

PRZEMYSŁAW URBAŃCZYK

PRZEGLĄD MOŻLIWOŚCI AUTOMATYZACJI
GRAFICZNEJ ANALIZY ARCHEOLOGICZNEJ DOKUMENTACJI TERENOWEJ

Grafika komputerowa stała się ostatnio jedną z najbardziej dynamicznych gałęzi informatyki. Szybki postęp zarówno w zakresie sprzętu, jak i oprogramowania, nastawiony jest co prawda głównie na realizację potrzeb nauk stosowanych, ale jego wyniki mogą znaleźć szybkie zastosowanie również w archeologii, która wyróżnia się spośród nauk humanistycznych operowaniem dużymi zbiorami danych ilościowych występujących w różnych formach.

Wizualne uogólnienie tych danych, pomijając jego wartość jako efektywnej i najbardziej efektywnej techniki redukcji informacji masowych (por. P. Urbańczyk 1980, s. 256-60), spełnia też w archeologii istotną rolę w analizach porównawczych i może również znaleźć, jak tego dowodzą pojedyncze eksperymenty, zastosowanie heurystyczne. Prace nad wdrożeniem grafiki komputerowej do procesu badawczego archeologii trwają już od ponad 10 lat i objęły niemal cały zakres czynności badawczych archeologa – od etapu dokumentacyjno-katalogowego po publikację wyników badań.

Przedmiotem tego opracowania jest jednak tylko jeden, szczególny aspekt graficznego wspomagania pracy badawczej. Chodzi o operowanie dokumentacją terenową tworzoną w trakcie wykopalisk, a dokładniej dokumentacją, w której utrwała się przestrzenną strukturę rozkopywanego stanowiska.

Dane opisujące „przestrzeń stratygraficzną”, będąc odwzorowaniem pewnej rzeczywistości fizycznej, stanowią znakomity materiał do przetwarzania graficznego, które wybitnie zwiększa ich komunikatywność, ułatwia wychwycenie błędów i niepomniecznie zwiększa efektywność zabiegów manipulacyjnych, analitycznych i klasyfikacyjnych. Możliwości oferowane w tym względzie przez grafikę komputerową można wykorzystać do rozmaitych zadań: od (1) tworzenia dokumentacji terenowej i jej (2) magazynowania i udostępniania, (3) korygowania błędów, (4) zwiększania czytelności, przez (5) wykrywanie „niewidocznych” struktur i (6) statystyczną ekstrapolację uzyskanych wyników na obszary niezbadane lub niezadokumentowane, tj. wykrywanie trendów przestrzennych, aż po (7) przygotowywanie materiałów ilustracyjnych do publikacji.

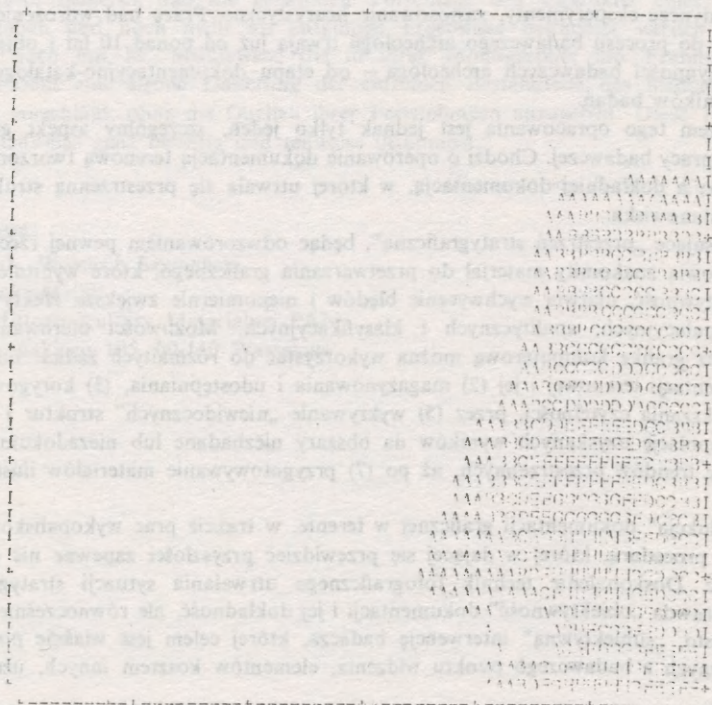
(1) „Produkcja” dokumentacji graficznej w terenie, w trakcie prac wykopaliskowych, jest pracochłonną procedurą, której w dającej się przewidzieć przyszłości zapewne nie da się niczym zastąpić. Doskonalenie technik fotograficznego utrwalania sytuacji stratygraficznych zwiększa co prawda „obiektywność” dokumentacji i jej dokładność, ale równocześnie eliminuje niezbędną często, „subiektywną” interwencję badacza, której celem jest właśnie podkreślenie pewnych, ważnych z badawczego punktu widzenia, elementów kosztem innych, uznanych za mniej istotne.

Jest to jeden z krytycznych momentów metodyki badawczej archeologii. W terenie ze szczególną ostrością uwidacznia się konieczność podejmowania arbitralnych decyzji. W zetknięciu z niemożliwą do całościowej percepcji i zarejestrowania kompleksowością fizycznej rzeczywistości stanowiska archeolog staje wobec konieczności rozwiązań kompromisowych – zarówno w zakresie samego procesu eksploracji, jak i sposobu utrwalania w dokumentacji zaobserwowanych faktów.

Informatyka oferuje tu precyzję redukującą ilość błędów i zwiększającą dokładność tworzonej w terenie dokumentacji oraz przyspiesza jej powstawanie. Już dzisiaj możliwe jest zautomatyzowanie żmudnej czynności rejestracji pomiarów geodezyjnych, dokonywanej dotąd za pomocą niwelatora, długopisu, kartki papieru i rysunku niwelowanej powierzchni. Na przykład plany Biura Wykopaliskowego Urzędu Konserwatorskiego (Riksantikvaren Utgravnings Kontor) w Oslo przewidują zastosowanie w 1988 r. automatycznego teodolitu wyposażonego w mikroprocesor rejestrujący ciągi trzech współrzędnych dowolnie wybranych punktów pomiarowych w kodzie dostosowanym do potrzeb automatycznego kreślenia przedstawień graficznych za pomocą standardowego mikrokomputera (ustna informacja dra Erika Schii).

Stosunkowo proste, z technicznego punktu widzenia, wydaje się też wyposażenie w podobny mikroprocesor pantografów często stosowanych w archeologii. Szczególnie pantograf kołowy, odznaczający się małymi wymiarami i precyzją skalowania obrazów za pomocą przekładni zębatej, mógłby posłużyć do skonstruowania urządzenia kreślącego bezpośrednio „z natury” dokumentację rysunkową. Zapisana w formie numerycznej mogłaby też być poddawana szeregowi innych, omówionych niżej zabiegów.

Inną możliwość oferuje standardowy sprzęt kartograficzny służący do automatycznego kreślenia map z ortogonalnych zdjęć stereoskopowych. Wadą tego podejścia jest konieczność korzystania z usług instytucji specjalistycznych, co musi podnieść koszty i opóźnić otrzymanie



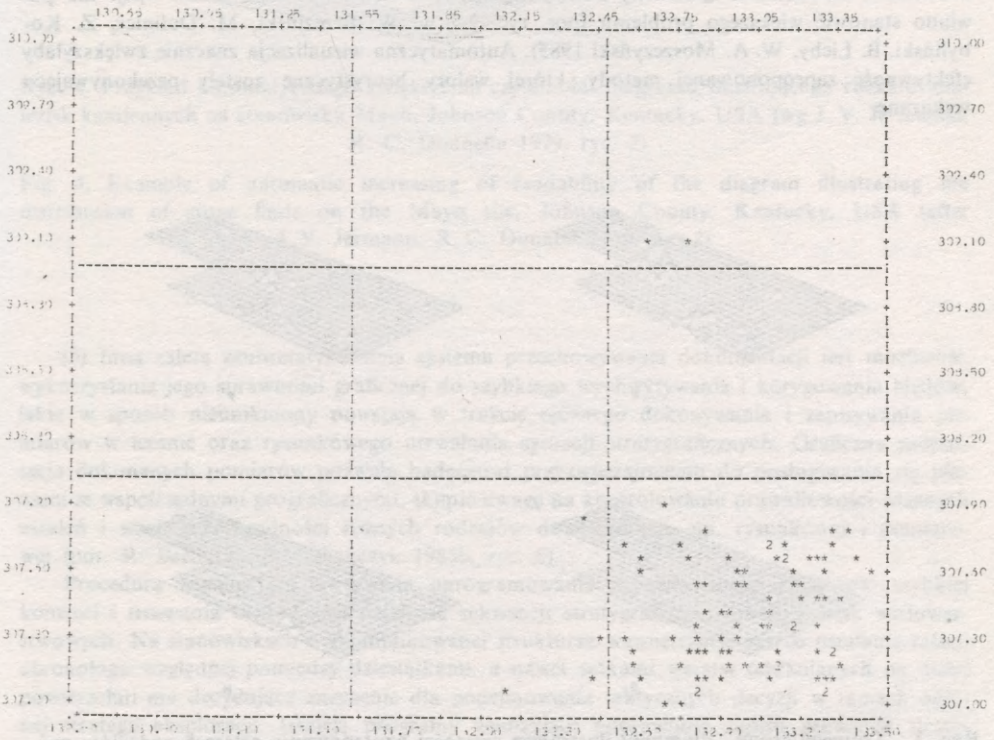
Ryc. 1. Rozkład miąższości w warstwie nr 8 z polsko-norweskich wykopalisk w Soløy, komuna Lavangen, okręg Troms, Norwegia

Fig. 1. The thickness of layer no 8 from Norwegian-Polish excavations in Soløy, komune Lavangen, district Troms, Norway

wyników. Powoduje to też odsunięcie archeologa od bezpośredniego wpływu na ostateczny kształt dokumentacji, która powinna odpowiadać jego potrzebom badawczym.

Niedogodności te zlikwidowałyby zastosowanie kamery telewizyjnej sprzężonej z komputerem (videoscanning), tj. systemu umożliwiającego bezpośrednio (interakcyjne) sterowanie rejestrowanymi obrazami. Wyposażenie go w oprogramowanie realizujące analizę ekwidensytometryczną i przetwarzające obraz fotograficzny w wybraną formę rysunkową (plan konturowy, plan warstwowy, plan pseudotrójwymiarowy itd.) stworzyłoby narzędzie o nieocenionej wartości dla archeologa rozkopującego stanowisko ze świadomością jego nieodwracalnego niszczenia.

(2) Zastosowanie wspomnianych systemów automatycznego, graficznego rejestrowania przebiegu eksploracji układu stratyfikacyjnego w formie numerycznej rozwiązałyby równocześnie inny ważny problem – gromadzenia i wyszukiwania dokumentacji stratygraficznej. Dokumentacja wizualna utrwalona w postaci numerycznej może być z łatwością zorganizowana w automatyczny bank danych. Wobec braku, jak dotąd, urządzeń do automatycznego tworzenia dokumentacji terenowej, stworzenie takiego banku wymaga wtórnego przetworzenia wykonanej podczas wykopaliisk dokumentacji w formę czytelną dla komputera. Nieliczne eksperymenty prowadzone w tej dziedzinie hamowane są głównie przez braki sprzętowe. Optymalnym rozwiązaniem byłoby bowiem znowu użycie „videoscannera” lub co najmniej tablicy kopiującej rysunki konturowe (digitizer) w postaci ciągu współrzędnych opisujących każdą narysowaną w terenie linię o dowolnym kształcie.



Ryc. 2. Rozkład przestrzenny kości znalezionych w warstwie nr 8 z Solø

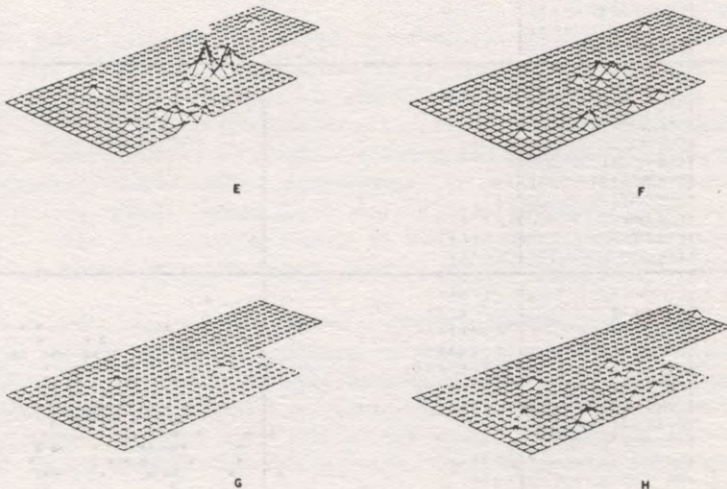
Fig. 2. The spread of bones found in layer no 8 from Solø

Tymczasem trzeba się ograniczać do metod „chałupniczych”, które pomimo pracochłonności i mniejszej dokładności pozwalają jednak stworzyć abstrakcyjny, matematyczny model trójwymiarowej struktury przekopanego stanowiska, zakodowany w pamięci komputera. Jakże odległe wydają się nam dzisiaj wysiłki pionierów takiego podejścia sprzed zaledwie 15 lat. Aby skonstruować trójwymiarowe, analogowe modele rozkładu przestrzennego znalezisk używali płyty żelaznej z zaznaczonymi współrzędnymi i różnej długości sznurków zawieszanych na magnesach (H. T. Irvin 1971, s. 209 i ryc. 2).

Przykładem dzisiejszych możliwości jest sposób opracowania wyników eksperymentalnych wykopalisk przeprowadzonych w 1981 r. w Norwegii (Soløy, komuna Lavangen, okręg Troms) przez ekspedycję polsko-norweską (R. Bertelsen, P. Urbańczyk 1985a; ci sami 1985b).

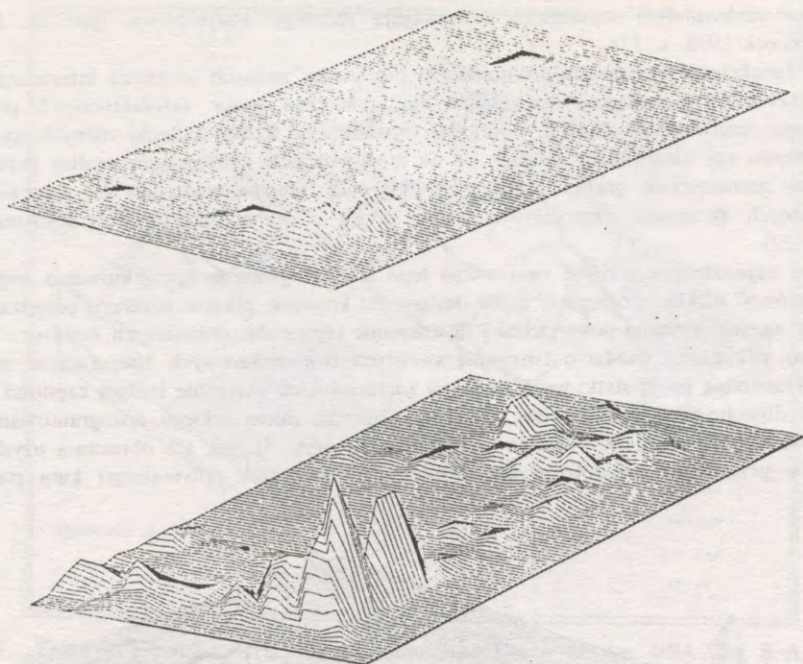
Wszystkie dane o trójwymiarowej lokalizacji stałych i dodatkowych punktów pomiarowych oraz miejsc znalezienia wszystkich zabytków (łącznie ze znaleziskami masowymi, jak kości, ości i grudki polepy) wprowadzono do komputera uzyskując możliwość automatycznego drukowania lub kreślenia planów topografii lub rozkładów miąższości poszczególnych warstw (ryc. 1), jak też rozkładów przestrzennych dowolnej kategorii znalezisk ruchomych w planie (ryc. 2) lub na profilach (por. też podprogram KARTAU.RPT w: U. Ruoff 1984 i O. Buchsenschutz 1983, s. 5).

Innym przykładem z tej dziedziny jest rozpoznawcze badanie osady wczesnośredniowiecznej w Wyszogrodzie, woj. płockie, gdzie zastosowano program komputerowy APIS do analizy wyników sondowań geologicznych (Z. Kobyliński, J. Zagrodzki, W. Brzeziński 1984). Wprawdzie niedostępność odpowiedniego sprzętu uniemożliwiła zautomatyzowanie procedur kreślenia i zastosowanie graficznej analizy wyników, ale wprowadzenie takich opcji nie powinno stanowić większego problemu (por. ryc. 2-7 w: W. Brzeziński, M. Dulnicz, Z. Kobyliński, B. Lichy, W. A. Moszczyński 1985). Automatyczna wizualizacja znacznie zwiększyłaby efektywność zaproponowanej metody, której walory heurystyczne zostały przekonywająco wykazane.



Ryc. 3. „Trójwymiarowe” diagramy ilustrujące częstości występowania czterech rodzajów znalezisk krzemiennych na stanowisku Liencres, prowincja Santander, Hiszpania (wg T. E. Scheitlina, G. A. Clarka 1978, ryc. 3)

Fig. 3. “Three-dimensional” representations of the distribution of four flint finds categories from Liencres, province Santander, Spain (after T. E. Scheitlin, G. A. Clark 1978, fig. 3)



Ryc. 4. Przykład automatycznego zwiększenia czytelności diagramu ilustrującego rozkład znalezisk kamiennych na stanowisku Mayo, Johnson County, Kentucky, USA (wg J. V. Jermann, R. C. Dunnella 1979, ryc. 2)

Fig. 4. Example of automatic increasing of readability of the diagram illustrating the distribution of stone finds on the Mayo site, Johnson County, Kentucky, USA (after J. V. Jermann, R. C. Dunnell 1979, fig. 2)

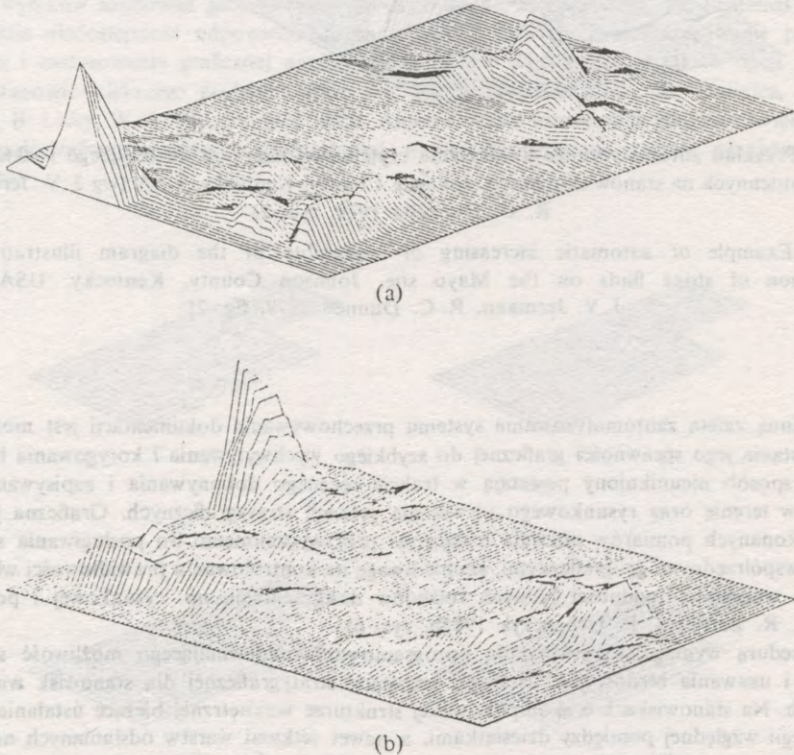
(3) Inną zaletą zautomatyzowania systemu przechowywania dokumentacji jest możliwość wykorzystania jego sprawności graficznej do szybkiego wychwytywania i korygowania błędów, jakie w sposób nieunikniony powstają w trakcie ręcznego dokonywania i zapisywania pomiarów w terenie oraz rysunkowego utrwalania sytuacji stratygraficznych. Graficzna prezentacja dokonanych pomiarów pozwala badaczowi przyzwyczajonemu do posługiwania się planami ze współrzędnymi geograficznymi, skupić uwagę na kontrolowaniu prawidłowości własnych ustaleń i wzajemnej zgodności różnych rodzajów dokumentacji, np. rysunkowej i pomiarowej (por. R. Bertelsen, P. Urbańczyk 1985b, ryc. 6).

Procedurą wymagającą stworzenia oprogramowania zapewniającego możliwość szybkiej kontroli i usuwania błędów jest ustalanie sekwencji stratygraficznej dla stanowisk wielowarstwowych. Na stanowiskach o skomplikowanej strukturze wewnętrznej bieżące ustalanie relacji chronologii względnej pomiędzy dziesiątkami, a nawet setkami warstw odsłanianych na dużej powierzchni ma decydujące znaczenie dla podejmowania taktycznych decyzji w ramach ogólnej strategii eksploracji. Istnieją programy analizujące poprawność zapisu sekwencji stratygraficznej i wychwytyjące typowe błędy (np. zdublowane numery warstw, nielogiczne połączenia, pętle chronologiczne) oraz sugerujące możliwe uproszczenia (J. D. Wilcock 1975; S. Bishop, J. D. Wilcock 1976; E. C. Harris 1977; D. G. Benson, J. S. Jeffries 1980, s. 7). Brak w nich jednak procedur graficznej prezentacji sekwencji chronologicznej w formie diagramu, który będzie ostatecznym produktem tej analizy. Istniejące programy nie spełniają

wymogów maksymalnej czytelności i wymagają ręcznego uzupełniania (por. S. Bishop, J. D. Wilcock 1976, s. 12).

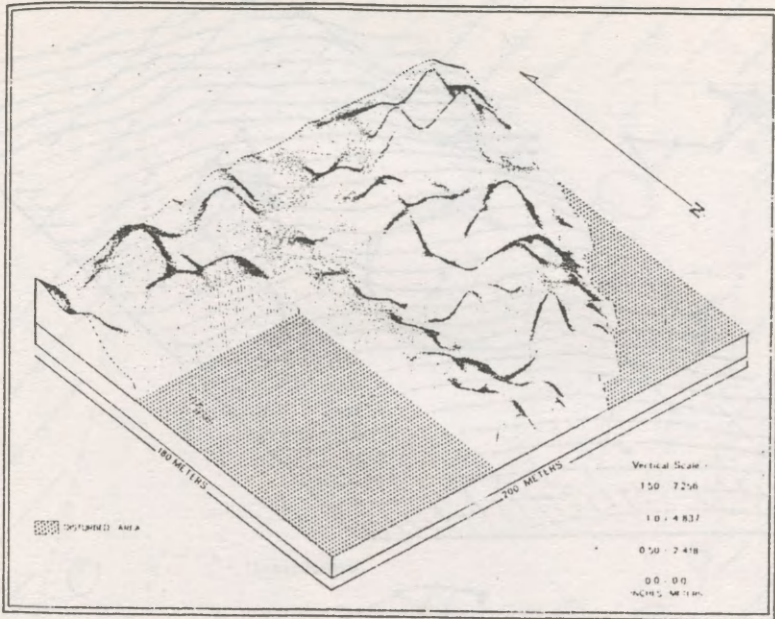
(4) Zwiększanie czytelności dokumentacji bez utraty żadnych istotnych informacji, jakie w niej zawarto, to następny, fascynujący dla archeologa walor automatycznych procedur graficznego przetwarzania danych. Pomijając trywialne już dzisiaj techniki różnych sposobów konturowania czy cieniowania skupmy się na możliwościach wzbogacenia analizy przestrzennej przez zastosowanie grafiki pseudotrójwymiarowej (perspektywicznej) już przewidzianej w niektórych systemach zaprojektowanych z myślą o archeologii (np. O. Buchsenschutz 1986, s. 32).

Dwa najważniejsze rodzaje zastosowań tego archeologicznego „projektowania wspartego komputerowo” (CAD – computer aided design) to: kreślenie planów rozkładu przestrzennego znalezisk na analizowanej powierzchni i ilustrowanie topografii odsłanianych struktur. W tym pierwszym przypadku chodzi o tworzenie swoistych trójwymiarowych histogramów, na których wybrzuszenia gęstej siatki współrzędnych kartezjańskich wizualnie imitują częstości występowania dowolnych elementów (ryc. 3). Najważniejszą zaletą takiego oprogramowania jest możliwość wyboru skali uwypuklenia wybranej cechy (ryc. 4), jak też obracania uzyskanego obrazu w przestrzeni pseudotrójwymiarowej w celu wybrania optymalnego kąta patrzenia (ryc. 5).



Ryc. 5. Diagram ilustrujący rozkład ceramiki na stanowisku Mayo, Johnson County, Kentucky, USA: (a) widziany od strony południowo-zachodniej; (b) widziany od strony południowo-wschodniej (wg J. V. Jermann, R. C. Dunnella 1979, ryc. 1).

Fig. 5. The diagram illustrating the distribution of ceramics on Mayo site, Johnson County, Kentucky, USA (after J. V. Jermann, R. C. Dunnell 1979, fig. 2): (a) as viewed from the south-west; (b) as viewed from the south



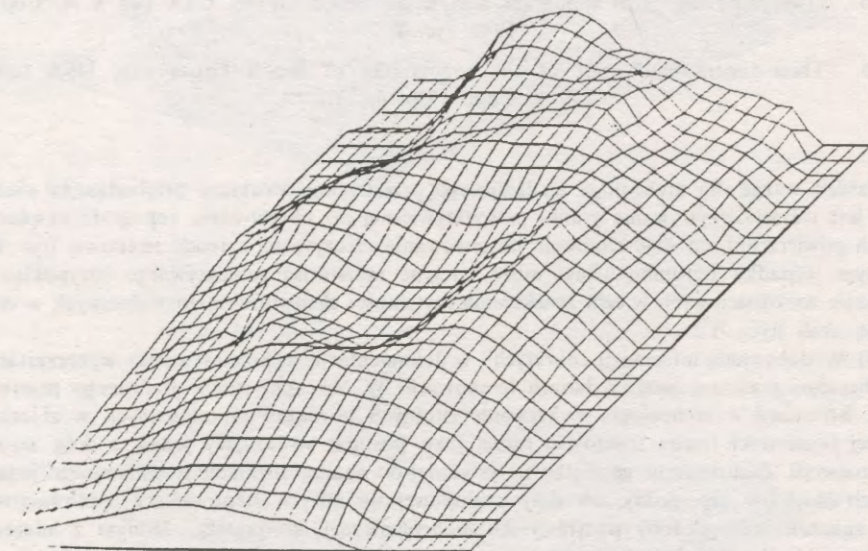
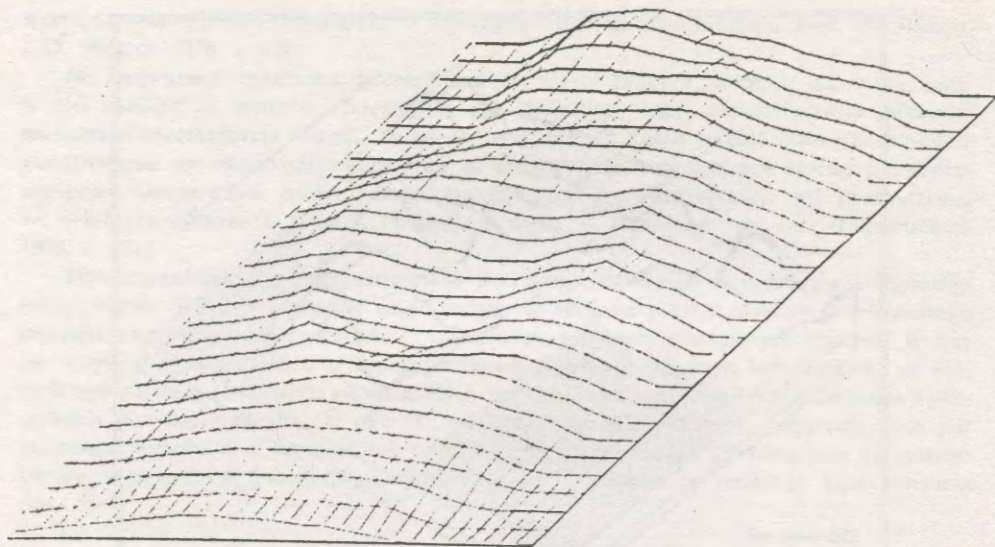
Ryc. 6. „Trójwymiarowy” rzut topografii stanowiska Beach Grove, USA (wg S. A. Coppa 1980, ryc. 3)

Fig. 6. “Three-dimensional” plot of the topography of Beach Grove site, USA (after S. A. Copp 1980, fig. 3)

Bardzo ważne dla archeologa analizującego przestrzenną strukturę przebadanego stanowiska jest też wykorzystywanie grafiki perspektywicznej do obrazowania topografii eksplorowanych powierzchni, co daje złudzenie obserwowania rzeczywistej sytuacji terenowej (ryc. 6). I w tym wypadku ogromne usługi może odegrać możliwość subiektywnego uwypuklenia, np. różnic wysokościowych w celu zwiększenia czytelności elementów mało widocznych w oryginalnej skali (ryc. 7).

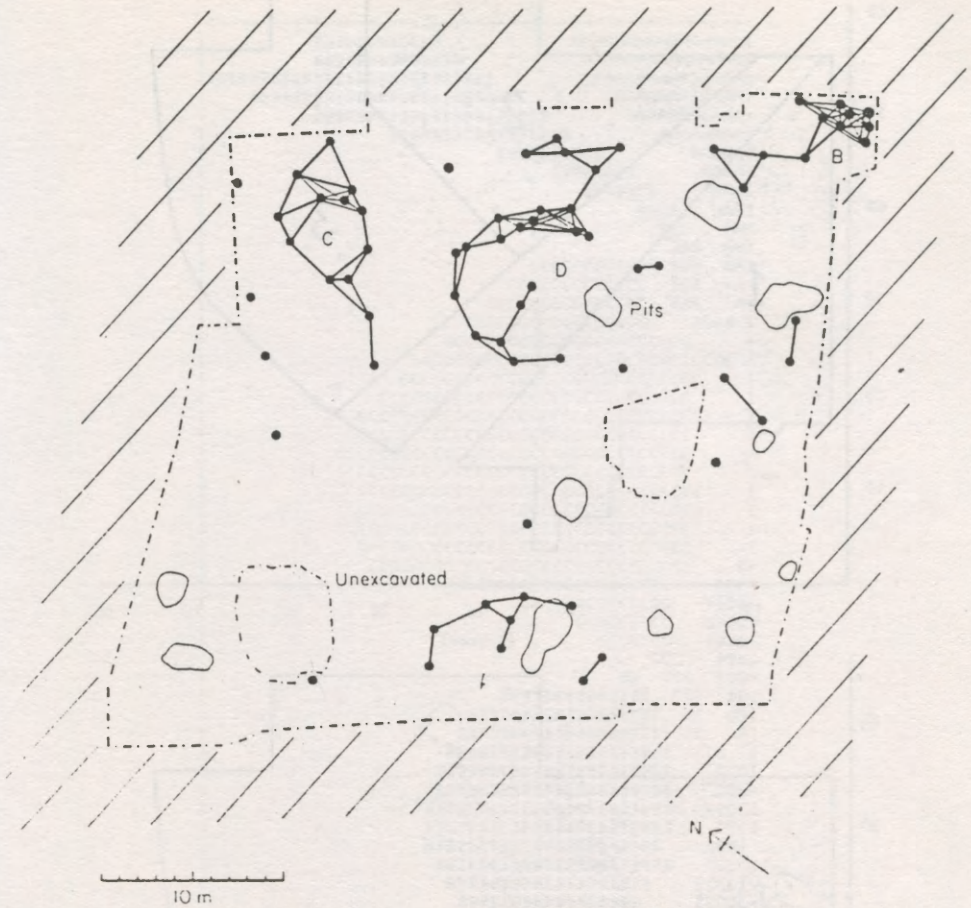
(5) Wydobywanie informacji „ukrytych” w dokumentacji, to kolejny aspekt wykorzystania w archeologii graficznej analizy danych terenowych. W obecnym stanie graficznego przetwarzania informacji w archeologii, wykrywanie istotnych powiązań przestrzennych w zbiorach o dużej liczebności trzeba traktować raczej jako postulat wskazujący jedną z dróg możliwego rozwoju. Zastosowanie geometrii statystycznej do analizy rozkładu przestrzennego jednorodnych obiektów (np. groby lub doły posłupowe) na dużych stanowiskach jednowarstwowych znacznie wzbogaciłoby podstawy ich archeologicznej interpretacji. Jednym z interesujących przykładów takiej analizy, chociaż pozbawionym automatycznej procedury wizualizacji wyników, jest próba statystycznego „dointerpretowania” nieregularnie, na pierwszy rzut oka, rozproszonych dołów posłupowych na dwóch stanowiskach z epoki brązu w Anglii (R. Bradley, C. Small 1985) i angielskim grodzisku z wczesnej epoki żelaza (M. Fletcher, G. Lock 1984a, ci sami 1984b). Osiągnięte tam rezultaty wymagały jednak sformułowania pewnych wstępnych, arbitralnych ograniczeń, wynikających z wiedzy archeologicznej o danej epoce (ryc. 8, 9).

(6) Ciekawe, chociaż jeszcze mgliste, perspektywy rysują się przed komputerową analizą trendów przestrzennych. Chodzi o wykorzystanie metod ekstrapolacji statystycznej do: (a) przewidywania rozwoju sytuacji na obszarze niezbadanym, lecz leżącym pomiędzy lub obok zakończonych wykopów (ryc. 10), (b) statystyczne uzupełnianie wartości pomiarowych dla obszarów leżących pomiędzy punktami, w których dokonano rzeczywistych pomiarów (ryc. 11),



Ryc. 7. Rzut topografii podłoża chaty z epoki kamienia z Hoting, okręg Jämtland, Szwecja.
Dolna wersja z podwojonymi różnicami wysokościowymi (wg L. G. Spånga 1985, ryc. 4)

Fig. 7. Plot of the topography of a stone age hut-bedding from Hoting, Jämtland county, Sweden. The lower version with the height scale doubled (after L. G. Spång 1985, fig. 4)



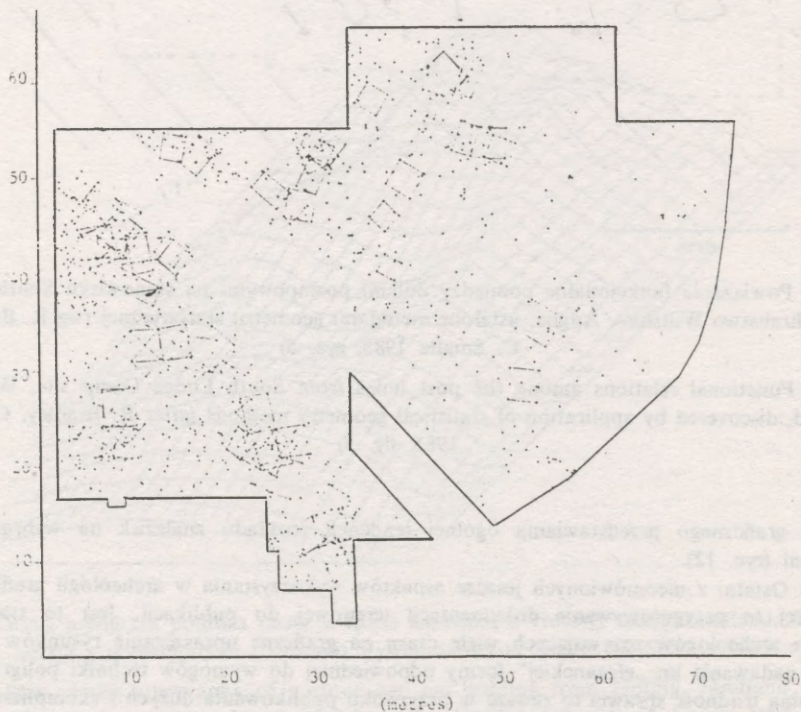
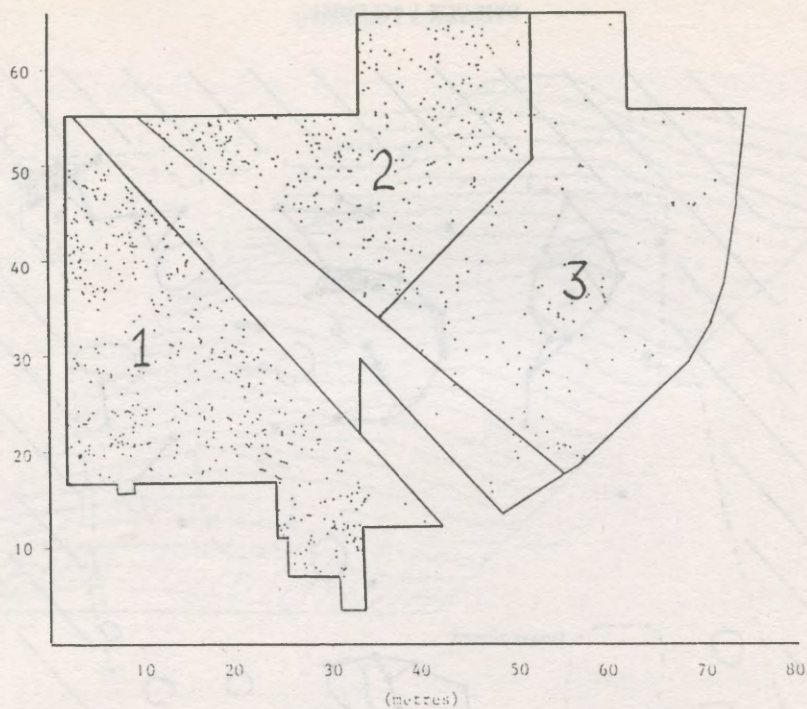
Ryc. 8. Powiązania funkcjonalne pomiędzy dołami postępowymi na stanowisku South Lodge Camp, hrabstwo Wiltshire, Anglia, ustalone metodami geometrii statystycznej (wg R. Bradleya, C. Smalla 1985, ryc. 5)

Fig. 8. Functional relations among the post holes from South Lodge Camp site, Wiltshire, England, discovered by application of statistical geometry methods (after R. Bradley, C. Small 1985, fig. 5)

lub (c) graficznego przedstawiania ogólnej tendencji rozkładu znalezisk na wybranej powierzchni (ryc. 12).

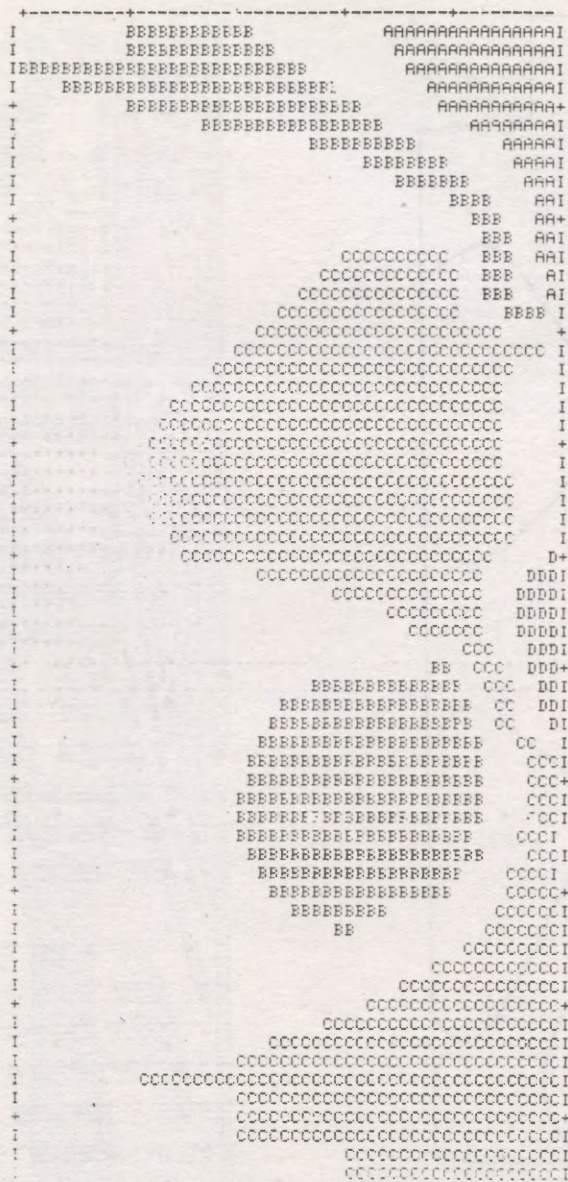
(7) Ostatni z nieomówionych jeszcze aspektów wykorzystania w archeologii grafiki komputerowej to przygotowywanie dokumentacji terenowej do publikacji. Jest to tradycyjny problem archeologów zużywających wiele czasu na graficzne upraszczanie rysunków terenowych i nadawanie im „eleganckiej” formy odpowiedniej do wymogów techniki poligraficznej. Szczególną trudność sprawia to zawsze w przypadku publikowania dużych i skomplikowanych profili.

Ciekawą propozycją rozwiązania tego problemu jest system GRASP (Graphical Routines for Archaeological Sections and Plans – w: J. M. Duncan, P. L. Main 1977). Jego oprogramowanie opracowane w angielskim Centrum Badawczym Archeologii Komputerowej umożliwia automatyczne przetwarzanie dokumentacji terenowej (nawet tej mającej postać szkicu



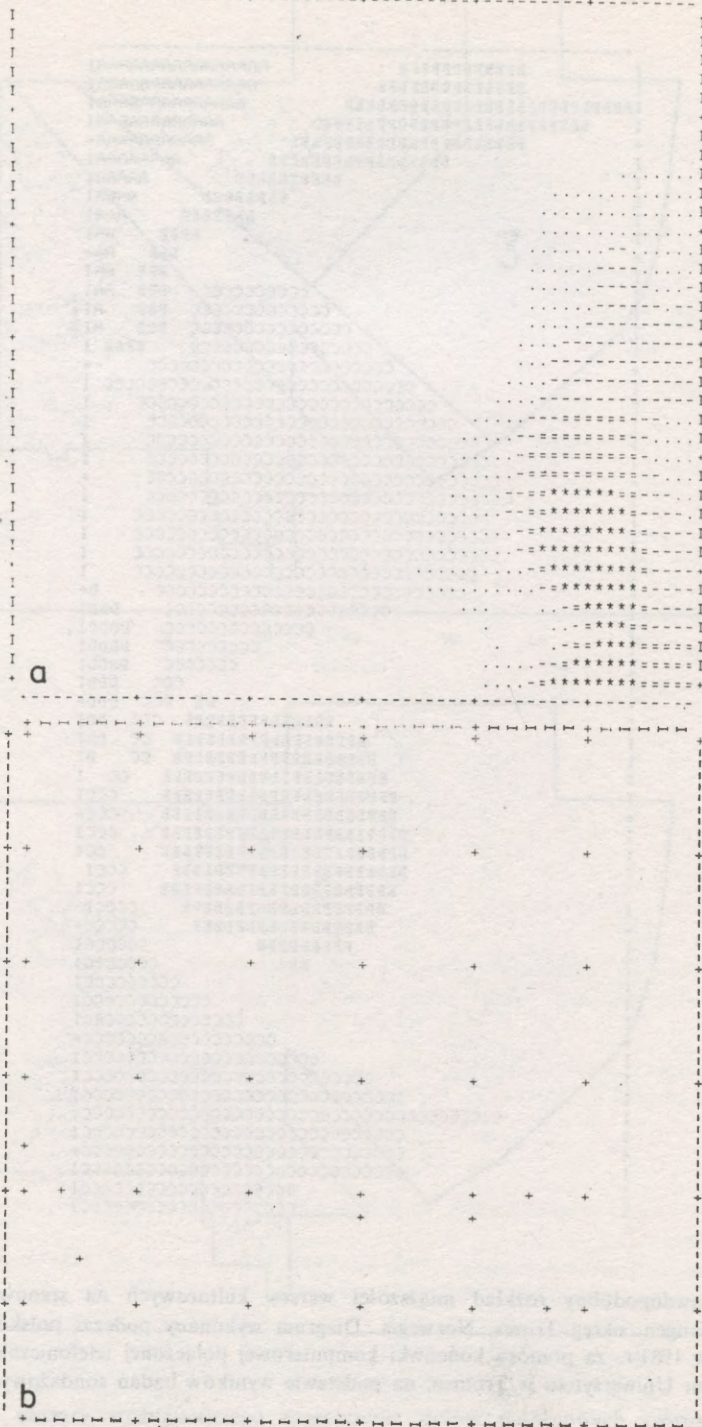
Ryc. 9. Trzy obszary zróżnicowanego zagęszczenia dołów postupowych (górny rysunek) i prawdopodobne obiekty prostokątne ustalone drogą analizy komputerowej (rysunek dolny) z grodziska Danebury, Anglia (wg M. Fletchera, G. Locka 1984a, ryc. 3, 4)

Fig. 9. The three areas of different post hole densities (upper plot) and possible rectangular structures identified by the computerised search technique (lower plot) from Danebury, England (after M. Fletcher, G. Lock 1984a, fig. 3, 4).



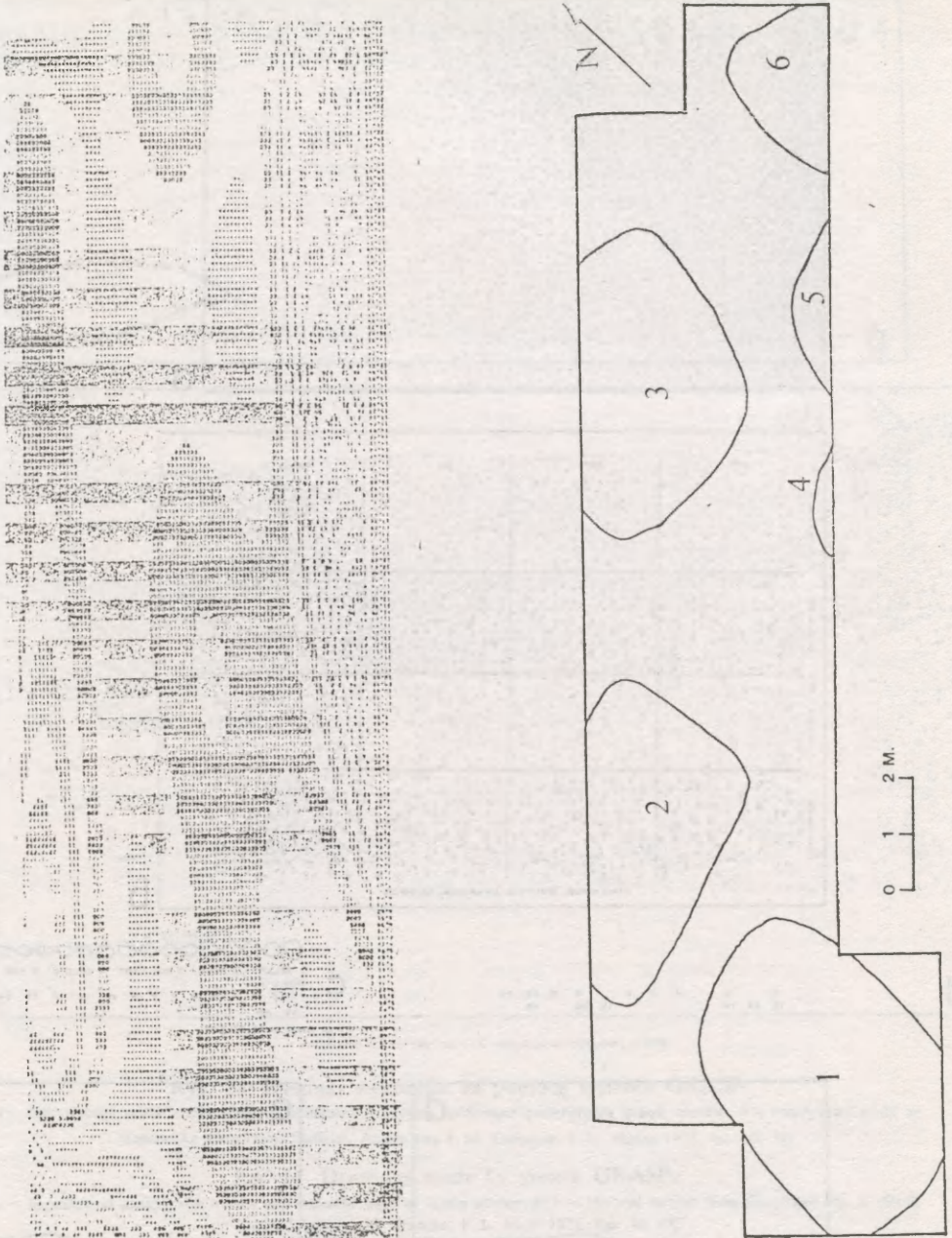
Ryc. 10. Prawdopodobny rozkład miąższości warstw kulturowych na stanowisku Soløy, komuna Lavangen, okręg Troms, Norwegia. Diagram wykonany podczas polsko-norweskich wykopalisk w 1981 r. za pomocą końcówki komputerowej połączonej telefonicznie z centrum obliczeniowym Uniwersytetu w Tromsø, na podstawie wyników badań sondażowych z 1980 r.

Fig. 10. Possible thickness of cultural layers on Soløy site, komuna Lavangen, district Troms, Norway. Diagram based on the results of soundings dug in 1980, plotted during Norwegian-Polish excavations in 1981 by the terminal connected by the telephone with Tromsø University computer centre



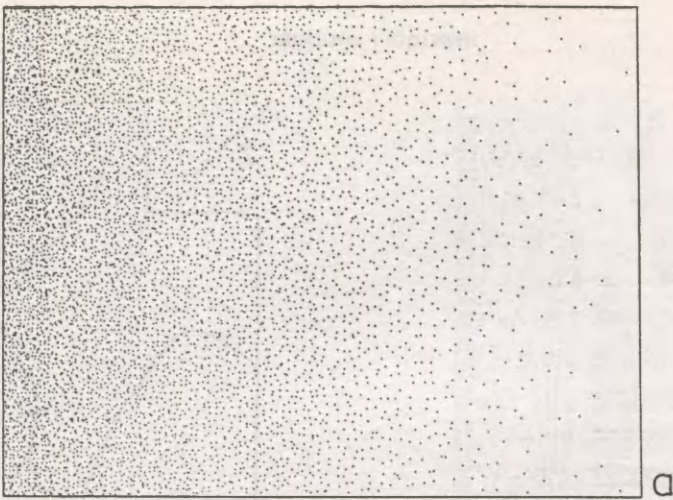
Ryc. 11. Statystycznie ustalony rozkład miąższości na całym obszarze warstwy nr 8 z Soløy
 (a). Analizę oparto na danych z punktów pomiarowych ukazanych na diagramie b.

Fig. 11. Statistically extrapolated thickness of the whole area of layer no 8 from Soløy (a).
 Analysis based on data from levelling points shown on the diagram b

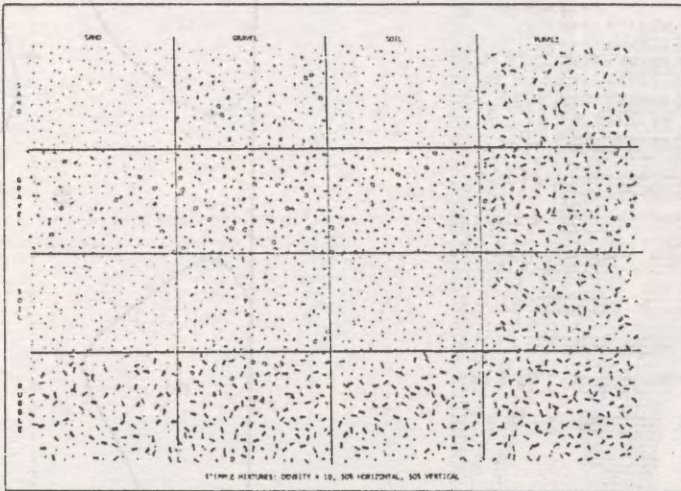


Ryc. 12. Statystyczny rozkład rdzeni krzemiennych znalezionych na stanowisku Anangula na Wyspach Aleuckich (a). Diagram b ukazuje rzeczywiste zarysy obiektów mieszkalnych (wg K. L. Federa 1979, ryc. 1, 2)

Fig. 12. Statistical distribution of flint cores found on Anangula site, Aleutian Islands (a). Diagram b shows the borders of real features (after K. L. Feder 1979, figs. 1, 2)



a

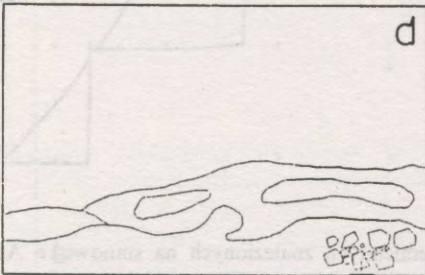


b

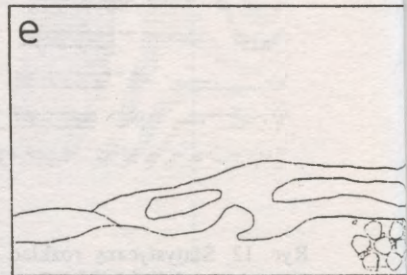
0 2 4 6 8 10 11
12 13 14 19 20 22

c

1 SELECT 2 MOVE 3 DEL LAST 4 DELETE 5 POS 6 POS RWD 7
8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
SCALE = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
BUT 1 TO SELECT



d



e

Ryc. 13. Przykłady możliwości graficznych systemu GRASP:

a – zróżnicowane cieniowanie; *b* – przykłady połączeń różnych rodzajów cieniowania; *c* – zestaw kamieni różnych kształtów
d – automatycznie wrysowany, losowy układ kamieni; *e* – zaprogramowany układ kamieni na profilu (wg J. M. Duncan, P. L. Maina 1977, ryc. 8, 9, 11, 12)

Fig. 13. Examples of system GRASP graphic possibilities:

a – different density of stippling; *b* – examples of mixtures of different stippling types; *c* – series of different stone shapes
d – automatically drawn, random plot of stones in the section; *e* – programmed plot of stones in the section (after J. M. Duncan, P. L. Main 1977, figs. 8, 9, 11, 12)

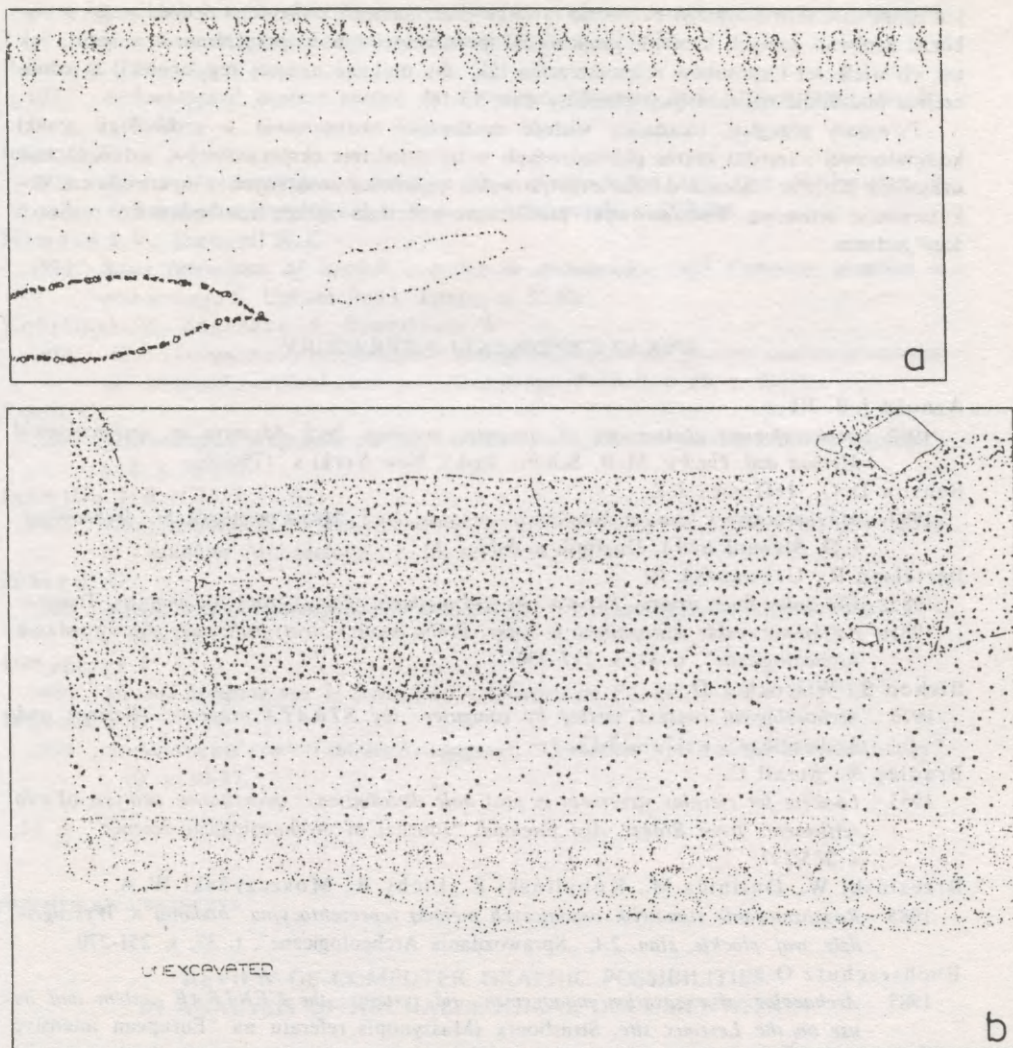


FIGURE 14.
A COMPLETED SECTION FROM THE 1976 EXCAVATION AT GREYFRIARS, STAFFORD.

Ryc. 14. Rysunki wykonane za pomocą systemu GRASP:

a – hipotetyczny profil z zaznaczonym humusem i różnymi sposobami podkreślenia granic warstw; *b* – rzeczywisty profil ze stanowiska Greyfriars, Stafford, Anglia (wg J. M. Duncan, P. L. Main 1977, ryc. 10, 13)

Fig. 14. Drawings made by system GRASP:

a – hypothetical section with humus and different ways of layers bordering; *b* – the real section from Greyfriars site, Stafford, England (after J. M. Duncan, P. L. Main 1977, figs. 10, 13)

przebiegu warstw zaopatrzonego w krótki opis ich składu mineralnego) w estetyczne rysunki spełniające wymagania czytelności, niezbędne przy publikowaniu materiałów z wykopalisk. Przy tym autorzy zrezygnowali z adaptacji angielskiej tradycji zaznaczania przede wszystkim samych granic warstw, wybierając kompromisowe rozwiązanie „umiarkowanego realizmu” (J. M. Duncan, P. L. Main 1977, s. 17) możliwego do zaakceptowania nawet przez zwolenników superrealizmu polskiej szkoły rysunku terenowego. Istotną zaletą systemu GRASP

jest możliwość interakcyjnego tworzenia rysunku przez samego archeologa decydującego o wyborze zarówno samych symboli graficznych (pojedynczo lub w połączeniu z innymi), jak też ich wielkości i sposobów rozmieszczenia tak, aby uniknąć nużącej regularności, a jednocześnie podkreślić najważniejsze elementy (ryc. 13-14).

Powyższy przegląd, ukazujący wielość możliwości zastosowania w archeologii grafiki komputerowej i szeroki zakres prowadzonych w tej dziedzinie eksperymentów, jednoznacznie uzasadnia postulat dążenia do zautomatyzowania czynności związanych z operowaniem dokumentacją terenową. Podstawowym problemem pozostaje sprzęt, niezbędny do realizacji tego zadania.

WYKAZ CYTOWANEJ LITERATURY

Arnold J. B. III

1982 *Archaeological applications of computer graphics*, [w:] *Advances in Archaeological Method and Theory*, M. B. Schiffer (red.), New York, s. 179-216.

Benson D. G., Jefferies J. S.

1980 *Microprocessors and archaeological records*, [w:] *Microcomputers in Archaeology*, J. D. Steward (red.), Duxford, s. 5-12.

Bertelsen R., Urbańczyk P.

1985a *The Soløy farm mound. Excavations and methods of stratigraphical analysis*, Tromsø.

1985b *Polsko-norweskie wykopaliska w Soløy. Próba analizy stratygraficznej*, „Sprawozdania Archeologiczne”, t. 37, s. 217-250.

Bishop S., Wilcock J. D.

1976 *Archaeological context sorting by computer: the STRATA program*, „Science and Archaeology”, t. 17, s. 3-12.

Bradley R., Small C.

1985 *Looking for circular structures in post hole distributions: quantitative analysis of two settlements from Bronze Age England*, „Journal of Archaeological Science”, t. 12, s. 285-297.

Brzeziński W., Dulnicz M., Kobyliński Z., Lichy B., Moszczyński W. A.

1985 *Rozpoznawanie stanowisk osadniczych metodą reprezentacyjną: badania w Wyszogrodzie, woj. plockie, stan. 2A*, „Sprawozdania Archeologiczne”, t. 37, s. 251-270.

Buchsenschutz O.

1983 *Archaeological excavation management aid systems: the CENTRAR system and its use on the Levroux site*, Strasbourg (Maszynopis referatu na „European intensive course on mathematics and computing applied to archaeology”, Valbonne and Montpellier, 27 VI-9 VII).

1986 *Banque de données factuelles en pré- et protohistoire*, [w:] *Banques de données et sciences de l'antiquité*, S. Cacaly (red.), Paris, s. 31-36.

Copp S. A.

1980 *Beach Grove: 3000 years of prehistory*, „Datum: Heritage and Conservation Branch Newsletter”, t. 5 (3), s. 4-9.

Duncan J. M., Main P. L.

1977. *The drawing of archaeological sections and plans by computer*, „Science and Archaeology”, t. 20, s. 17-26.

Feder K. L.

1979 *Geographic patterning of tool types as elicited by trend surface analyses*, [w:] *Computer graphics in archaeology*, S. Upham (red.), Tempe, s. 95-102.

Fletcher M., Lock G.

1984a *A mathematical model to predict patterning within post hole distributions*, „Science and Archaeology”, t. 26, s. 5-8.

- 1984b *Post built structures at Danebury hillfort an analytical search method with statistical discussions*, "Oxford Journal of Archaeology", s. 175-196.
- Harris E. C.
1977 *Archaeological context sorting by computer*, "Science and Archaeology", nr 20, s. 21-23.
- Irvin H. T.
1971 *Effects of excavation on seriation at a palaeo-Indian site*, [w:] *Mathematics in Archaeological and Historical Sciences*, Edinburgh, s. 209-214.
- Jermann J. V., Dunnell R. C.
1979 *Some limitations of isopleth mapping in archaeology*, [w:] *Computer graphics in archaeology*, S. Upham (red.), Tempe, s. 31-60.
- Kobyliński Z., Zagrodzki J., Brzeziński W.
1984 *APIS: komputerowy program próbkowania losowego i statystycznej analizy przestrzennej stanowiska archeologicznego*, „Archeologia Polski”, t. 29, s. 41-55.
- Ruoff U.
1984 *Microcomputerprogramm für den Archäologen*, „Zürcher Studien zur Archäologie”, t. 2, s. 93-120.
- Scheitlin T. E., Clark G. A.
1978 *Three dimensional surface representations of lithic categories at Liencres*, „Newsletter of Computer Archaeology”, t. 13, nr 3-4, s. 1-13.
- Spång L. G.
1985 *BASIC and microcomputers in archaeology*, "Archaeology and Environment", t. 4, s. 367-378.
- Urbańczyk P.
1980 *Metody komputerowe w archeologii*, „Archeologia Polski”, t. 24, s. 245-315.
- Wilcock J. D.
1975 *Archaeological context sorting by computer*, "Computer Applications in Archaeology", t. 10, s. 93-97.

PRZEMYSŁAW URBAŃCZYK

REVIEW OF COMPUTER GRAPHIC POSSIBILITIES IN ANALYSIS OF ARCHAEOLOGICAL DOCUMENTATION

Summary

Computer graphics is one of the most dynamic branches of computer science nowadays and it should find an easy application in archaeology operating with large numbers of quantitative data. The subject of this paper is, however, computer graphic-aided manipulation of documentation recording the spatial structure of a site being excavated.

Data describing the "stratigraphic space" of a site are suitable for various types of automatic graphic manipulation and analyses:

(1) "Production" of graphic documentation during excavations is a time-consuming and tedious procedure. The computer science offers here high precision and speed. Application of theodolites and pantographs connected to microcomputers or the videospinning technology could be of great help for an archaeologist who is conscious that his excavations cause irretrievable damage to the site being dug.

(2) Such systems of automatic graphic registration would, at the same time, solve another problem of field archaeology, i.e. storing and retrieving of stratigraphic documentation.

Automatic data banks of this type would really support tedious post-excavational analyses (figs. 1 and 2).

(3) Computer storing of stratigraphic documentation also permits easy identification of mistakes made during recording in the field and inconsistencies in complex stratigraphic matrices.

(4) Various methods of automatically increasing the readability of documentation are also worth mentioning (figs. 3-7).

(5) Retrieving informations "hidden" in documentation is another aspect of computer graphics application for analysis of excavational data. Technics of statistical geometry used for discovering "hidden" structures are interesting examples of heuristic values of this method (figs. 8, 9).

(6) Interesting, though, rather vague perspectives are suggested by experiments on computer analysis of spatial trends and statistical extrapolation (figs. 10-12).

(7) The last aspect to be discussed is the application of computer graphics in preparing the field documentation for publication. Systems already working seem to promise the future solution of this problem caused by time-consuming routine which has no research value (figs. 13, 14).

The above review of many successful experiments leaves no room for doubt as to the need for automatization of field documentation production, manipulation and analysis. The main problem is still, however, the cost of all equipment needed.

Translated by the Przemysław Urbańczyk

Adres Autora:

Dr Przemysław Urbańczyk
Zakład Metodologii Badań Archeologicznych
Instytut Historii Kultury Materialnej PAN
Al. Świerczewskiego 105, 00-140 Warszawa

UWAGI NA WARSZAWSKIM POLEMIKI
LEONA CZERNIAKA I JANUSZA PRZYBYŁA

Przedstawiamy poniżej uwagi w „Archeologicznym Dzienniku” z 10 lipca 1985 r. dotyczące pracy L. Czerniaka (1985) opublikowanej w jego referacie na I. Konferencji 1985, a także uwagi przytoczonej J. Przybyłego (1985), dotyczącej w szczególności wypowiedzi Czerniaka, ponieważ wypowiedzi te wywołują wiele wątpliwości i są bardzo interesujące.

Do wypowiedzi opublikowanej w referacie L. Czerniaka w przedmowa wprowadziliśmy, że przedstawienie przez niego teorii stratygraficznej w sposób łatwy, jasny, zrozumiały, nie może służyć celom naukowym, ponieważ ten sam problem mógł być już przed kilkoma laty, dzięki doświadczeniom i osiągnięciom nauki, rozwiązany. Wskazaliśmy, że przedstawienie teorii stratygraficznej przez Czerniaka, jest nie tylko nieaktualne, ale i nieaktualizujące, ponieważ nie ma ono nic nowego, nie ma ono nic, co by było nowością w tym zakresie. W ten sposób wypowiedź L. Czerniaka, chociaż jest bardzo ciekawa, a także interesująca, nie może być traktowana jako wkład do nauki, ponieważ nie wnosi ona nic nowego, nie wnosi ona nic, co by było nowością w tym zakresie. W ten sposób wypowiedź L. Czerniaka, chociaż jest bardzo ciekawa, a także interesująca, nie może być traktowana jako wkład do nauki, ponieważ nie wnosi ona nic nowego, nie wnosi ona nic, co by było nowością w tym zakresie.