

Sławomir Skibiński, Lech Jagodziński

Zastosowanie komputerowej analizy obrazów wizyjnych standardu VHS do badań przyczyn niszczenia budowli centrum ceremonialnego kultury Nasca : stanowisko Cahuachi, k/Nascua, Peru

Ochrona Zabytków 45/1-2 (176-177), 42-48

1992

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

ZASTOSOWANIE KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZÓW WIZYJNYCH STANDARDU VHS DO BADAŃ PRZYCZYŃ NISZCZENIA BUDOWLI CENTRUM CEREMONIALNEGO KULTURY NASCA (stanowisko Cahuachi, k/Nasca, Peru)

Wstęp

W trakcie prowadzonych od kilku lat prac archeologicznych w ramach „Projektu Nasca”¹, w pobliżu miasta Nasca (Peru) odkrywane są wspaniałe budowle centrum ceremonialnego kultur *Paracas-Nasca* (istnienie tej kultury datuje się, na podstawie badań archeologicznych na okres około 400 p. n. e. – 800 n. e.).

Rozwinęła się ona pierwotnie na wybrzeżu Oceanu Spokojnego, na Półwyspie Paracas (kultura *Paracas*), a następnie w dorzeczu rzek Ica i Nasca. Kulturę *Nasca* charakteryzował wysoki poziom rzemiosła, wykazujący związki z kulturą *Paracas*, a w schyłkowym okresie z kulturą *Tiahuanaco* i *Huari*².

Budowle centrum ceremonialnego kultury *Nasca* wybudowanego w okolicach Cahuachi niedaleko obecnego miasta Nasca są pokryte utworami piaszczystymi i żwirowymi pochodzenia eolitycznego i oluwialnego. Ta warstwa piasku chroni budowle przed destrukcyjnym działaniem czynników atmosferycznych czy cywilizacyjnych. Po zdjęciu przez archeologów piasku, dość dobrze zachowane budowle ulegają gwałtownie niszczeniu.

¹ G. Orefici, *Proyecto Nasca 1984-1990. Informe Final*, Brescia – Lima 1990. Badania nad konserwacją budowli Centrum Ceremonialnego kultury Nasca prowadzone są przez Andyjską Misję Archeologiczną UW.

² W. Strong, *Paracas – Nasca and Tihuanaco Cultural Relationship in South Coastal Peru*. „Memoirs of the Society for American Archeology”, 1957, nr 13.



1. Stanowisko archeologiczne Cahuachi. Sektor A. Budowla typu Monticulo 1. (fot. autor)

1. The Cahuachi archeological site. Sektor A. An edifice of the Monticulo 1 type (photo: author)

2. Stanowisko archeologiczne Cahuachi. Sektor A. Schemat budowli typu „Monticulo”

2. The Cahuachi archeological site. Sektor A. A diagram of the Monticulo – type building

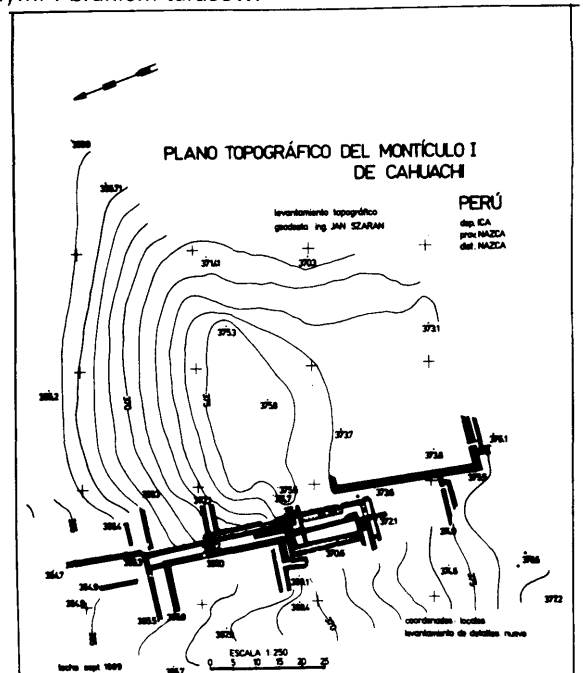
W latach 1987-1989 przeprowadzono badania terenowe oraz laboratoryjne, celem których było w pierwszej kolejności dokonanie ustalenia przyczyn szybkiej destrukcji tych budowli po odkryciu. Do najważniejszych przyczyn destrukcji tych obiektów zaliczono przede wszystkim:

- dobowe duże zmiany temperatury i wilgotności względnej powietrza,
- erozyjne działanie wiatru,
- nasłonecznienie,
- wymiana jonowa w kompleksie sorpcyjnym montmorillonitu, głównego składnika materiałów budowlanych centrum.

Czynnikiem niszczącym, dotychczas nie zbadanym było działanie wody przemieszczającej się kapilarnie. Obecność tego czynnika tłumaczyłoby słabe zachowanie się po konserwacji korony muru, w stosunku do jego lica. Korona muru najbardziej jest narażona na działanie promieni słonecznych, i przez nią odbywa się jak należy sędzię główne odparowanie wody.

Pod tym kątem przeanalizowano układy konstrukcyjne podstawowych dwóch typów budowli, zwracając uwagę na ich posadowienie.

Elementem architektonicznym powtarzającym się najczęściej jest typ tzw. *Monticulo* (il. 2). Ta forma architektoniczna powtarza się ciągle w różnych fazach ewolucyjnych centrum ceremonialnego bez zmian, aż do ostatniego momentu całkowitej transformacji, w którym przechodzi w formę *Monticulo* z nachylnymi ścianami bocznymi i brakiem tarasów.



W niektórych wypadkach, dla wielkich budowli, wykorzystano naturalny spadek terenu po lewej stronie rzeki Rio Nasca. mając jako podstawę geologiczne ukształtowanie terenu.

W innych – określono formę struktury zaczynającą się bezpośrednio budową od nisko położonej podstawy.

Ten typ budowli wznoszono kładąc warstwę zaprawy z ilu monomorilonitowego, schudzonego piaskiem, tak aby wyrównać naturalną powierzchnię. Rozpoczynano budowę używając różnego typu *adobe*, prawdopodobnie w zależności od funkcji budowli.

Budowle typu *Monticulo* pełniły różne funkcje. Prawdopodobnie były to ołtarze ceremonialne, a także stanowiły połączenia pomiędzy różnymi sektorami centrum miejskiego, w kierunku mniejszych obiektów ceremonialnych. Budowle te wykorzystywane mogły być również jako warsztaty rzemieślnicze.

Podstawa budowli była zmienna (od 15-20 do 60-70 m z boku).

Najmniejsze obiekty typu *Monticulo* można zidentyfikować w najstarszych konstrukcjach centrum ceremonialnego.

W drugiej i trzeciej fazie Cahuachi zaczęły pojawiać się budowle o większych wymiarach ustawione na obwodzie sektorów, w chwili obecnej wyraźnie bez funkcji wewnętrznej. W każdym z sektorów Cahuachi powstały więc wielkie place ceremonialne. Tarasy miały zmienną wielkość od 2 do 4 m wysokości, z tym część wystająca w formie horyzontalnej, o wysokości od 1 do 2 m. Stopnie tych obiektów mogły mieć wąskie przejścia, być może równoległe, zbudowane między dwoma murami z *adobe* lub znajdujące się wewnątrz samego tarasu. Mury tych przejść często były tynkowane oraz zdobione prawdopodobnie monochromatycznie. U podstawy budowli zaplanowano umieszczenie tarasów charakteryzujących się placami pośrednimi, które dawały dostęp do korytarzy łączących z konstrukcją piramidalną. Komunikacja między różnymi poziomami wysokościowymi odbywała się za pomocą schodów na słupach z drzewa *huarango*, jako elementów nośnych, w celu umocnienia budowli przed zniszczeniem wskutek używania.

W różnych fazach ewolucyjnych Cahuachi można zauważyć również ewolucję budowli typu *Monticulo*. Ulegały zmianie kształty budowli, które stały się murami stanowiącymi przypory występujące na obwodzie tarasów utworzonych przez mury pokrywające stare ściany budowli. Ten fakt określił rozciągnięcie się tych struktur oraz rozbudowę form podstawowych, co powodowało konieczność powstawania nowych przejść między różnymi poziomami konstrukcji budowlanych.

Drugim typem budowli jest tzw. *Templo*. Budowle te są podobne do budowli typu *Monticulo* z tarasami.

Ten typ konstrukcji spotyka się przede wszystkim w najbardziej wschodnim sektorze Cahuachi, na terenie, który W. D. Strong określa jako Zaginione Miasto Cahuachi. Różnica od opisanych struktur polega na tym, że świątynie rozmieszczone są na trzy strony świata, pozostawiając część w stronę gór, bez dobrze wykształconej formy architektonicznej. Zawsze jednak zachowują formę

schodkową w pierwszych czterech fazach ewolucji urbanistycznej Cahuachi sytuując się swym dłuższym bokiem równoległe do Rio Nasca. Wymiary tych budowli są zróżnicowane i zmieniają się od 60 do 200 m długości.

Tarasy są szersze i wyższe, części struktur mają mury, które w ostatniej fazie były wypełniane materiałami pochodzącymi z innych wzgórz lub roślinami.

W dwu centralnych sektorach Cahuachi spotyka się świątynie w powiązaniu z Wielką Piramidą, która zachowała cechy, podobne jak Wielka Świątynia.

W sektorze wysuniętym najbardziej na zachód znajdują się różne świątynie, przede wszystkim w strefie najbardziej odległej od rzeki, z zespołem świątyń, które tworzą obwód zamknięty w kierunku południowym. Świątynie te wykazują ewolucję podobną do budowli typu *Monticulo*. Dojścia do świątyń tworzą pochylnie boczne. Do chwili obecnej nie odkryto schodów, co może świadczyć iż obrzędy miały tu charakter procesyjny.

Świątynie te niewątpliwie miały zróżnicowane funkcje w części górnej i dolnej. Wyższe platformy połączone są dzisiaj bardzo słabo zachowanymi słupami, które tworzyły kolumny dla podtrzymania dachów. Jednakże do dziś nie napotkano jeszcze fragmentów pokrycia dachowego w wyższej części budowli. Być może były to pokrycia z tkaniny rozpinane czasowo i miały na celu ochronę przed promieniami słonecznymi podczas ceremonii. Położenie śladów słupów jest podobne jak w budowlach typu *Monticulo*.

Dotychczas przeprowadzone prace archeologiczne przez G. Orefici w latach 1984-1991, przede wszystkim na terenie Monticulo I (Wzgórze 1), Grand Templo Escalonado (Wielka Świątynia) oraz Grand Piramide (Wielka Piramida) świadczą o tym, że wyróżnić tu można pięć faz rozwoju tego założenia urbanistycznego, przy czym największa świetność tej cywilizacji przypada na fazę trzecią.

Istotny jest bezsporny fakt, że kolejne powstające budowle były pieczołowicie chronione przez następne. Niestety, trudno na obecnym etapie badań opisać wszystkie wykorzystane tu techniki budowlane, chociaż kolejni budowniczy dbali o to, aby możliwie w pełni zachować obiekty wcześniej powstałe, a użytkownicy centrum prowadzili, jak się wydaje, stałą konserwację kompleksu.

Wszystkie budowle Centrum Ceremonialnego w Cahuachi zostały wzniesione z *adobe*, czyli z cegły formowanej z gliny i suszonej na słońcu. Ten rodzaj materiału jest nadzwyczaj wrażliwy na wodę i może funkcjonować w suchym, bezdeszczowym klimacie. Mury budowli Centrum częstokroć posadawiano na specjalnej konstrukcji przekładowej wykonywanej z mat trzciniowych i palmowych oraz kamieni i gliny. Taka konstrukcja fundamentów zapewnia „elastyczność” konstrukcji, a co za tym idzie możliwość przetrwania w czasie stosunkowo silnych trzęsień ziemi, zdarzających się na tym terenie.

Mury wznoszono za pomocą *adobe*, której kształt był

zależny od czasu powstania danej budowli i funkcji jaką ona pełniła. Najczęściej układano cegły w warstwach odległych od siebie o około 5 cm jedna od drugiej. W pionie odstęp są większe. Przestrzenie między *adobe* wypełniano zaprawą glinianą. Zaprawa była ubijana, a nadmiar wody zarobowej odprowadzała sucha i bardziej porowata *adobe*. Stosowane były też inne techniki „murarskie”. Dla zabezpieczenia przed destrukcją muru w czasie trzęsień ziemi stosowano pionowe szczeliny dylatacyjne.

Na podstawie badań materiałoznawczych stwierdzono, że głównym składnikiem ilów z których wykonano *adobe* jest montmorillonit. Ten minerał ilasty ma różne właściwości, zależne od rodzaju tzw. kationu wymiennego. Pierwotnie montmorillonit występował w formie wapniowej, która to forma zapewniała dużą odporność *adobe* na dobowe zmiany wilgotności względnej powietrza³, oraz wystarczającą wytrzymałość dla wznoszenia stosunkowo wysokich budowli.

Kolejne wielkie powodzie – *hyayco* (pierwsza około 360-600 n. e. i druga około 1000-1200 n. e.) niosły z sobą ogromne ilości słonej wody, co spowodowało wymianę kationową montmorillonitu. Obecnie więc na powierzchni montmorillonit występuje w formie sodowej. Ta forma montmorillonitu jest mniej odporna na wilgoć. Tak więc już dobowe zmiany wilgotności powietrza (od około 30% wilgotności względnej powietrza w południe, do 100% wilgotności względnej w porze rannej) powodują pudrowanie i osypywanie się powierzchni budowli odkrywanych podczas prac archeologicznych.

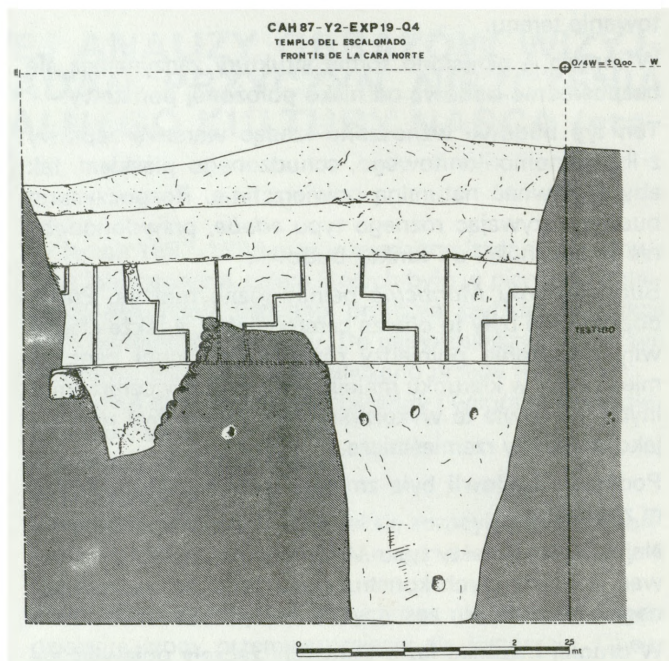
W związku z powyższym do podstawowych czynników niszczących budowle zaliczono przede wszystkim wymienione wcześniej czynniki klimatyczne występujące na tych terenach.

W roku 1987 odkryto w Sektorze B świątynię, nazwaną Templo Del Escalonado⁴. Wydaje się ona bardzo wczesną budowlą, ale wykonaną techniką świadczącą o dużym kunszcie budowniczych. Posadowiona jest ona na ruszcie z drewnianych gałęzi.

Fundamenty wykonane w technice przekładkowej. Stosowano tu gałęzie, większe kamienie, fragmenty *adobe*. Taka konstrukcja chroniła całą budowlę przed trzęsieniem ziemi, zdarzającym się na tych terenach bardzo często. Następnie murowano ją za pomocą *adobe* na wysokość około 4 m. Następnie elewację pokryto tynkiem glinianym. Przyozdobiono ją ornamentem, który wykazuje związki z ornamentami znajdującymi się na naczyniach ceremonialnych pochodzących z wykopaliska na półwyspie Paracas. Ilustracja 3 ukazuje elewację frontową tej świątyni od strony północnej.

W trakcie tych prac zaobserwowano dużą wilgotność,

panującą w wykopie. Zaistniało więc podejrzenie, że również jednym z czynników powodujących destrukcję



3. Stanowisko archeologiczne Cahuachi. Sektor B. Templo del Escalonado. Rysunek ściany północnej (według G. Orefici)

3. The Cahuachi archeological site. Sector B. Templo del Escalonado. Diagram of the north wall (according to G. Orefici)

murów jest przemieszczanie się wilgoci z gruntu. Tą tezę weryfikowano za pomocą komputerowej analizy obrazów uzyskanych techniką Video w systemie VHS.

Podstawy teoretyczne komputerowej analizy obrazów wizyjnych

Wiele metod diagnostycznych stosowanych do nieniszczących badań obiektów zabytkowych polega na wykorzystaniu zjawisk związanych z oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego i materii. Do najpowszechniej znanych zaliczyć można termowizję stosowaną m.in. do badań obiektów murowanych, fotografię w zakresie promieniowania ultrafioletowego (UV), widzialnego (VIS) i podczerwonego (IR) do badań m.in. obiektów polichromowanych⁷.

Wykorzystanie diagnostycznych technik fotograficznych w warunkach klimatycznych Peru jest utrudnione. Materiał negatywowo nie jest odporny na termiczne działanie słońca.

Dlatego też w ramach Resortowego Programu Badań Podstawowych I. 11. pt. *Naukowe Podstawy Konserwacji Zabytków*⁵ postanowiono zapoczątkować badania nad oryginalną metodą wykorzystującą najnowsze osiągnięcia techniki, a mianowicie wykorzystać do rejestracji

³ S. Skibiński, *Konserwacja murów z cegły suszonej na słońcu*. „Ochrona Zabytków” 1990, nr 3, ss. 123-134.

⁴ G. Orefici, *Una expresion de arquitectura Monumental Paracas-Nasca: El Templo del Escalonado*. W: *Materiały Międzynarodowego Kongresu: Archeologia, Scienza e Societa nell America Precolombiana CISRAP, Brescia, 1989, ss. 191-202.*

⁷ J. Rutkowski, *Metody fotograficzne*, W: *Metody badawcze stosowane w identyfikacji i diagnostyce dzieł sztuki*. „Zeszyty Naukowe ASP w Krakowie”. Kraków 1980, nr 11, ss. 87-91.

⁵ S. Skibiński, *Przyczyna niszczenia cegieł zabytkowych murów obronnych oraz zamku krzyżackiego w Toruniu*. Maszynopis zadania nr A. 4. 5. /90 realizowanego w ramach Resortowego Programu Badań

obrazów standardową kamerą VHS oraz komputerową analizę tych obrazów, badanych przy różnych długościach promieniowania regulowanych narzędziami programowymi przy pomocy komputera PC IBM.

Badania metodą multispektralnej analizy oparto na następującej zasadzie:

Za pomocą kamery video standardu VHS skierowanej na obiekt, otrzymujemy sygnał wizyjny (typu CINCH) składający się z kilku sygnałów elektrycznych. Dwa z nich, a mianowicie sygnał luminacji i sygnał chrominancji można wykorzystać do celów badawczych.

Sygnał luminacji niesie informację o natężeniu światła emitowanego w danym kierunku z jednostki powierzchni. Natomiast sygnał chrominancji zawiera informację o kolorze poszczególnych partii badanego obiektu, tzn. o dominującej długości fali świetlnej oraz czystości pobudzenia tej barwy.

Każda z trzech podstawowych barw analizowana jest oddzielnie. Otrzymane w ten sposób sygnały RGB (R – barwa czerwona, G – barwa zielona, B – barwa niebieska) są kodowane w kolorze kamery.

Istotnym czynnikiem wpływającym na jakość obrazu, a tym samym na ilość informacji o obiekcie zawartych w sygnałach luminacji i chrominancji jest czystość bieli. Jeśli kamera oddaje biel prawidłowo, to wiernie oddaje też pozostałe składowe barwy (RGB).

Każdy oświetlony obiekt emituje określone promieniowanie, zależne z jednej strony od rodzaju źródła światła, z drugiej zaś od optycznych właściwości powierzchni badanych obiektów. Fakt ten leży u podstaw opracowywanej metody.

Jeżeli oświetlimy wiązką światła białego badany obiekt, to odbite od niego promieniowanie jest osłabione w stosunku do promieniowania padającego. Zmniejszenie natężenia promieniowania odbitego może być w przybliżeniu stałe w całym zakresie (obiekt jednobarwny) lub zmieniać się w całym zakresie ze zmianą długości fali (obiekt wielobarwny). Straty natężenia są spowodowane rozproszeniem światła na powierzchni badanej, ale przede wszystkim absorpcją promieniowania. Na wielkość absorpcji promieniowania padającego na obiekt mają wpływ różne czynniki. Przede wszystkim jest to naturalna właściwość badanej powierzchni do absorpcji określonych długości promieniowania, uzależniona od jej struktury i składu fazowego. Ponadto na zmianę absorpcji promieniowania wpływają zmiany składu fazowego i struktury badanych powierzchni w wyniku oddziaływania różnych czynników niszczących, późniejszych ingerencji człowieka, temperatury badanej powierzchni itp.

W związku z powyższym, należy spośród rejestrowanych przez kamerę sygnałów luminacji i chrominancji filmowanego obiektu wybrać takie, które nadają się do interpretacji. Interpretacji tej dokonać można za pomocą odpowiedniego oprogramowania, które umożliwia oglą-

danie obrazów przy różnych długościach promieniowania (analogicznie jak w klasycznych spektrofotometrach – tu przy pomocy „elektrycznych” filtrów monochromatycznych).

Analiza zmian intensywności barwy czerwonej ($\lambda = 625-750$ nm) powierzchni obiektu niesie informacje, obok rzeczywistej barwy obiektu, również o niektórych innych jego właściwościach fizycznych, a przede wszystkim o jej właściwościach cieplnych.

Natomiast analiza zmian intensywności barwy niebieskiej ($\lambda = 450-480$ nm) badanych obiektów informuje o strukturze obiektu⁸.

Część badawcza

Cel i zakres badań

Celem badań było określenie prawdopodobnego zakresu zawilgocenia muru Świątyni – Templo Escalonado oraz kierunku jego przepływu przy pomocy nowej metody jaką jest komputerowa analiza sygnałów VHS⁶.

Stosowane przyrządy kontrolno-pomiarowe

Do uzyskania obrazów wizyjnych zastosowano wysokiej jakości kamerą typu VHS produkcji firmy Panasonic. Obraz nagrywano na kasie typu Maxell HGX.

Do wprowadzania sygnału wizyjnego do pamięci komputera zastosowano sterownik procesora obrazu z interfacem firmy IBM. Interfejs wraz ze sterownikiem umożliwia, albo bezpośrednio wczytywanie obrazu wizyjnego o wymiarach 320 × 200 punktów z kamery do pamięci komputera, albo pośrednio z magnetywidu.

W badaniach zastosowano komputer typu PC/286 z zegarem 16 kHz, kartą i monitorem super-VGA, 40 Mb dyskiem twardym oraz drukarką Star LC – 10 C.

Do interpretacji obrazów wizyjnych zastosowano oprogramowanie uzyskane od producenta sterownika (IBM). Program ten przystosowano odpowiednio do analizy obrazów dla celów diagnostycznych i adaptowano do posiadanej konfiguracji sprzętu komputerowego. Program ten nosi nazwę VIDEO v. 3.00. Może on współpracować z programem do tworzenia dokumentacji stratygraficznej zabytków ruchomych DS-PRO v. 2.00/⁹. W celu porównania obrazu na monitorze oraz wydruków na drukarce wykonano kolorowe fotografie obrazów oglądanych na monitorze. Do wydruków wykorzystano standardowy program PAINTBRUCH w wersji 3.0 z 1985 r. firmy ZSOF.

⁸ F. Zezza, *Computerized analysis of stone decay in monuments*. W: Materiały Międzynarodowego Kongresu: The conservation of monuments in the Mediterranean Basin, Bari 1989 ss. 163-184.

⁶ S. Skibiński, *Badania nad rozpoznaniem możliwości konserwacji budowli kultury Paracas – Nasca (Peru)*; maszynopis, badania rozpoznawcze nr 85/Z/90 UMK finansowane przez Ministerstwo Edukacji Narodowej.

⁹ A. Skibińska, L. Jagodziński, S. Skibiński, *Komputerowy program dokumentacji stratygraficznej zabytków ruchomych*, „Ochrona Zabytków” 1991, nr 4, ss. 290-295.

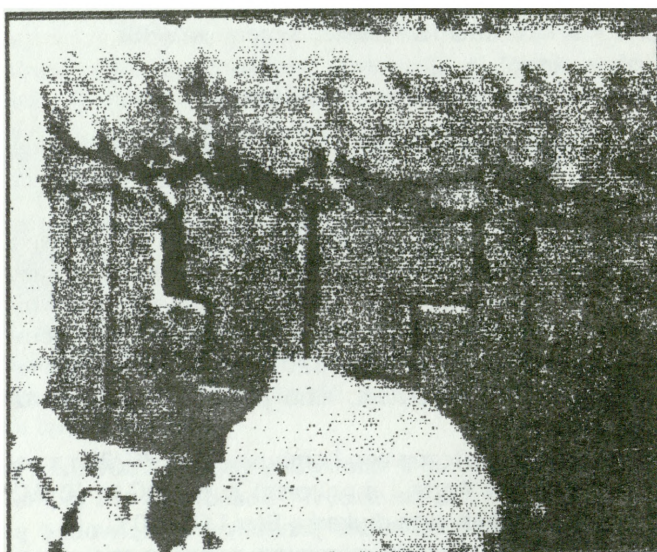
Podstawowych RPBP I. 11 kierowanego przez prof. dr hab. W. Domasłowskiego. Badania finansowało Ministerstwo Edukacji Narodowej.

Do przeglądania obrazów w formacie RGB, PCX, DAT opracowano program „RZUTNIK” umożliwiający również obliczenie procentowej zawartości podstawowych barw widmowych oraz intensywności tworzonych komputerowo obrazów. Ponadto umożliwia on obliczenie zawartości procentowej 16 odcieni podstawowych barw widmowych.

Do przechowywania obrazów RGB, PCX oraz DAT zastosowano dyski elastyczne.

Warunki uzyskania i analizy obrazów VHS

Obrazy badanego obiektu uzyskano filmując prostopadłą do osi kamery powierzchnię muru. Powierzchnia ta była naświetlana również prostopadle światłem słonecznym i nagrzana do temperatury około 30-40°C. Filmowanie wykonano w sierpniu 1987 r. około godziny 14, a więc w porze największego nagrzania muru. Założono, iż w partiach zawilgocenia muru absorpcja promieniowania będzie inna niż w partiach nie zawilgoconych. Wobec dużego nasłonecznienia te partie muru, które były



4. Wydruk obrazu komputerowego ściany północnej Templo Escalonado w pełnym zakresie widma widzialnego

4. A computer print of the north wall of Templo Escalonado, with a full range of the visible spectrum

słabo zawilgocone (np. tylko na skutek kondensacji w nocy pary wodnej) w porze badania zostały wysuszone. Tak więc o intensywności barwy czerwonej powierzchni muru decydowała woda podciągana kapilarnie z gruntu. Ponieważ występuje wówczas duże zróżnicowanie temperatur powierzchni muru, to jest ono na tyle duże, że nadaje się do interpretacji, pomimo małej rozdzielczości kamery typu VHS.

Analizę multispektralną wykonano przy pomocy programu VIDEO wykorzystując obrazy wczytane przy pomocy magnetowidu AKAI.

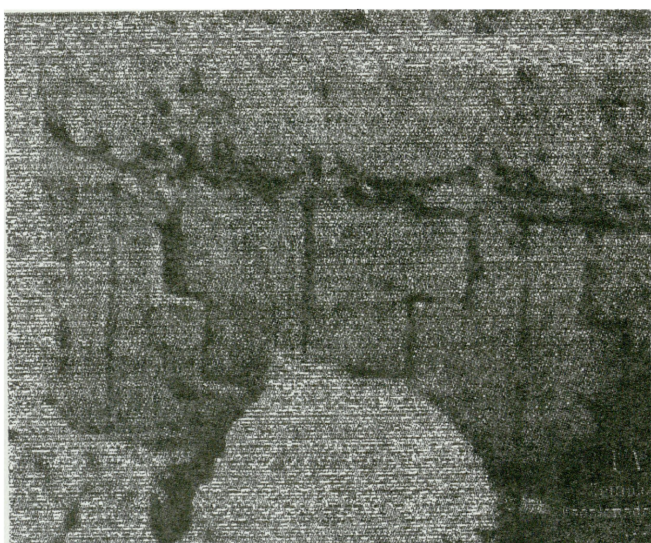
Obrazy te obserwowano na kolorowym monitorze komputera sterowanym kartą super-VGA.

Po wyborze odpowiedniego obrazu, obserwacji dokonywano w pełnym widmie – VIS (zob. il. 4), a następnie kolejno tylko w zakresie barwy czerwonej (zob. il. 5) oraz niebieskiej (zob. il. 6).



5. Wydruk obrazu komputerowego ściany północnej Templo Escalonado w pełnym zakresie barwy czerwonej

5. A computer print of the north wall of Templo Escalonado, with a full range of the red colour



6. Wydruk obrazu komputerowego ściany północnej Templo Escalonado w pełnym zakresie barwy niebieskiej

6. A computer print of the north wall of Templo Escalonado, with a full range of the blue colour

Omówienie wyników

Niewątpliwie interpretacja obrazów uzyskiwanych dzięki multispektralnej analizie obrazów VHS jest na obecnym etapie badań niezmiernie trudna. Uzyskane tą techniką obrazy zawierają wiele informacji o badanym obiekcie. Idzie więc tu o to, aby spośród nich wyeliminować takie, które nie są istotne dla postawionego pytania, a uwypuklić te które ułatwią rozwiązanie problemu.

Obok podanych zależności absorpcji światła przez materiał, obraz widziany przez kamerę VHS zawiera informację o padających cieniach na obiekt, przezroczystości powietrza między kamerą a obiektem itp. Obserwacja wydruków 4, 5, 6 dowodzi kilku istotnych różnic w tych obrazach. W porównaniu obrazów elewacji świątyni pokazanych na wydrukach 4, 5, 6 uwidaczniają się partie

o zróżnicowanym natężeniu barwy. Obraz pokazujący obiekt tylko w monochromatycznym świetle czerwonym wykazuje dużą intensywność barwy w okolicach dna wykopu (około 5 m). Im wyżej, tym barwa czerwona staje się mniej intensywna. Obserwacja obrazu w monochromatycznym świetle niebieskim uwidacznia cechy powierzchni.

Można przyjąć, że prawdopodobnie im ciemniejsza barwa czerwona, tym bardziej dana partia obiektu pochłania promieniowanie w partiach chłodniejszych. Natomiast im barwa czerwona jaśniejsza tym bardziej obiekt jest prawdopodobnie suchy. Na podobnej zasadzie można interpretować obiekt oglądany w obrazie komputerowo tworzonym monochromatycznie przy długości barwy niebieskiej. Uwidacznia się tu faktura powierzchni muru. Można stwierdzić, iż partie o głębokim reliefie są prawie czarne. Tam gdzie faktura jest mało zróżnicowana występuje jednolity kolor niebieski.

Wnioski

W pracy przedstawiono pierwsze próby zastosowania komputerowej analizy danych uzyskiwanych za pomocą standardowej kamery VHS.

Dzięki tej metodzie prawdopodobnie stwierdzono występowanie wody podciąganej kapilarnie z gruntu w budowlach centrum ceremonialnego kultury *Nasca* w Cahuachi. Ten czynnik niszczący nie był brany pod uwagę wcześniej, chociażby dlatego, że pęczniejące minerały ilaste uszczelniają mur. Jednakże wykonane wcześniej badania dowodzą możliwości podciągania kapilarnego wody gruntowej przez materiały budowlane obiektów centrum. Niewątpliwie badania powyższe należy kontynuować oraz potwierdzić je na innej drodze.

Powyższa metoda może być wykorzystana do uzyskiwania, gromadzenia, analizy i udostępniania innych obiektów

jak np. relikwii archeologicznych, monet, a po odpowiedniej adaptacji programu do uzyskiwania obrazów luminescencji wzbudzonej promieniowaniem ultrafioletowym np. badania polichromii; wyniki będą porównywalne z klasyczną metodą fotografii. Można tu zauważyć, iż tą metodą można uzyskać wynik szybciej, bez żmudnej obróbki fotograficznej, a ponadto można przechowywać tę dokumentację fotograficzną bez konieczności tworzenia dużych magazynów.

Niewątpliwie zaprezentowany sprzęt jest niedoskonały z uwagi na małą rozdzielczość kamery VHS (tylko 200 linii). Dla uzyskania więc jakości „telewizyjnej” wymaga przejścia na pracę z systemem co najmniej super-VHS (400 linii), co poprawiłoby jakość obrazu uzyskiwanego na komputerze co najmniej czterokrotnie. Ponadto zaprezentowane wydruki obrazów były realizowane na drukarce dziewięcioigłowej i dlatego ich jakość jest mała. Przy zastosowaniu wydruków za pomocą drukarki laserowej lub termicznej jakość odwzorowania obrazów na papierze dorównałaby jakości, którą osiąga się na papierze fotograficznym¹⁰.

Badania są kontynuowane.

*dr Sławomir Skibiński,
mgr Lech Jagodziński*

¹⁰ System ten również mógł znaleźć zastosowanie do dokumentacji i badań dużej liczby obiektów (np. malarstwa, numizmatów, ksiąg, relikwii archeologicznych itp.) np. w muzeach lub obiektach sakralnych ze względu na szybkość gromadzenia oraz dowolną ilość przechowywanych dokumentów. Ponadto system umożliwiłby, przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń szybkie przesyłanie informacji przez telefon np. do służb granicznych lub śledczych w wypadku coraz częściej zdarzających się kradzieży obiektów zabytkowych.

Badania będą finansowane przez Komitet Badań Naukowych w latach 1991–1992.

THE APPLICATION OF COMPUTER ANALYSIS OF VHS STANDARD VISION IMAGES FOR THE EXAMINATION OF THE DEVASTATION OF BUILDINGS BELONGING TO THE CEREMONIAL CENTRE OF THE NASCA CULTURE (THE CAHUACHI SITE, NEAR NASCA, PERU)

Magnificent buildings belonging to a ceremonial centre of the Paracas-Nasca culture have been discovered in the course of archeological work conducted as part of the „Nasca Project”, near the town of Nasca in Peru. The existence of this culture is dated upon the base of archeological investigations at about 400 B.C. – 800 A.D. It developed originally along the Pacific coast in the Paracas Peninsula (the Paracas culture) and subsequently in the basin of the Ica and Nasca rivers. The Nasca culture was characterized by a high level of crafts, which indicated connections with the Paracas culture and, during its decline, with the Tiahuanaco and Huari culture. Buildings which are part of the ceremonial centres of the Nasca culture, created in Cahuachi, near the modern town of Nasca,

are covered with sand and gravel of alluvial and eolic origin. This layer of sand protects against the destructive impact of atmospheric and civilizational factors. Following the removal of the sand by the archeologists, the rather well preserved edifices rapidly deteriorated.

The purpose of investigations conducted on the site and in laboratories from 1987 to 1989 was to determine the causes of the rapid destruction of the buildings after their uncovering. The most important reasons were the considerable oscillations of temperature and relative humidity of the air, the erosion produced by wind and sunlight, and the ion exchange within the complex of the prime component of the building material. Another destructive factor was the impact of water circulating

through capillaries. The presence of this particular factor would explain the poor protection of the walls' uppermost part as compared to the face. The former is most exposed to the sun rays and it is here, presumably, that the water evaporates.

The intention of the investigation was to determine the probable range of the dampness of the wall of Templo Escalonado and its direction with the aid of a new method – a computer analysis of VHS signals. A high quality VHS Panasonic camera was used to obtain vision images, which were taped on a Maxell HGH cassette. The vision signal was introduced into the computer's memory with a joystick of the image processor equipped with an IBM interface. The latter and the joystick make it possible to either transfer the vision image, sized 200 x 320 points from the camera into the computer memory, or directly from a video.

The researchers employed a PC 3236 computer with a 16 kHz clock, and a super-VGA card and monitor, a 40 Mb hard disc and a Star Lc-10C printer. The interpretation of the vision images involved the use of a programme received from the producer of the joystick (IBM). This programme was adapted to an analysis of images for diagnostic purposes and to the configuration of computer equipment. The programme is now known as VIDEO v. 300. It can cooperate with a programme for the creation of stratigraphic documentation for mobile monuments (Ds-DOK c.200). In order to compare the picture on the monitor and the material produced by the printer, colour photographs of the pictures seen on the monitor were made. A standard Painbruch programme, in the 3.0 version (1985), prepared by SZOF, was employed for the purposes of the printer. A „Rzutnik” programme was proposed for receiving the obtained pictures in RGB, PCX and DAT sizes, which makes it possible to estimate the percentage of the contents of basic spectrum colours and the intensity of the produced computer pictures. Furthermore, it enables to calculate the percentage contents of sixteen hues of basic spectrum colours.

Pictures of the object under examination were obtained by filming the surface of the wall vertically to the axis of the camera. This surface was also illuminated by sunlight and heated to a temperature of around 30–40°C. The filming was

done in August 1987 at about 2 p.m. i.e. during the time when the wall reached its highest temperature. It was assumed that in damp parts the absorption of the rays will differ from the dry parts of the wall. Owing to the large impact of sunlight those parts which were slightly damp (for example, due to the condensation of the steam) were dried off prior to the examination. Therefore, the intensity of the red colour of the wall depended on water absorbed from the soil by means of capillaries. The great differentiation of the temperatures of the surfaces of the wall makes it feasible to propose interpretations despite the small precision of the VHS camera.

The multi-spectral analysis was conducted with the help of the VIDEO programme, using pictures transferred with AKAI equipment.

These pictures were subsequently observed on a colour computer monitor steered by a super-VEGA card. After the selection of a suitable picture, observation were carried out of a full VIS spectrum (see diagram 4) and then successively only of the range of the range of the red (see diagram 5) and blue colour (see diagram 6).

Undoubtedly, the interpretation of pictures obtained thanks to the multi-spectral analysis of VHS images remains extremely difficult at the present-day level of research. The pictures produced by this technique contain numerous information about the examined object. The ensuing task is to eliminate those which are inessential for the posed question and emphasize those which will facilitate the solution.

The study in question presents first attempts at applying the computer analysis for data obtained with a standard VHS camera. This method made it possible to ascertain a possible presence of water circulating from the soil by means of capillaries in buildings belonging to the ceremonial centre of the Nasca culture in Cahuachi. This destructive factor was not taken into account earlier if only because the expanding loamy material made the walls watertight. Earlier research, however, proved the possibility of water being absorbed by the building material used in the objects of the centre. The above outlined investigations should be certainly continued and confirmed in other ways.

AGNIESZKA GRYGLEWSKA

ARCHITEKTURA WIEŻ WODNYCH WOJEWÓDZTWA KATOWICKIEGO

„Wieża zajmuje ważne miejsce w historii budownictwa. Wydaje się, że wznoszenie wież było jedną z najstarszych namiętności człowieka. Uchodzi ona także za symbol ustawicznego dążenia ludzkości do wyższego celu”¹.

Oddziaływanie jej formy w przestrzeni dzięki wertykalności i wysokości było zawsze znaczące, a jej urok wpływał na ludzkie emocje. Przypisywano jej, głównie w średnio-wieczu, szczególne, symboliczne treści i chociaż wieże

spełniały ważne funkcje, wiele z nich wzniesiono z powodów poza praktycznych².

W drugiej połowie XIX w., na równinnych terenach północnej Europy pojawiają się wieże wodne – jako centralny obiekt każdej sieci wodociągowej. Zadaniem ich jest stworzenie stałego i odpowiednio wysokiego ciśnienia w sieci miejskiej, wyrównanie dostaw i gromadzenie zapasu wody. Wznoszone są zazwyczaj na najwyższym dostępnym miejscu obszaru zasilania, a woda

¹ M. Revesz - Alexander, *Der Turm als Symbol und Erlebnis, Haag*. „Ochrona Zabytków”, 1990, nr 1, s. 3.

² E. Gąsiorowski, op. cit., s. 3.