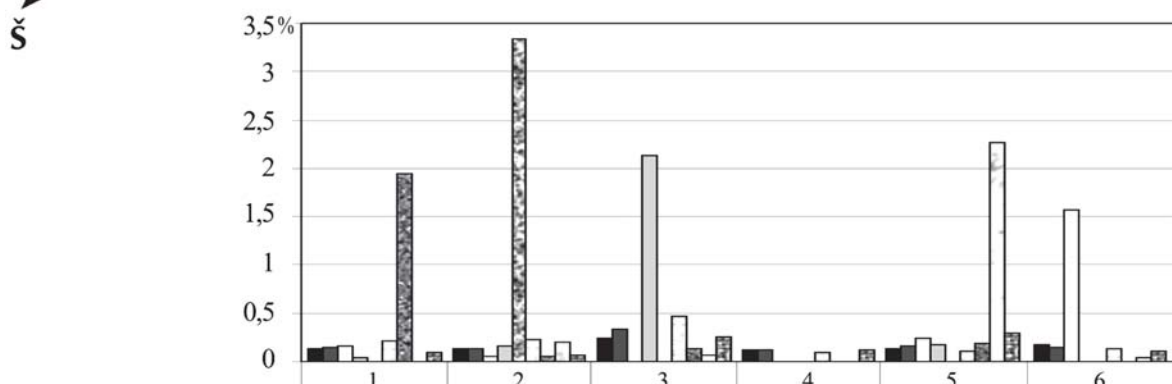
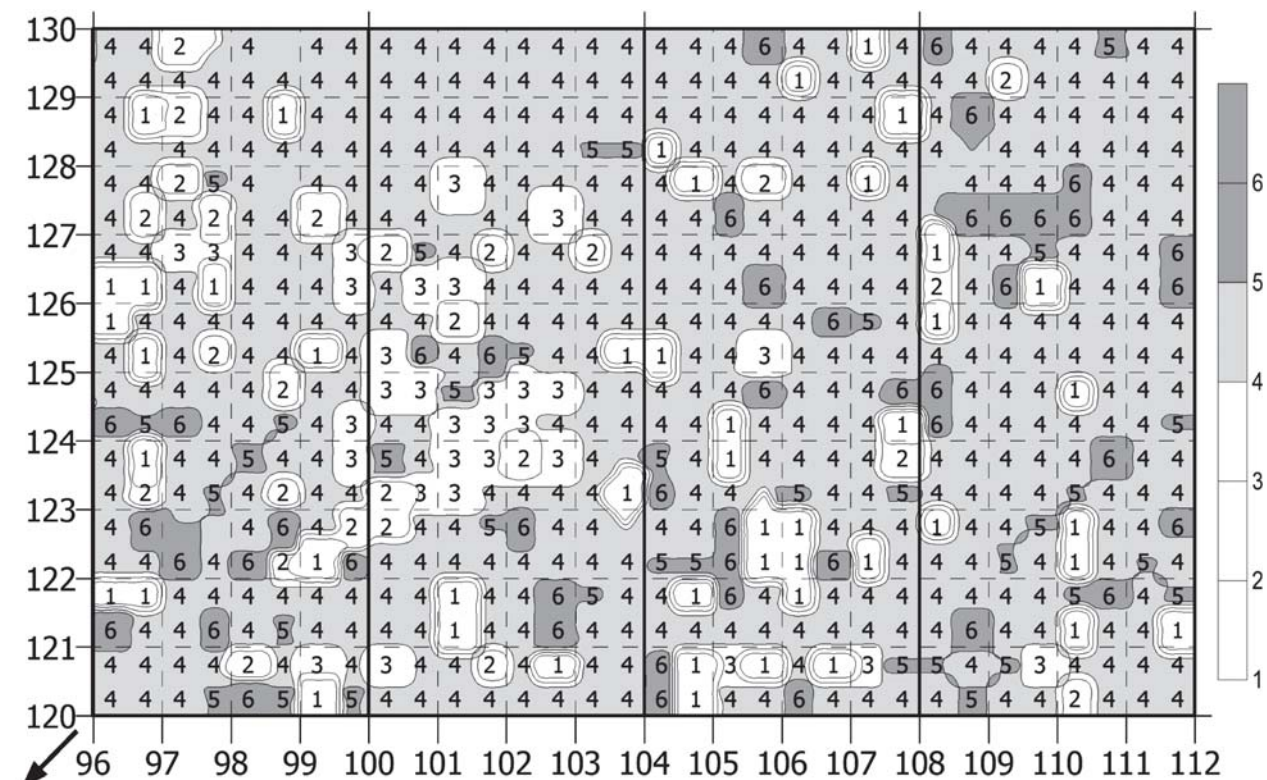
Katros 2-osios senovės gyvenvietės medžiaga tirta klasterinės analizės k-vidurkių metodu, klasifikuojant kvadratus pagal santykinį radinių kvadrato ir santykinį radinių grupės dažnį. Stebint klasterizavimo pabaigoje gautų klasterių centrų reikšmes matyti, kad klasifikuojant pagal santykinis kvadrato



5 pav. Laisvo klasterizavimo pagal kvadratus rezultatai.

dažnius į pirmą klasterį pateko kvadratai, kuriuose gausiausiai aptikta darbo įrankių, antrąjį – kur absoliučiai vyrauja nuoskalos, trečiąjį – tie, kuriuose gausu skaldytinių, ketvirtąjį – kvadratai, kuriuose aptikta visų grupių radinių, tačiau sąlyginai daug medžioklės įrankių, penktąjį – kur vy-

rauja mikroskeltės, šeštąjį – kur vyrauja skeltės (5 pav.). Klasifikuojant pagal santykinis grupės dažnius, į pirmą klasterį pateko kvadratai, kuriuose aptikta daugiau gremžtukų, į antrą – lancetų, į trečią – mikrorėztukų, į penktą – rėztukų, į šeštą – skaldytinių. Į ketvirtą klasterį pateko



	1	2	3	4	5	6
■ Nuoskalos	0,135069716	0,13434841	0,236034618	0,12127905	0,138769477	0,180737483
■ Skeltės	0,14490322	0,136592981	0,336401804	0,115886458	0,155907149	0,152170812
□ Skaldytiniai	0,15944725	0,048567266	0	0	0,234741784	1,574150787
□ Mikrorėžtukai	0,034940601	0,157088123	2,135005974	0	0,176366843	0
■ Lancetai	0	3,344827587	0	0	0	0
□ Ašmenėliai	0,209643606	0,229885057	0,46953405	0,099372597	0,105820106	0,130718954
■ Gremžtukai	1,949086553	0,054734537	0,134664619	0	0,188964475	0
□ Rėžtukai	0	0,202839757	0,063251107	0	2,266573296	0,038446751
■ Peiliai	0,099304866	0,060496068	0,25466893	0,12303071	0,292397661	0,103199174

6 pav. Laisvo klasterizavimo pagal grupes rezultatai.

daugiausia kvadratų, paprastai juose aptiktos tik skeltės ir nuoskalos (6 pav.).

Kitame etape į tiriamos teritorijos planą perkeliami duomenys, kuris kvadratas kuriam klasteriui priskirtas. Stebint klasterių išsidėstymą tiriamame plote matomas tam tikras erdvinis vientisumas bei interpretuotinas modeliavimas. Galima daryti išvadą, kad radiniai nėra ženkliai persimaišę. Santykinių dažnių nuo kvadrato klasteriai labiau atspindi nuoskalų ir skelčių pasiskirstymą, tačiau pirmam klasteriui priskirtuose ploteliuose galima rekonstruoti odos ir kaulo-rago apdirbimo veiklos zonas. Ketvirtasis klasteris parodo pagal titnago skaldos izolinijas išskirtos titnago apdirbimo veiklos zonos A (1 pav.) struktūrą – čia šalia nuoskalų aptiktas gana didelis vėlyvojo mezolito–ankstyvojo neolito titnago apdirbimo tradicijas atspindinčių skelčių ir mikroskelčių kiekis, taip pat medžioklės įrankių gamybos atliekos. Antro, ketvirto, penkto ir šešto klasterių išsidėstymas rodo, kad tiriamos teritorijos pietinėje dalyje esančiuose kvadratuose vyrauja nuoskalos, o centrinėje, šiaurinėje–šiaurės rytinėje – skeltės. Pagal nuoskalinę titnago apdirbimo techniką pietinę tiriamo ploto dalį galima sieti su vėlyvuju neolitu, tuo tarpu didžiojoje ploto dalyje vyrauja vėlyvojo mezolito–ankstyvojo neolito palikimas (5 pav.). Stebint santykinių dažnių nuo grupės klasterių išsidėstymą tiriamame plote, taip pat galima išskirti mikrorėžtukų (trečias klasteris) koncentraciją (centrinėje ploto dalyje), leidžiančią atkurti veiklos zoną A kaip medžioklės įrankių gamybos vietą. Nors su kaulo-rago ir odos apdirbimu susijusių darbo įrankių – gremžtukų ir rėžtukų – pasiskirstymas neatrodo erdviškai vientisas, tačiau pastebimos jų koncentravimosi tendencijos pietvakarinėje ploto dalyje (6 pav.), kur buvo duobė 10, užpildyta degusiais kaulais (1 pav.). Šią tiriamo ploto dalį galima sieti su kaulo-rago ir odos apdirbimo veiklos zona ir pagal nustatytą duobės 10 radioaktyvios anglies datą – (Ki-7644) 5950 ± 70 bp (Antanaitis-Jacobs, Girininkas, 2002, 21) sieti su ankstyvojo neolito pradžia.

IŠVADOS

1) Lietuvos daugiasluoksniuose archeologiniuose objektuose pastebimą senovės žmonių veiklą atspindintį radinių erdvinį išsidėstymą ir sankaupas galima analizuoti taikant įvairius erdvinius-statistinius metodus bei stebint gautų rezultatų koreliacijas;

2) mėginant išskirti veiklos zonas kartais gali užtekti tik nubraižyti radinių tankių izolinijas ar nedidelio tankio radinių grupės taškus grafiškai pavaizduoti tiriamo ploto plane, tačiau siekiant nustatyti radinių grupavimosi tendencijas bei gauti interpretuojamas statistines išvadas reikia naudoti erdvinius-statistinius metodus;

3) analizuojant nedidelio tankio radinių grupių erdvinį išsidėstymą bene naudingiausia nustatyti asociacijos A-indeksą, kuris parodo radinių pasiskirstymo tendencijas tiek grupių viduje, tiek tarp grupių. Tiesa, metodai, pritaikyti dirbti su tiksliai užfiksuotomis radinių koordinatėmis, labiau atspindi tyrimų metu archeologo aptiktą gyvenvietės vaizdą, o ne tokį, koks buvo gyvenvietės egzistavimo laikotarpiu, nepaveiktą radinių susimaišymui įtakos turėjusių neigiamų veiksmų;

4) siekiant įvertinti susimaišymo mastą bei aprašyti skirtingų radinių grupių įvairovę bendroje kompozicijoje naudingesni daugialypiai erdviniai-statistiniai metodai. Vienas iš tokių yra laisvas klasterizavimas, leidžiantis analizuoti atskirų radinių grupių santykinį tankį įvairaus dydžio plotuose, nustatyti radinių sankaujų panašumus bei skirtumus ir juos pateikti ne tik kaip statistinę suvestinę, bet ir grafiškai pavaizduoti klasterine analize suklasifikuotų radinių grupių paplitimą gyvenvietėje. Tokiu būdu aprašoma radinių kompozicija gali būti lengviau interpretuojama, o pritaikius etnoarcheologijos ir eksperimentinės archeologijos tyrimais pagrįstus teorinius modelius galima gauti šiek tiek daugiau žinių apie senovės gyvenvietėse vykusius procesus.

ŠALTINIŲ IR LITERATŪROS SĄRAŠAS

Antanaitis-Jacobs I., Girininkas A., 2002 – Periodization and Chronology of the Neolithic in Lithuania // *Archaeologia Baltica*. Vilnius, 2002. Vol. 5, p. 9–39.

Binford L. R., 1983 – *In Pursuit of the Past: Decoding the Archaeological Record*. London, 1983.

Blankholm H. P., 1991 – *Intrasite Spatial Analysis in Theory and Practice*. Aarhus, 1991.

Boaz J., 1998 – Hunter-Gatherer Site Variability: Changing Patterns of Site Utilization in the Interior of Eastern Norway, between 8000 and 2500 B.P. *Universitetets Oldsaksamlings Skrifter*. Oslo, 1998. Vol. 20.

Brazaitis Dž., 2000 – Katros 2-oji gyvenvietė // *Archeologiniai tyrinėjimai Lietuvoje 1998–1999 metais*. Vilnius, 2000, p. 5–8.

Hodder I. R., Orton C., 1976 – *Spatial Analysis in Archaeology*. Cambridge, 1976.

Hodder I. R., Okell E., 1979 – An Index for

Assessing the Association between Distributions of Points in Archaeology // *Simulation Studies in Archaeology*. Cambridge, 1979, p. 97–108.

Kintigh K. W., 1990 – *Intrasite Spatial Analysis: A Commentary on Major Methods // Mathematics and Information Science in Archaeology: A Flexible Framework*. Studies in Modern Archaeology. Holos, Bonn, 1990. Vol. 3, p. 165–200.

Price T. D., 1978 – The Analysis of Artefact Distribution and Association on Prehistoric Occupation Floors // *Vanderbilt University Publications in Anthropology*. Nashville, 1978. Vol. 8, p. 1–33.

Whallon R., 1973 – *Spatial Analysis of Occupation Floors I: The Application of Dimensional Analysis of Variance // American Antiquity*. 1973, Vol. 38, No. 3, p. 266–278.

Whallon R., 1984 – Unconstrained clustering for the analysis of spatial distributions in archaeology // *Intrasite Spatial Analysis in Archaeology*. Cambridge, 1984, p. 242–277.

THE SPATIAL ANALYSIS OF MULTILAYER ARCHAEOLOGICAL SITES

Eglė Marcinkevičiūtė

Summary

The researches of multilayer archaeological sites, particularly of sandy soil Stone Age settlements seems to be less informative because of mixed artefacts of different periods. Nevertheless applying intrasite spatial-statistical analyses and correlating with data of radiocarbon analysis researches of landscape micro-topographical floral and faunal features as well as ethno-archaeology and experimental archaeology patterns gets possible to extract and date different period complexes or activity areas, define internal structure and formation processes of archaeological sites.

Studying the site formation processes there

were made a number of assumptions concerning the spatial distribution of the artefacts: 1) human activities result in the patterned distribution of artefacts and features; 2) artefacts were used and discarded in the same general area; 3) the tool categories defined by the archaeologists represent functionally discrete and significant units; 4) during a period of occupation, recurring activities were performed in the same general location of the site.

The spatial analyses in this article are illustrated by using data from Stone Age multilayer Katra 2nd settlement (Varėna Dist., Southern

Lithuania). One of the simplest methods to describe the horizontal distribution of the artefacts on a site is a contour diagram. Contour diagrams demonstrate the location of the majority of the finds, that the concentrations have differential density and shape, as well as the variability in the densities within the concentrations (Fig. 1). There is easy to interpret these diagrams with help of ethno-archaeology and experimental archaeology patterns. Most clearly defined model of the creation and use of a hunter-gather activity area is the hearth centered-drop and toss zone model developed by L. R. Binford.

Most intrasite spatial-statistical analysis such as Nearest Neighbour Analysis (Fig. 2) Segregation and Aggregation Index (Fig. 3) A-index of Association (Fig. 4) are essentially a three fold operation: 1) define the distribution of each artefact as random regular or clustered; 2) analyse the degree of association between two or more artefact types; 3) classify the artefact clusters according to their location contents and size. Those analyses are largely focused on the distribution of pairs of artefact groups with low density (tools and retouched artefacts) and operate on coordinate data. Multivariate methods that define concentration of artefacts on the basis of assemblage composition have several advantages over bivariate methods that emphasize artefact location. Unconstrained Clustering is a multivariate method of spatial analysis that provides the means to describe the associations between a number of

artefact types across the site both graphically and numerically (Fig. 5–6). The information on these means may be used for interpretation and reconstruction of the behaviour or formation processes which produced the concentration of artefacts at these sites.

LIST OF TABLES

Table 1. Ratios of Nearest Neighbor coefficients.

Table 2. Between-class Nearest Neighbor coefficients.

LIST OF ILLUSTRATIONS

Fig. 1. Around the hearths sitting flintknappers' activity areas defined at Katra 2nd site, according to the contours of debitage density.

Fig. 2. Distribution of inserts, lancets and microburins as well as Nearest Neighbour coefficients for individual artefact classes in different size plots.

Fig. 3. Tables of nearest neighbour counts for pair wise class combinations and Indexes of Segregation.

Fig. 4. Average distances between points and A-indexes of Association.

Fig. 5. Results of grid-based Unconstrained Clustering.

Fig. 6. Results of group-based Unconstrained Clustering.