

IWONA MODRZEWSKA-MARCINIAK

PRÓBNA ANALIZA FOTOGRAFII LOTNICZYCH WYBRANYCH STANOWISK ARCHEOLOGICZNYCH

W Polsce, podobnie jak i w innych krajach europejskich oraz pozaeuropejskich, początki zastosowania i wykorzystania fotografii lotniczej dla celów archeologicznych sięgają okresu międzywojennego. Próby takie na terenie Polski zainicjował Zdzisław Rajewski w latach trzydziestych w odniesieniu do stanowisk w Biskupinie, Gnieźnie oraz innych, głównie z rejonu Poznania. Wówczas też zastosowano balon obserwacyjny do wykonania fotografii pozostałości grodu kultury łużyckiej w Biskupinie. Natomiast zdjęcia tego typu z wykorzystaniem helikoptera rozpoczęto wykonywać na szerszą skalę dopiero w latach pięćdziesiątych, m. in. w obrębie pola bitwy pod Grunwaldem, w odniesieniu do szeregu grodzisk mazowieckich, a także obiektów w Nakle, Żninie i innych (Z. Rajewski 1959, s. 281-287; W. Szafranski 1964, s. 147-149). W archiwach, zwłaszcza Państwowego Muzeum Archeologicznego w Warszawie czy Instytutu Historii Kultury Materialnej PAN, zachowały się zdjęcia — dokumenty prób prowadzonych przed laty¹. Od tego czasu na całym świecie aerofototeiki znacznie wzbogaciły się o zdjęcia lotnicze wykonywane dla celów archeologicznych. Za ich pomocą podjęto rozpoznanie limesu z terenu płn. Afryki, cmentarzysk etruskich, stanowisk w Apulii, dróg rzymskich w Italii i na terenach Bliskiego Wschodu, a także ujawni-

¹ Z przeprowadzonej przeze mnie weryfikacji zdjęć wynika, iż w IHKM PAN znajduje się około 40 zdjęć, z czego jedna czwarta dotyczy Biskupina. W PMA w Warszawie jest ich 56, przy czym powtarzają się często zdjęcia tych samych stanowisk, np. Biskupina, Kruszwicy, Grójca, Nakła, Żnina. Wszystkie niemal zdjęcia mają, według mnie, charakter dokumentacyjny i nie nadają się do dalszych analiz szczegółowych. Od 1976 r. Samodzielne Stanowisko d/s Stosowania Metod Geofizycznych (obecnie Pracownia Postępu Fizyko-Technicznego) IHKM PAN gromadziło zdjęcia lotnicze wykonywane przy zastosowaniu różnych technik. W 1982 r. dysponowano już licznymi zdjęciami, kalkami interpretacyjnymi, przezroczami i częścią negatywów z dziesięciu stanowisk. W innych placówkach IHKM prowadzone były także próby zastosowania zdjęć lotniczych w badaniach archeologicznych. Por. J. Ostoja-Zagórski 1980, s. 291-293.

niono siatkę pól celtyckich (J. Brongers 1976), aby wymienić tylko niektóre z bardziej ewidentnych osiągnięć.

Największe sukcesy na tym polu ma do zanotowania Francja, gdzie do dawnych badaczy A. Poidebarda (1934) i J. Baradeza (1949) doszły dzisiaj nowe nazwiska, jak np. E. Agache (1973 i 1975), I. Scollar (1975), R. Chevalier (1977), R. Goguy (1973), I. Dassié (1977), A. Tabbagh (1977). Za pomocą zdjęć lotniczych rozpoznano rejon Normandii-Picardii, Burgundii-Mirvan, liczne rejony w dorzeczu Loary i inne (np. A. Agache odkrył w ten sposób w ciągu 10 lat około 8000 stanowisk). Dla badań historycznej topografii starożytnej Italii podstawową lekturą pozostaje opracowanie G. Schmiedta (1970). Dużo uwagi przywiązuje się w tym kraju do badań portów starożytnych, np. Civitavecchia, Nora, Graviscae, a ostatnio podjęto poszukiwania antycznego portu na wyspie Torcello. W Anglii problemem fotoarcheologii zajmował się w latach międzywojennych O. G. S. Crawford (np. 1933; 1939). Dzisiaj specjaliści angielscy w tym zakresie zajmują się problemem optymalizacji technik fotograficznych w zastosowaniu do dokumentacji obiektów z różnych epok (zob. np. J. K. S. Saint Joseph 1973, s. 67 nn.; H. C. Boven 1975, s. 105-118; N. Pinker 1975, s. 32-46).

Jak wynika z dotychczasowej praktyki, zdjęcia lotnicze w zastosowaniu do powyższego celu mogą służyć do: rekonesansu archeologicznego, opracowania planu prac wykopalisk i nadzoru realizacji prowadzonych badań, opracowania fotogrametrycznego, rekonstrukcji środowiska naturalnego i fizjografii terenu, inwentaryzacji obiektów, typologii i klasyfikacji obiektów (A. Ciołkosz, I. Miszański, J. R. Olędzki 1978, s. 343 nn.).

Wydaje się, że choćby tylko wyżej wymienione możliwości zastosowania fotografii wskazują na celowość prowadzenia takich prac we wszystkich zakresach. Nowe techniki fotograficzne, wykorzystujące różne długości fal elektromagnetycznych, dały możliwość wyodrębnienia większej liczby cech zdjęć lotniczych. Przy interpretacji zdjęć wykorzystuje się zróżnicowanie obrazu środowiska, wynikające m. in. z działalności ludzkiej. Na wstępie konieczne jest ustalenie cech, które mogłyby stanowić podstawę do interpretacji archeologicznych obiektów znajdujących się pod ziemią. Chodzi tu o konieczność wydzielenia cech związanych ze środowiskiem naturalnym od tych, które są wynikiem ingerencji ludzkiej.

Bezpośrednimi cechami zdjęcia podlegającymi analizie są fototony i struktura obrazu, w przypadku zdjęć czarno-białych, oraz barwa przy zdjęciach kolorowych. Zakłócenia regularności tych cech świadczą o zmianach układu naturalnych warstw gruntu, wynikających bądź to z naturalnych przyczyn litologiczno-morfologicznych, bądź też są one spowodowane dawną działalnością człowieka (naruszenie struktury warstw podpowierzchniowych) czy obecną (nawożenie, uprawy, większe prace ziemne).

Jak wynika z doświadczeń w zakresie interpretacji przeprowadzonej

w innych krajach, istnieje możliwość śledzenia zmian wyżej wymienionych cech, będących wynikiem następujących zjawisk:

1. Zmian wysokości upraw w zależności od rodzaju podłoża (*crop-marks*). Podstawową cechą wyróżniającą przy tym sposobie interpretacji jest bujniejszy wzrost upraw rolnych nad dawniejszymi zagłębieniami terenu, mniejszy zaś nad pozostałościami konstrukcji, zwłaszcza z kamienia i cegły. Na fotografii w pierwszym przypadku zaznaczają się ciemniejsze fototony, natomiast jaśniejsze — w drugim. Ten efekt, wynikający ze zróżnicowania upraw, znany jest już od szeregu lat i wykorzystywany może być do poszukiwania m. in. rowów, fos oraz fundamentów konstrukcji.

Pewną odmianą tego zjawiska jest zróżnicowany wzrost traw w zależności od podłoża (*grass-weld-marks*). Ze względu na słabszy kontrast śladów obiektów oraz tła, ten sposób interpretacji wymaga podjęcia większej liczby prób. Wykorzystanie zjawiska zróżnicowania wzrostu roślinności najlepiej można utrwalić na fotografii w okresie wiosenno-letnim (w zależności od szerokości geograficznej);

2. Ujawnienia śladów na świeżo zaoranej ziemi, związanych z wydobywaniem warstw przypowierzchniowych (*soil-marks*). Ten sposób prowadzenia obserwacji wiąże się z pracami rolnymi tak wiosennymi, jak i jesiennymi. Jak do tej pory, jej skuteczność nie jest zadowalająca;

3. Różnego stopnia przesiąkliwości gruntu i parowania wody deszczowej (*damp-marks*). Ten sposób obserwacji polega na ujawnianiu różnicy prędkości wysychania gruntów po długotrwałych opadach. W tym przypadku trudno jest wybrać moment, w którym kontrast między strefami przesiąkliwymi (ciemniejsze fototony na zdjęciach panchromatycznych) i nieprzesiákliwymi jest największy. Konieczne jest przy tym uwzględnienie zwłaszcza lokalnych warunków hydrologicznych, wpływających na zróżnicowanie tonalne zdjęć. Pewną odmianą powyższego sposobu jest obserwacja zmian fototonalnych spowodowana przez mniejszą przesiąkliwość wody, wynikającą z różnego stopnia erozji gruntu w miejscach dawnych konstrukcji (*erosion-marks*);

4. Plastyki terenu powodującej powstanie kontrastowych cieni (*shadow-marks*). Ten sposób interpretacji właściwy jest dla zdjęć obiektów stanowiących o plastyce terenu (nasypy, wały). Najlepszy kontrast otrzymuje się na zdjęciach wykonanych wczesnym rankiem lub po południu;

5. Różnej szybkości topnienia śniegu w zależności od temperatury gruntu i struktury warstw (*snow-marks*). Ten sposób interpretacji możliwy jest przy zróżnicowanej topografii badanego terenu podkreślonej przez pokrycie cienką warstwą śniegu.

Należy jednak zaznaczyć, iż wykorzystanie wymienionych cech przy interpretacji nie daje gwarancji otrzymania pozytywnych rezultatów przy analizie pojedynczego zdjęcia, zwłaszcza w przypadku uwzględnienia tylko jednej z tych cech (I. Modrzewska-Marciniak 1980, s. 75-92).

Dla zwielokrotnienia możliwości tego typu interpretacji stosuje się różne techniki fotograficzne oraz różne emulsje światłoczułe:

— filmy ortopanchromatyczne, których barwoczułość zbliżona jest do barwoczułości oka ludzkiego (długość promieniowania elektromagnetycznego w zakresie 400-700 nm);

— filmy superpanchromatyczne, uczulone na światło czerwone. Zakres tego światła dla podczerwieni bliskiej wynosi od 700 do 1500 nm. W technice fotografii wykorzystywany jest zakres promieniowania dalekiej podczerwieni (od 1500 nm do 0,1 cm).

Jednoczesne zastosowanie różnych emulsji daje gwarancję możliwości dokładniejszej analizy terenu; jest to szczególnie ważne w przypadku niemożliwości powtórzenia nalotu na dane stanowisko.

Rozwijające się techniki fotograficzne dają możliwość zwielokrotnienia czytelności zdjęć przez analizę obrazu metodą:

— wizualną, tzw. analogowym systemem opartym na aparaturze optycznej;

— cyfrową, polegającą na uzyskiwaniu za pomocą komputera analizy gęstości optycznej zdjęć, tzw. ekwitalnej. Metoda ta może być także stosowana w laboratorium fotograficznym. Wynikiem tych zabiegów jest uzyskanie zwielokrotnionej (prawie stokrotnie) możliwości wzmocnienia kontrastu granic obrazu danego obiektu. Zwielokrotnienie efektu wizualnego ma na celu zróżnicowanie tonów szarości (oko ludzkie wyróżnia około 14 tonów; zob. T. Baranowska, A. Ciołkosz 1975, s. 15-23). Analiza gęstości optycznej zdjęcia pozwala na otrzymanie konturów obrazu fotograficznego; kontury — linie obrazu odpowiadają liniom łączącym punkty o jednakowej gęstości optycznej. W opracowaniu laboratoryjnym proces ten przebiega zwykle dwufazowo: w pierwszej otrzymuje się szerokie linie przedziałów gęstości optycznej, w drugiej natomiast linie te ulegają zawężeniu. Odpowiadają one wówczas obu brzegom poprzednio otrzymanych linii, dając dokładniejszy obraz konturowy. Pozwala to na dokładniejsze odczytanie obrazu terenu i jego interpretację.

Od 1976 r. Instytut Historii Kultury Materialnej PAN wspólnie z Wojskową Akademią Techniczną w Warszawie podjął próby wykorzystania różnych technik fotografii lotniczej w odniesieniu do rozmaitych obiektów archeologicznych w Polsce. Do chwili obecnej zastosowano fotografię lotniczą na następujących stanowiskach: w województwie warszawskim — Biskupice, Całowanie, Czersk, Wilanów; w rejonie Płocka — Kluczewo, Kołoząb, Poświętne, Szpondowo; w województwie gdańskim — Gniew. W 1981 r. wykonane zostały zdjęcia w obrębie województwa radomskiego — w Wierzbicy oraz w Rydnie; natomiast w 1982 r. objęły one Wyszogród i Radzikowo w województwie warszawskim. Celowo dobrane zostały do prób fotointerpretacyjnych zróżnicowane chronologicznie i kulturowo stanowiska tak, aby uzyskać elementy pomocne przy następnych próbach interpretacji. Ważna była również i ta okolicz-

ność, iż zdecydowana część stanowisk podlegała już w mniejszym lub większym stopniu rozpoznaniu pod względem archeologicznym. Stwarzało to możliwość porównania interpretacji zdjęcia z wynikami badań wykopaliskowych, lub też z weryfikacją wykopaliskową prowadzoną po podjęciu fotointerpretacji.

Przedstawiona poniżej próba fotointerpretacji dotyczy trzech wybranych stanowisk z terenu Polski — Biskupic i Wilanowa w woj. warszawskim, Gniewa w woj. gdańskim, oraz jednego zagranicznego — Selinuntu we Włoszech². Na przykładzie tego ostatniego omówione zostaną opracowania ekwitonalne jako przykład możliwości zastosowania tej metody.

BISKUPICE KOŁO BRWINOWA, WOJ. WARSZAWSKIE (RYC. 1-3)

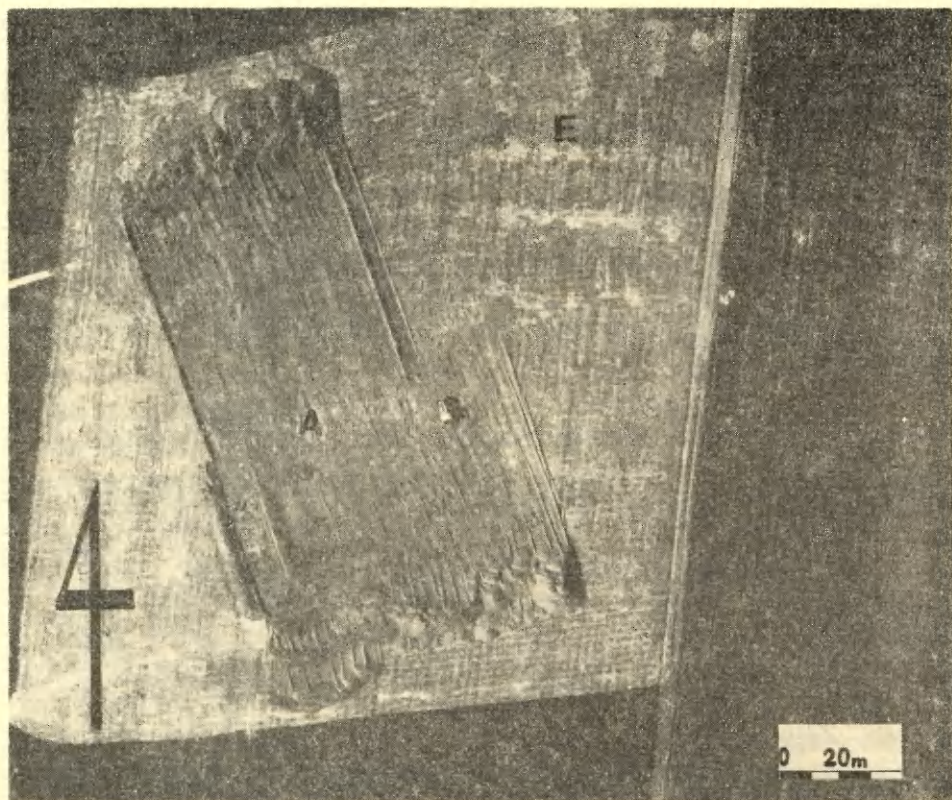
W 1976 r. przy pomocy specjalistów z WAT oraz ich aparatury wykonano tu zdjęcia lotnicze. Było to jedno z pierwszych stanowisk przeznaczonych do fotointerpretacji. W związku z planowaną budową autostrady podjęte zostały w tym rejonie szerokopłaszczyznowe prace archeologiczne³. W momencie wykonywania nalotów był to już drugi sezon badań na stanowisku wstępnie określonym jako późnolateńsko-rzymskie. Odkryto na nim w ciągu dwóch sezonów ponad 900 piecowisk hutniczych. Zdjęcia miały na celu, prócz uzyskania prób metodycznych, dokładniejsze wyznaczenie granic stanowiska mającego podlegać dalszym pracom wykopaliskowym (teren obejmował ok. 4000 m²).

Zdjęcie wykonano wiosną, obejmując teren wielopłaszczyznowego wykopu oraz strefę bezpośrednio doń przylegającą, utrwalając zarazem aktualny stan wykopalisk; widnieje na nim m. in. spychacz pracujący w obrębie tego stanowiska. Zdjęcia panchromatyczne są tak selektywne, że można na nich odczytać pojedyncze ślady gąsienic spychacza. Zdjęcia te można traktować jako dokument prac w 1976 r.

Do sfotografowania wspomnianego stanowiska wykorzystano trzy podstawowe techniki zdjęć: panchromatyczną, podczerwień, oraz spektro-strefową, używając do tego celu różnych typów filmu i stosując różne skale (1 : 2000, 1 : 2500, 1 : 5000). W obrębie tej samej techniki stosowano różne typy filmów. Po kilku sezonach prac możliwe było porównanie danych archeologicznych z fotointerpretacyjnymi. W tym celu

² Cały tekst opracowania fotointerpretacyjnego Wilanowa zaprezentowany został przeze mnie w Kozubniku, na IX Ogólnopolskiej Konferencji Fotointerpretacji w 1979 r., por. I. Modrzewska-Marciniak 1983, s. 208-216. Na temat wykopalisk w Wilanowie por. H. Młynarczyk 1980, s. 197-204.

³ Plan sytuacyjny wykopalisk dostarczony został przez Dyrektora Muzeum Starożytnego Hutnictwa w Pruszkowie mgr. S. Woydę, kierującego pracami wykopaliskowymi. Pragnę w tym miejscu podziękować mgr. Woydzie za cenne wskazówki odnoszące się do interpretacji.



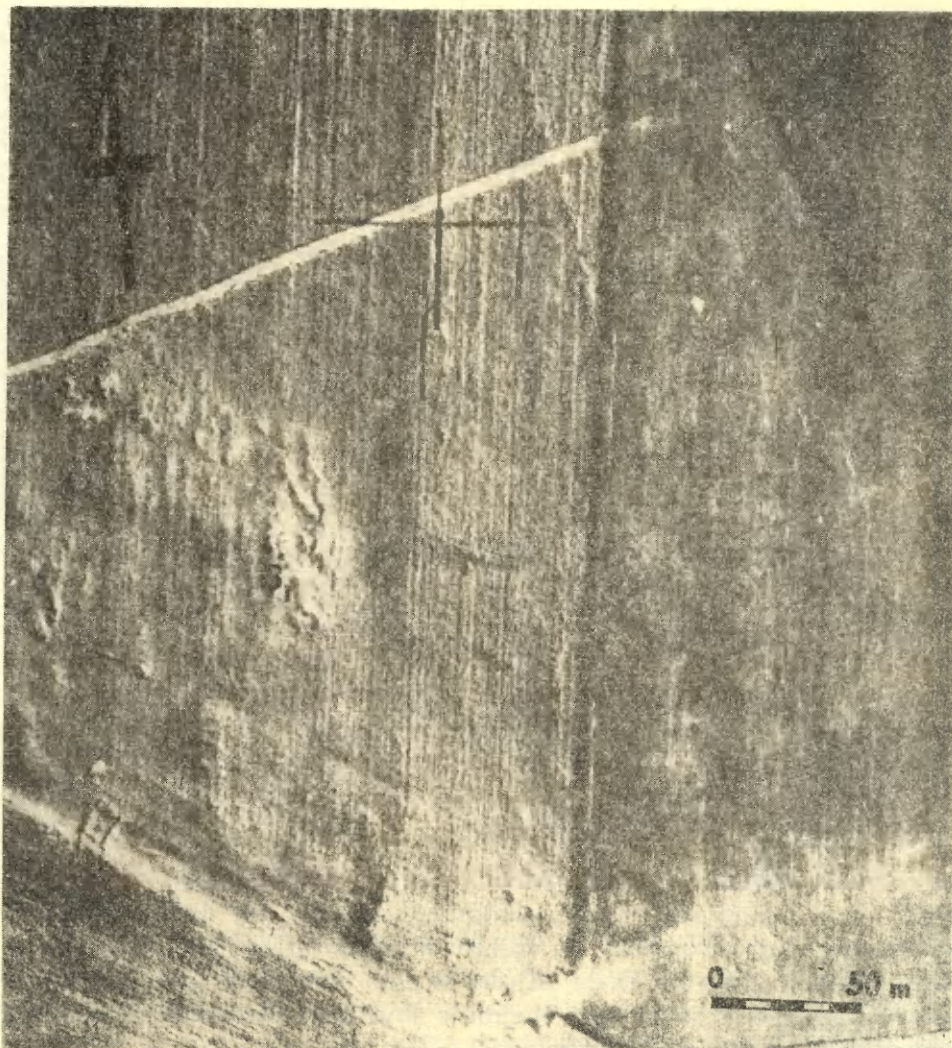
Ryc. 1. Biskupice koło Brwinowa, woj. warszawskie. Zdjęcie panchromatyczne rejonu A i E

Fot. Archiwum WAT

Fig. 1. Biskupice near Brwinów, Warsaw Voivodship. Panchromatic picture, region A and E

Phot. WAT archives

sporządzono rozrys z zestawieniem obu rodzajów danych, wykorzystując zdjęcie panchromatyczne powiększone do skali 1 : 500. Znaczną jego część zajmuje teren odsłonięty przez spychacz (A); naruszona powierzchniowa warstwa ziemi nie zezwała jednak na lokalizację dymarek. W kierunku płn.-zach. od wykopu widoczne jest nieduże zaciemnienie, które należy łączyć ze śladami orki, gdyż nie wykazuje ono ścisłego związku z „polem dymarkowym”. Po stronie wschodniej wykopu występują jasne pasy rozciągające się w kierunku zachodnim oraz inne, ułożone niemal po linii płn.-płd. (pkt E). Prace wykopaliskowe pozwoliły na weryfikację większego z pasów jako pozostałości okopu o głębokości ponad 1 m z czasów I wojny światowej. W związku z powyższym nasuwało się przypuszczenie, iż pozostałe jasne pasy na zdjęciu mogą być także podobnymi pozostałościami. Określając dokładniej kształt tych pasów, trzeba dodać, iż składają się one z szeregu jasnych, kolistych form. Późniejsze



Ryc. 2. Biskupice koło Brwinowa, woj. warszawskie. Zdjęcie panchromatyczne rejonu B₁

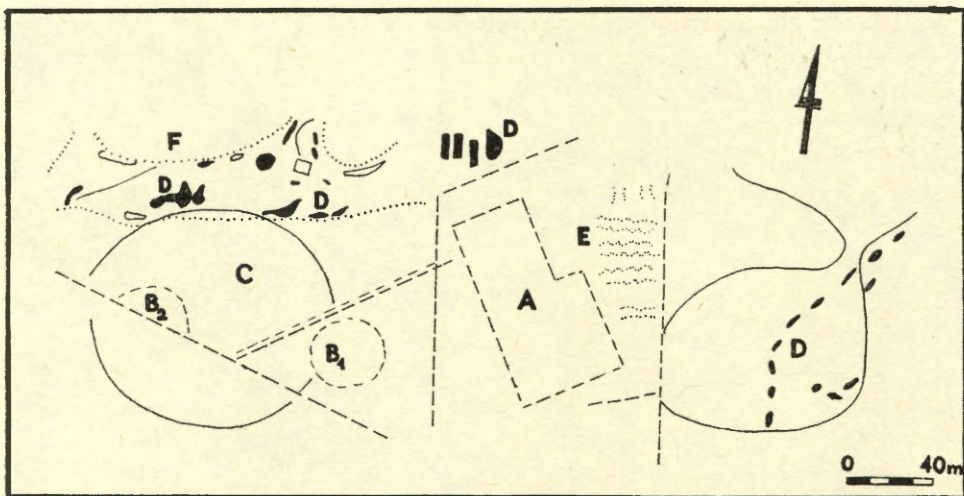
Fot. Archiwum WAT

Fig. 2. Biskupice near Brwinów, Warsaw Voivodship. Panchromatic picture, region B₁

Phot. WAT archives

prace wykazały, iż możliwe, że były to płytsze okopy, a intensywna orka doprowadziła do tego, że obecnie są one trudne do odczytania w terenie. Przytoczony powyżej przykład świadczy, jak niepewne może być wysuwanie wniosków „przez analogię”. W omawianym przypadku odczytane ze zdjęcia formy zostały na tym terenie uwypuklone przez prace rolnicze.

Podobne trudności w zakresie fotointerpretacji odnoszą się do strefy



Ryc. 3. Rozrys stanowiska Biskupice na podstawie zdjęć panchromatycznych

Objaśnienia: A — teren badany w 1976 r.; B₁, B₂ — miejsca wybierania żwiru; C — ciemniejszy, kolisty fototon widoczny na zdjęciu wykonanym w technice podczerwieni; D — ciemne fototony; E — jasne fototony (okopy); — F jasne fototony

Rys. I. Modrzevska-Marciniak

Fig. 3. Draft of the site Biskupice based on panchromatics pictures

Descriptions: A — area investigated in 1976; B₁, B₂ — gravel heaps; C — darken, round sheaped phototone visible on the infrared picture; D — dark phototones; E — light phototones (the trench) F — cleared up phototones.

Drawn by I. Modrzevska-Marciniak

północnej wykopu; na zdjęciu panchromatycznym widoczny jest ciemny, zbliżony do kwadratu kontur, znajdujący się poniżej dużego wykopu. Prawdopodobnie otrzymany na zdjęciu efekt związany jest także z pracami rolnymi. Niestety skala zdjęcia w tym przypadku nie jest dostosowana do wielkości obiektu i obejmuje zbyt małą powierzchnię obiektu, co zmniejsza możliwość interpretacji.

Nieco większy obszar objęty został zdjęciem w skali 1 : 1000, natomiast zdjęcie w skali 1 : 500 nie objęło największego skupiska dymarek na północ i południe od wykopu, lecz strefę na wschód i zachód od niego (ryc. 3, pkt B-F). Pomimo to na wschód od wykopu na ciemnym polu dają się wyznaczyć obszary ciemniejszych fototonów, a na nich dodatkowo ciemniejsze plamy o średnicy do kilku metrów (pkt D). Ich półkolisty kształt sugeruje, że nie można łączyć ich z działalnością ludzką, lecz zarazem trudne jest określenie ich charakteru bez podjęcia prac wykopaliskowych.

Po zachodniej stronie wykopu widoczna jest jasna linia ścieżki tworząca ze skarpą formę trójkąta, a w nim formy spowodowane przez współczesne wybieranie żwiru (ryc. 2). Ten wycinek terenu objęty został fotografią w zakresie widma podczerwonego w tej samej skali (film

typu IR 24). Na omawianym wycinku terenu zaznacza się zarys w postaci ciemniejszego koła, którego faktyczna średnica wynosi około 70 m. Niewątpliwie jedną z przyczyn tego efektu jest wybieranie żwiru, lecz nie wykluczone także, że kształt ten był warunkowany wcześniejszą działalnością ludzką.

Do jednych z ciekawszych fragmentów należy strefa położona na płn. zach od terenu badań (1976 r. (ryc. 3, pkt D, F)). Na zdjęciu panchromatycznym tworzy ją pas jasnych fototonów, przemieszanych z ciemniejszymi pasami i plamami, z których jeden posiada kształt zbliżony do kwadratu. Teren ten charakteryzuje się w rzeczywistości nieznacznym wywyższeniem, stąd zmiany fototonalne nie są zapewne związane z wodami podskórnymi. Zdjęcie panchromatyczne porównano z fotografiami wykonanymi w podczerwieni w skali 1:1000. Na tych ostatnich widoczny jest plastyczny trójkąt terenu, skąd wybierano żwir. Natomiast zasięg występowania dymarek na południe od wykopu zaznacza się jedynie w postaci znikomej różnicy fototonalnego zaciemnienia. Omawiane rozjaśnienia łączone z okopami odznaczają się na tych zdjęciach zbliżonym fototonem. Natomiast lepiej widoczna jest seria zaciemnień na wschód od wykopu na pograniczu pól; część z nich odpowiada starożytnym jamom. Inne jamy, rozpoznane później poprzez prace wykopaliskowe, odznaczają się nawet większą średnicą, lecz nie zaznaczyły się na wykonanych zdjęciach. Wydaje się, że należy to łączyć z różnym stopniem zniszczenia stropu jam przez orkę. Nieznacznym tylko zaciemnieniem wyróżnia się teren wyraźnie wydzielony na podstawie zdjęć panchromatycznych (w skali 1:1500), a położony na północ od wykopu (ryc. 3, pkt D).

W 1976 r. wykonano także zdjęcia strefowo-spektralne w skali 1:1000; nie wniosły one jednak nowych, istotnych informacji. Spowodowane jest to zarówno skalą, jak i ciemnymi tonami zdjęć (fiolety, brązy).

Ogólne wnioski z analizy powyższego materiału dadzą się ująć następująco:

a — skala zdjęcia musi być dobrana do rozmiarów obiektu. W przypadku Biskupic była ona zbyt duża, gdyż badany teren odznaczał się znacznymi rozmiarami, a materiał filmowy stwarza barierę do powiększeń w dowolnej skali;

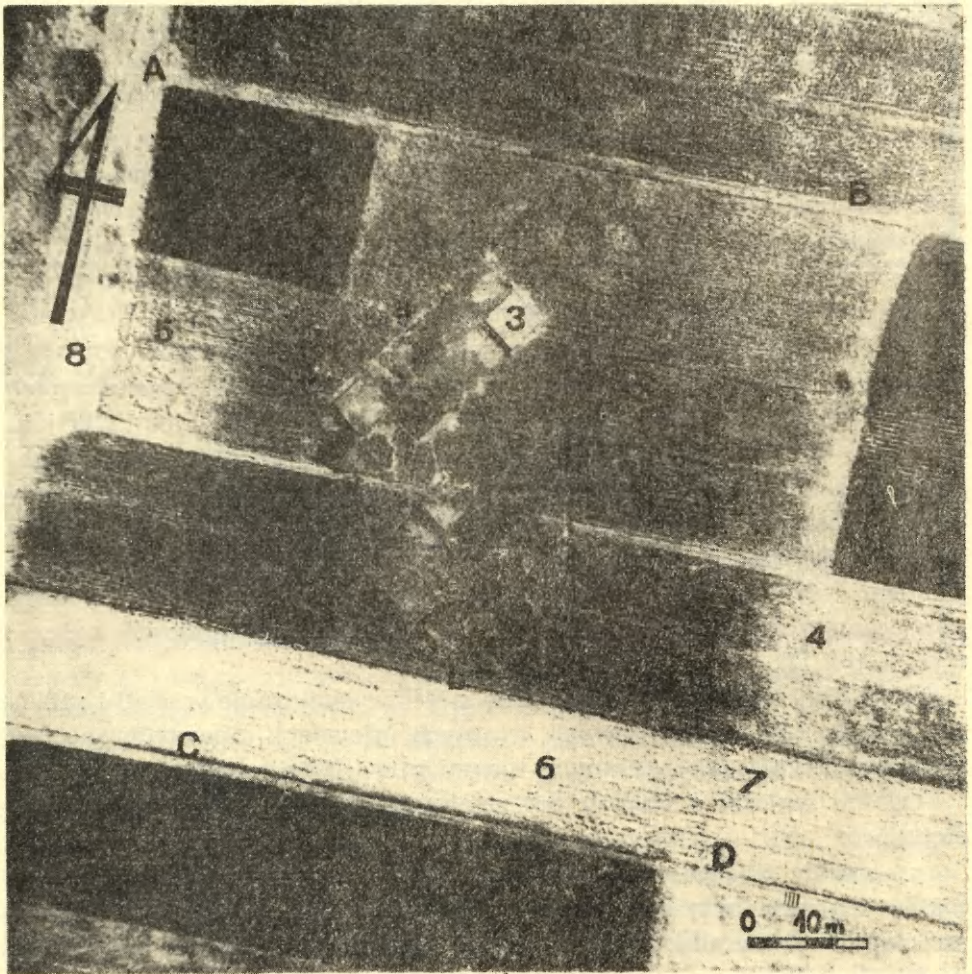
b — celowe jest równoczesne stosowanie kilku technik, gdyż tylko na tej podstawie możliwe jest przeprowadzenie interpretacji komplementarnej;

c — konieczne wydaje się sprawdzenie drogą wykopaliskową rejonu przemieszania fototonów, zaznaczającego się na zachód od wykopu z 1976 r. (ryc. 3 pkt D, F);

d — do ewentualnego wyjaśnienia pozostaje rozbieżność interpretacji pasów jasnych fototonów z wynikami badań archeologicznych.

WARSZAWA-WILANÓW (RYC. 4 i 5)

Do jednych z lepiej systematycznie i kompleksowo przebadanych stanowisk należy Wilanów „Pasieka”⁴. Zdjęcia lotnicze na tym obiekcie wykonano w trakcie prac wykopaliskowych w 1977 r. i miały one na celu m.in. wyznaczenie terenu prac na następny sezon. Objęły one teren



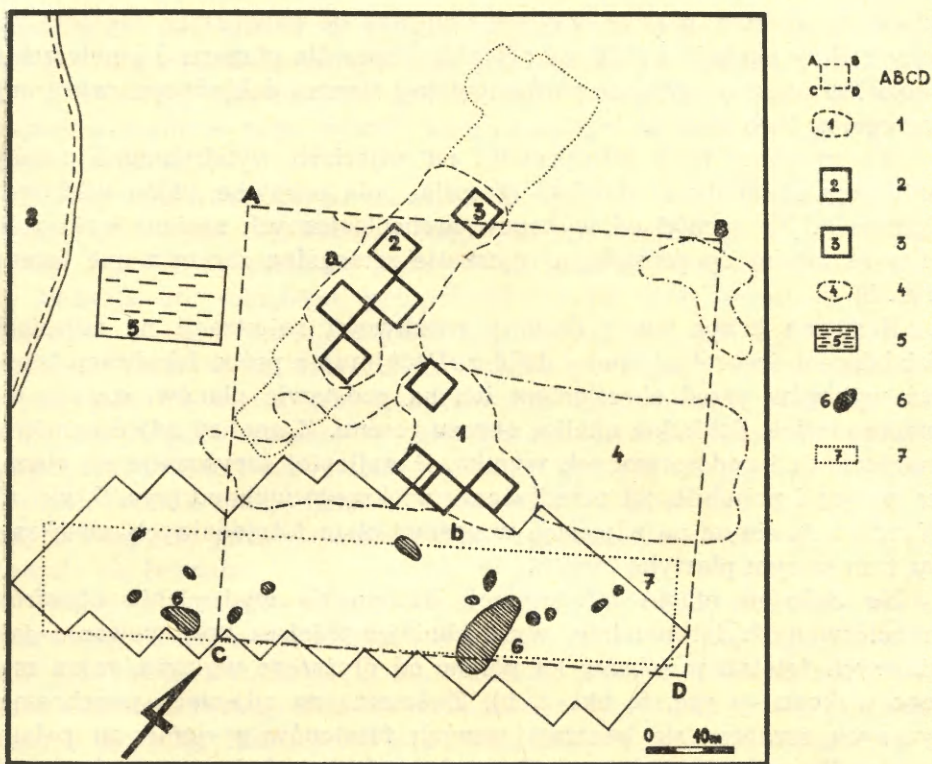
Ryc. 4. Warszawa-Wilanów. Zdjęcie panchromatyczne stanowiska tzw. Pasieka
Oznaczenia zob. ryc. 5

Fot. Archiwum WAT

Fig. 4. Warsaw-Wilanów. Panchromatic picture of the site so-called Pasieka.
Descriptions see fig. 5

Phot. WAT archives

⁴ Pragnę podziękować mgr H. Młynarczyk z PP PKZ, od 1976 r. kierującej pracami na tym stanowisku, za udostępnienie planów z wynikami oraz współpracę, która umożliwiła podjęcie przedstawionej analizy.



Ryc. 5. Rozrys ze zdjęcia stanowiska Warszawa-Wilanów oraz zestawienie danych z wykopalisk i prac geofizycznych z lat 1976-1979

Objaśnienia: ABCD — kontur czytelny na zdjęciu w technice podczerwonej; 1 — miejsca wykopów 1976 r.; 2 — wykopy 1977 r.; 3 — wykopy eksplorowane; 4 — jasne fototony; 5 — teren podmokły; 6 — obiekty odkryte w 1979 r.; 7 — teren badań geofizycznych; 8 — teren zadrzewiony

Rys. I. Modrzewska-Marciniak

Fig. 5. Interpretation draft of the site Warsaw-Wilanów photography with the data from excavations and geophysical investigations from the 1976-1979

Descriptions: ABCD — redable outline on the infrared picture; 1 — excavations 1976; 2 — excavations 1977; 3 — excavations in work; 4 — cleared up phototones; 5 — wet area; 6 — archaeological evidences in 1979; 7 — area of the geophysical prospection; 8 — planted area

Drawn by I. Modrzewska-Marciniak

stosunkowo płaski, pocięty gęstą siecią pól uprawnych. Obiektem zainteresowania była osada typu wiejskiego datowana na XI-XIII w., której pozostałości ujawniono na głębokości 20-30 cm pod powierzchnią ziemi (jamy zasobowe ze stosunkowo obfitym materiałem zabytkowym, ślady po chatach kilkumetrowej szerokości).

Zdjęcia wykonano późną wiosną (koniec maja) z wykorzystaniem następujących technik: panchromatycznej (ogniskowa aparatu 50 i 100 mm, wysokość 200-400 m), podczerwonej (film typu I 840) oraz spektro-strefowej (film typu SN 6 N). Materiałem wyjściowym do interpretacji były

zdjęcia wglądowe, spośród których wybrano do powiększeń niektóre rejon⁵. Przy skalach 1 : 250 i 1 : 500 uzyskano dla obszaru o powierzchni około 100 arów różny, lecz porównywalny stopień dokładności rejestracji szczegółów tego terenu.

We wstępnej fazie interpretacji na zdjęciach wyodrębnione zostały naturalne elementy środowiska (zarośla, pola uprawne, rejon wód podskórnych). Na zachód od wykopów archeologicznych zaciemnienie zbliżone kształtem do prostokąta rejestruje szczególne zaciemnienie terenu (ryc. 5).

Następna grupa uwag dotyczy możliwości rejestracji na zdjęciach działalności archeologicznej z 1976 r. Podejmując próbę lokalizacji miejsca wykopów przed określeniem ich na podstawie planów, starano się przeprowadzić dokładną analizę obrazu terenu. Z analizy zdjęć panchromatycznych i podczerwonych wynika, iż najlepiej zarysowuje się obszar na północ i południe, na przedłużeniu większego wykopu (ryc. 5, pkt a). Wyodrębnia się on na zdjęciach w postaci plam fototonalnych, zwiększając tym samym plastykę terenu.

Na dalszym etapie interpretacji dążono do wydzielenia obszarów zróżnicowanych fototonalnie, wyodrębniając miejsca występowania jaśniejszych fototonów (obszar na północ od dłuższego wykopu, rejon małego wykopu — ryc. 5, pkt a, b). Zwłaszcza na zdjęciach panchromatycznych zaznacza się kontrast jasnych fototonów z ciemnymi polami upraw. Na podstawie obserwacji uzyskanych w trakcie prac badawczych z 1978 r. wynika, iż więcej materiału archeologicznego dostarczył mały wykop (ryc. 5, pkt b). Natomiast zdjęcie poprzez swoje fototony sugerowałoby odwrotną sytuację. Nasuwa się też uwaga, iż ze względu na widoczne półkoliste zaciemnienia należy spodziewać się obiektów archeologicznych na płd. wsch. od małego wykopu. Badania archeologiczne wykazały, iż większym zagęszczeniem obiektów archeologicznych odznaczał się jednak teren po przeciwnej stronie badanego terenu (na przedłużeniu dłuższej osi większego wykopu). Powyższe niejasności były przyczyną, która spowodowała, iż w 1979 r. przeprowadzono w obrębie wybranego rejonu badania geofizyczne. Za pomocą metody elektrooporowej zdecydowano się wyjaśnić cechy litologiczne terenu. Na obszarze o powierzchni ok. 1300 m² przeprowadzono 16 linii profilowań geoelektrycznych, odległych od siebie o 1 m. Badaniami objęto warstwy do głębokości ok. 60-80 cm, uzyskując w wyniku tych prac obraz znacznego zróżnicowania oporności gruntu (400 omometrów)⁶. Powyższe badania

⁵ Za pomoc w realizacji tej pracy dziękuję prof. dr. J. Saneckiemu oraz inż. K. Mazurkiewiczowi z WAT za umożliwienie wykonania zdjęć na stanowisku oraz konsultacje fotointerpretacyjne.

⁶ Badania geofizyczne prowadzone były przez mgr. T. Herbicha z IHKM PAN. Wyniki opisowe i graficzne znajdują się w Pracowni Postępu Fizyko-Technicznego IHKM PAN, Archiwum IHKM oraz w PP PKZ w Warszawie.

umożliwiły porównanie z danymi uzyskanymi przy fotointerpretacji. Miejsce wystąpienia wspomnianego półkolistego zaciemnienia pokrywało się z wysokimi opornościami gruntu; było ono spowodowane większym zapiaszczeniem w tym rejonie, kontrastującym z pozostałą strefą glin niskooporowych.

Na zdjęciach lotniczych odzwierciedlony więc został obraz stref litologicznych terenu. W konsekwencji jest to wskazówka dla lokalizacji osady, która była położona zapewne na gruncie suchym, piaszczystym.

Badania archeologiczne przeprowadzone na tym terenie w 1979 r. pozwoliły na konfrontację sugestii fotointerpretacyjnych z danymi z wykopalisk. Odkryto tu wówczas kilkanaście pozostałości po domach oraz liczne jamy z materiałem zabytkowym. Interpretacja zdjęć znalazła więc swoje potwierdzenie w znaleziskach archeologicznych. Jednakże pojedyncze obiekty nie zostały wówczas wykryte za pomocą wykorzystanych technik fotograficznych. Również i w odniesieniu do strefy między wykopami, gdzie wystąpiło duże zagęszczenie obiektów, fotografia okazała się bezradna.

Należy dodać, iż na zdjęciach zaznacza się wyraźnie, zwłaszcza w podczerwieni, zaciemnienie zbliżone kształtem do kwadratu, sięgające krańców stanowiska (ryc. 5, pkt A-D). Ponieważ w tej technice zostają utrwalone zwłaszcza różnice wzrostu roślinności, wspomniany kształt jest związany z tą cechą. Różnice wzrostu roślinności na polach o różnych uprawach spowodowane są także litologią terenu. Jest to jednak tylko przypuszczenie, gdyż dokładniejsze granice stanowiska nie zostały dotąd wyznaczone.

Uzupełnieniem prób czynionych na tym stanowisku były wykonane przez mgr. D. Członkowskiego opracowania ekwitonalne pierwszego stopnia zdjęć czarno-białych. Wyznaczyły one granice szarości optycznej, podkreślając omówione wyżej szczegóły, lecz nie wniosły istotnych nowych elementów poznawczych.

Badania na omawianym stanowisku w Wilanowie były pierwszą kompleksową próbą zastosowania różnych technik w pracach archeologicznych.

Dzięki uprzejmości PP PKZ oraz WAT możliwe było również przeprowadzenie konfrontacji fotointerpretacji z wynikami badań geofizycznych i archeologicznych. Niewątpliwie do tych prób wybrany został obiekt archeologiczny trudny, ze względu na niewielką liczbę śladów pozostałych po osadzie oraz położenie poszczególnych obiektów zbyt płytkie pod powierzchnią ziemi, co spowodowało duże ich zniszczenie. Kompleksowość badań tego stanowiska powinna mieć miejsce także na innych obiektach ⁷.

⁷ Pragnę podziękować dr. J. R. Olędzkiemu z Instytutu Geografii UW za cenne uwagi związane z interpretacją zdjęć z tego stanowiska.

GNIEW, WOJ. GDAŃSKIE (RYC. 6-8)

W 1978 r. wykonano zdjęcia lotnicze wybranej strefy tego miasta. Celem ich była przede wszystkim próba zlokalizowania dawnego portu za pomocą fotografii panchromatycznej. Na kliszy utrwalono północną część miasta wraz ze współczesnym korytem rzeki Wierzycy. Zdjęcie w skali 1 : 1000 obejmuje powierzchnię około 1,5 km². Materiał, na którym wykonano zdjęcie, oraz brak możliwości porównania ze zdjęciami w innym zakresie promieniowania elektromagnetycznego, zwłaszcza w podczerwieni, nie ułatwia interpretacji. Natomiast dobrze dobrana została skala w stosunku do wielkości interesującego obszaru.



Ryc. 6. Gniew, woj. gdańskie. Zdjęcie panchromatyczne (fragment fotografii panoramicznej)

Oznaczenia zob. ryc. 7

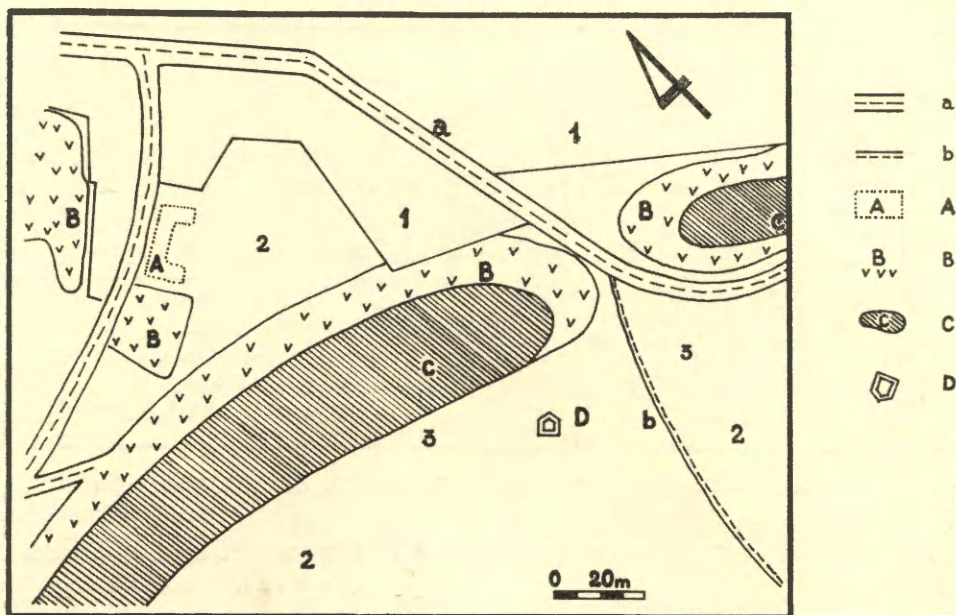
Fot. Archiwum WAT

Fig. 6. Gniew, Gdańsk Voivodeship. Panchromatic picture (a fragment of the panoramic picture)

Descriptions see fig. 7

Phot. WAT archives

Zdjęcie panoramiczne pozwoliło na wstępne prześledzenie zmian biegu Wisły i Wierzycy. Jest to istotny element przy analizie lokalizacji portu. W części pń.-zach. (ryc. 6, pkt B, C) widoczny jest współczesny bieg rzeki Wierzycy oraz teren łąk do niej przyległych (ryc. 6, pkt a, b).



Ryc. 7. Gniezno, woj. gdańskie. Rozrys interpretacyjny fotografii lotniczej (z ryc. 6)
 Objaśnienia: a — droga; b — drogi polne; A — jasne, regularne fototony; B — zarośla;
 C — dawne koryto Wierzycy; D — domniemana baszta; 1 — teren zabudowany; 2 — łąki;
 3 — pastwiska

Rys. I. Modrzewska-Marciniak

Fig. 7. Gniezno, Gdańsk Voivodeship. Interpretation draft of the aerial photography
 (from fig. 6)

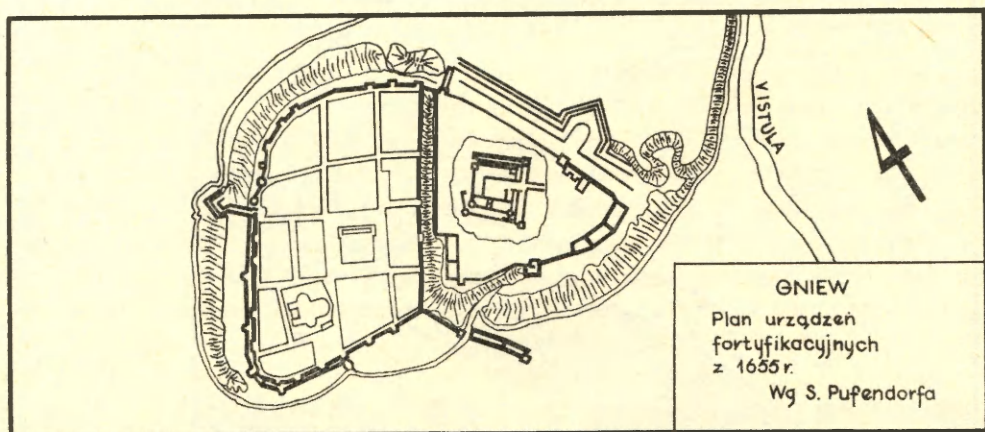
Descriptions: a — public way; b — cart-roads; A — light and regular phototones; B — bushes; C — Wierzyca old river-bed; D — supposed tower; 1 — inhabited area; 2 — meadows; 3 — pasture

Drawn by I. Modrzewska-Marciniak

Wyróżniają się tu dwa miejsca silnie podmokłe, świadczące o zmianach biegu rzeki. Teren ten ograniczony jest drogą biegnącą pod skarpą. Widoczne są też łąki (3) ze śladami użytkowania, zaznaczające się w postaci jasnych, kolistych plam.

Od miejsca rozwidlenia drogi pod skarpą, aż do drogi prowadzącej w kierunku Wisły, widoczne jest „ślepe” odgałęzienie Wierzycy (pkt C), która miała tu niegdyś swoje koryto. W miejscu rozwidlenia dróg zaznacza się owalny, jasny fototon; możliwe że jest on wynikiem działalności ludzkiej. Nieco powyżej widoczny jest taki sam fototon tworzący wyraźnie geometryczny kształt, przypominający otwarty kwadrat (pkt A). Wyróżnia się wydobyty z tła kształt, ze względu na znaczne nawilgoce nie terenu wpływające na ciemniejszy fototon (pkt D).

Powracając do odnogi Wierzycy, najciekawszy z elementów znajduje się na północ od jego półkolistego zamknięcia. Teren ten, odznaczający się znaczną podmokłością, ma charakter łąki z widocznym na niej nie-



Ryc. 8. Plan Gniewa z 1655 r. wg S. Pufendorfa, oprac. I. Strzelecka

Rys. I. Modrzevska-Marciniak

Fig. 8. Scetch of Gniew from 1655 according to S. Pufendorf by I. Strzelecka

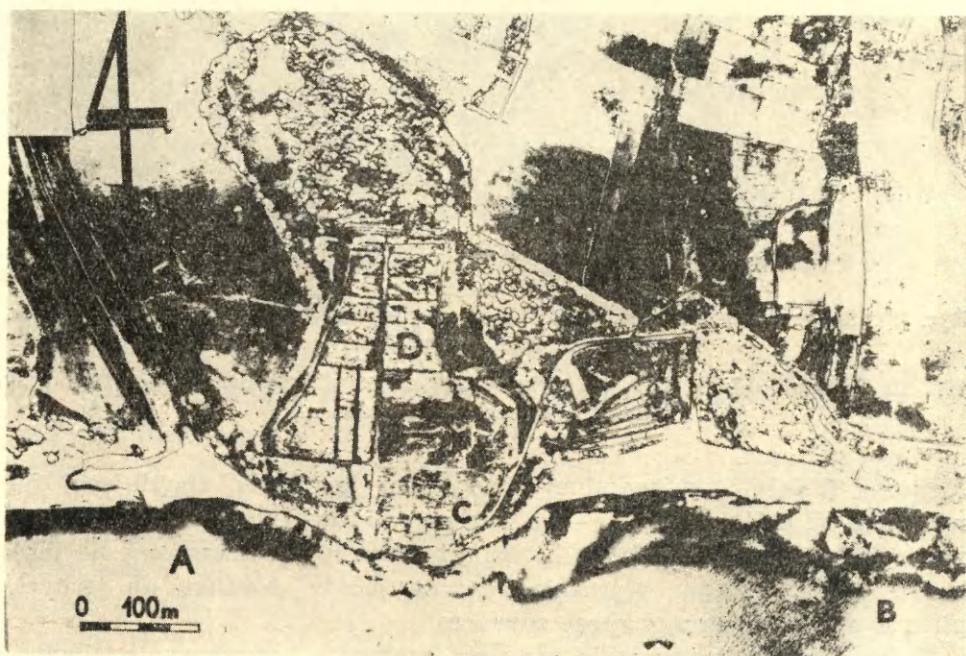
Drawn by I. Modrzevska-Marciniak

dużym oczkiem wody. Element, który zwraca uwagę, ma kształt pięcokąta o przekątnej wewnątrz figury około 8 m, a z obwodem ok. 10 m. Kształt ten można by więc identyfikować z poszukiwaną wieżą-bastionem, która na planie F. Getkanta z 1635 r. odznacza się właśnie podobną formą. Z planu tego wynika też, że wieża usytuowana była na wyspie, co nie jest wykluczone w związku ze zmianą koryta rzek przepływających niegdyś w sąsiedztwie miasta (Z. Strzelecka 1982, ryc. 6 oraz s. 56). Jeżeli więc przyjąć, że plan oddaje realia ówczesnej sytuacji, to wyspa mogła znajdować się w ujściu Wierzycy do Wisły. Możliwe iż tu także należy szukać założeń portowych. Nowe elementy wprowadza plan S. Pufendorfa z 1655 r., na którym poszukiwana wieża znajduje się mniej więcej w tym samym miejscu wraz z ulokowanymi po przeciwnej stronie Wierzycy innymi założeniami (ryc. 6, pkt. c). Niewykluczone, iż tak zostały przezeń zaznaczone założenia portowe. Prawdopodobnie jednak autor planu źle ocenił długość Wierzycy, która „postępując” za cofającą się Wisłą nie mogła na tyle, na ile wynikałoby to z owego planu, w ciągu 20 lat dzielących powstanie obu planów, „oddalić” się od miasta.

Na zdjęciu panoramicznym, na wschód od omawianego rejonu, widoczny jest teren, na którym zaznacza się odnoga Wisły; natomiast na północ od drogi aż do promu znajdują się dużej wielkości oka wody na terenie również odznaczającym się znaczną podmokłością. Świadczą one najlepiej o zmianach stosunków wodnych na omawianym terenie; niegdyś płynęła tędy Wisła. Hipotetyczna lokalizacja portu u zbiegu Wierzycy i Wisły nie jest więc bezzasadna, jednakże wymaga ona sprawdzenia przez prace sondażowe.

SELINUNT NA SYCYLII (WŁOCHY, RYC. 9 i 10)

W przypadku tego późnoantycznego miasta mamy do czynienia z odmiennym problemem fotointerpretacji, związanym z nieco inną techniką opracowania zdjęć. Na stanowisku tym prowadzone były w 1974 r., w ramach umowy międzynarodowej Polskiej Akademii Nauk i Centro Nazionale delle Ricerche, badania archeologiczno-geofizyczne. Dla opracowania ekwitonalnego udostępniono stronie polskiej negatyw zdjęcia lotniczego. Próby podjęto w związku z weryfikacją terenu objętego pracami geofizycznymi oraz poszukiwaniem zmierzającym do lokalizacji portu antycznego. Opracowanie ekwitonalne zdjęć wykonane zostało przez D. Członkowskiego. Z dwóch stopni opracowania ekwitonalnego uzyskano obraz czarno-biały i barwny⁸. Badaniami geofizycznymi objęto rejon



Ryc. 9. Selinunt (Sycylia, Włochy). Zdjęcie wykonane z negatywu otrzymanego z Centro Nazionale delle Ricerche w Rzymie do opracowania ekwitonalnego (laboratoryjnego), obejmujące rejon antycznego miasta i wybrzeża (skala przybliżona)
 Objaśnienia: A — rozrys linii wybrzeża; B — hipotetyczna lokalizacja portu; C — Akropol;
 D — dzielnica Manuzza

Fig. 9. Selinunt (Sicily, Italy). The picture made from negative received from Centro Nazionale delle Ricerche in Rome for equitone elaboration (laboratory elaboration) which presents ancient area of the city and coast (approximated scale)
 Descriptions: A — the coast line; B — hipotetical location of harbour; C — acropolis;
 D — Manuzza district

⁸ Interpretacja zaprezentowana została przeze mnie na sympozjum w Wenecji w 1980 r., por. I. Modrzewska-Marciniak, D. Monna, J. Przeniosło 1981, s. 99-105. Na temat Selinuntu por. A. Wąsowicz 1982, s. 233-234, ryc. 58-60.



Ryc. 10. Selinunt (Sycylia, Włochy). Opracowanie ekwitonalne fragmentu rejonu Manuzza (skala przybliżona)

Fig. 10. Selinunt (Sicily, Italy). Equitone elaboration of the part of the Manuzza district (approximated scale)

Manuzza (dzielnicy mieszkalnej stroczytnego Selinuntu, znajdującej się na północ od linii wybrzeża — ryc. 10); na podstawie rozdziałów gęstościowych można odczytać jedynie litologię terenu. Skały zaznaczają się jako bardzo ciemne plamy, wyraźnie kontrastując w stosunku do jasnych plam w obrębie terenu objętego zdjęciem.

Więcej uwagi poświęcono rejonowi wybrzeża; opracowanie ekwitonalne pozwoliło na wydzielenie tam wyraźnych lineamentów (zdjęcie podstawowe w skali 1 : 1000). Na zachód od Akropolu można wydzielić szczególnie na podstawie barwnych opracowań granice łąd, szelfu przybrzeżnego oraz różnice w głębokości morza (ryc. 9, pkt A). Kształty wytyczone przez te lineamenty nie wskazują jednak na obecność pod wodą pozostałości jakichkolwiek konstrukcji. W przeciwieństwie do tego rejonu na wschód od Akropolu obraz lineamentów jest bardzo złożony. Tworzą one różne formy, które mogą być związane z morfologią wybrzeża, jak również z pozostałościami portu (ryc. 9, pkt B). Szczególnie zwraca uwagę forma w kształcie „kowadła”, uwidoczniona w ostatecznym procesie opracowania ekwitonalnego. Taka lokalizacja ewentualnego portu

mogłaby mieć w pełni uzasadnienie, zważywszy na sytuację topograficzną Selinuntu. Jednakże przypuszczenie to wymaga sprawdzenia przez badania podwodne, które, o ile mi wiadomo, nie były przeprowadzone.

* * *

Przedstawione wyniki w zakresie interpretacji zdjęć dotyczących czterech różnych kulturowo i chronologicznie stanowisk nasuwają wiele uwag natury ogólniejszej, które powinno się uwzględnić w momencie wykonywania zdjęć lotniczych na potrzeby archeologii, jak również przy ich interpretacji. Niewątpliwie archeolog znający obiekt powinien określić optymalną skalę zdjęcia (pilot winien dostosować do tych wymogów ogniskową kamery i wysokość lotu). Cechy poszczególnych rodzajów materiałów filmowych niestety wciąż jeszcze są barierą przy wykonywaniu dowolnych powiększeń. Ponieważ wykonywanie zdjęć podejmowane będzie w przyszłości na większą skalę i wymagać będzie rozszerzenia o próby fotogrametryczne, wymogi techniczne stawiane zdjęciom muszą być większe. Możliwość zastosowania różnych technik fotograficznych na jednym stanowisku jest warunkiem koniecznym w przypadku, gdy nie jest możliwe wielokrotne fotografowanie obiektu. Należy przy tym uwzględnić zwłaszcza odpowiednią porę roku i dnia, tak aby zdjęcie charakteryzowało się wysoką kontrastowością. Celem zoptymalizowania takich warunków należałoby przeprowadzić serię badań na różnego typu obiektach archeologicznych.

Przykładem może być omawiane wyżej zdjęcie Gniewa, które pomimo dużej ziarnistości powiększenia pozwoliło na stwierdzenie celowości podjęcia dalszych prób w tym zakresie. Dlatego w 1980 r., na podstawie negatywów otrzymanych z Głównego Zarządu Topograficznego WP, zdecydowano się na wykonanie w Ośrodku Przetwarzania Danych Lotniczych i Satelitarnych w Warszawie analizy gęstości optycznej za pomocą przeglądarki adytywnej⁹. Ponieważ zazwyczaj nie jest możliwe powtarzanie nalotów na ten sam obiekt, należy skupić uwagę na możliwości odczytywania danych zakodowanych w zdjęciach. Uwaga powinna być skoncentrowana na selekcjonowaniu danych po ustaleniu zależności między badanymi cechami jakościowymi a ilościowymi. Dla uzyskania tego celu należy postępować wg pewnej ustalonej kolejności, uwzględniając

⁹ Przeprowadzenie prób w Ośrodku Przetwarzania Danych Lotniczych i Satelitarnych w Warszawie możliwe było dzięki dr. R. Kaczyńskiemu. Otrzymano wiele przeźroczy ekwitalnych dużego formatu, pozwalających na wyodrębnienie liniowych konturów obiektu objętego zdjęciem. Próbną interpretacją otrzymanego materiału zaprezentowana została na X Ogólnopolskiej Konferencji Fotointerpretacji w Gdańsku w 1981 r. Dodatkowe zdjęcia Gniewa w skali 1 : 10 000, znajdujące się w posiadaniu IHKM, otrzymano z Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii w Warszawie.

następujące cechy rozpoznawcze: określić kontur obrazu, wielkość obrazu, fototon, ewentualnie barwę obrazu (np. przy zdjęciach spektro-strefowych), wyodrębnić cienie, ustalić zależność pomiędzy wymienionymi cechami w stosunku do podłoża.

Celem przeprowadzenia poprawnej interpretacji należy rozpocząć pracę od systematycznego eliminowania następujących elementów krajobrazu: sieci dróg, rzek, jezior, rzeźby terenu, szaty roślinnej, upraw oraz osadnictwa współczesnego i przemysłu¹⁰. Często kształt obiektu związany jest z jego pochodzeniem; obiekty stanowiące wynik działalności ludzkiej mają zazwyczaj kształt geometryczny, podczas gdy obiekty naturalne odznaczają się większą nieregularnością. Nie można jednak wykluczyć, iż nieregularny fototon jest związany również z działaniem człowieka.

W przeprowadzeniu analizy interpretacyjnej obowiązuje zasada od szczegółu do ogółu (A. Świątkiewicz 1979, s. 241-254). Można tu wyróżnić następujące stopnie fotointerpretacyjne: identyfikacja obiektów, analiza teoretycznego klasyfikowania, określenie współzależności między obiektami, synteza opisowa i graficzna.

Jednym z najważniejszych kryteriów interpretacji są fototony, wpływające na zróżnicowanie obrazu, a wynikające z wielu przyczyn, jak np. różnego stopnia erozji, wilgotności, intensywności wegetacji roślin itp. Te i inne cechy obrazu rejestrowanego terenu są od siebie zależne.

Największe zobiektywizowanie interpretacji można uzyskać przez zastosowanie aparatury selekcyjnej granice fototonalne. Wydaje się, że w tym kierunku powinny postępować dalsze kroki w zakresie fotointerpretacji archeologicznej.

WYKAZ CYTOWANEJ LITERATURY

Wykaz skrótów

- ARA — Aerial Reconnaissance for Archaeology, London
DA — Document Archeologia, Paris

Literatura

- Agache E.
1973 *L'archéologie aérienne dans le nord de la France, perspectives nouvelles*, [w:] DA, nr 1, s. 15-23.
1975 *Aerial reconnaissance in northern France*, [w:] ARA, London, s. 70-77.
Amadesi E.
1977 *Fotointerpretazione e aerofotogrammetria*, Bologna.

¹⁰ Zasady interpretacji archeologicznej muszą nawiązywać do stosowanych od dawna w geologii. Na ten temat por. S. Ostaficzuk 1978, s. 63-188; E. Amadesi 1977.

- Baradez J.
1949 *Fossatum Africae. Recherches aériennes sur l'organisation des confins Sahariens à l'époque romaine*, Paris.
- Baranowska T., Ciołkosz A.
1975 *Automatyzacja procesu interpretacji zdjęć lotniczych i satelitarnych*, „Geologia za granicą”, nr 4 (64), s. 15-23.
- Boven H. C.
1975 *Air photographs and the study of ancient fields in England*, [w:] ARA, London, s. 105-118.
- Brongers J.
1976 *Air photography and celtic fields research in the Netherlands* (w serii: Nederlandese Oudheden 6, Amersfoot.
- Chevalier R.
1977 *Un programme de cartes archéologiques de la France*, [w:] *Dossier de l'Archéologie*, nr 22, s. 142-146.
- Ciołkosz A., Miszalski J., Olędzki J. R.
1978 *Fotointerpretacja zdjęć lotniczych*, Warszawa.
- Crawford O. G. S.
1933 *Some recent discoveries*, „Antiquity”, t. 7, s. 290-296.
1939 *Air reconnaissance of roman Scotland*, „Antiquity”, t. 13, s. 280-292.
- Daissé J.
1977 *Manuel d'archéologie aérienne*, Paris.
- Goguy R.
1973 *Quatorze années d'archéologie aérienne en Bourgogne*, [w:] DA, nr 1, s. 32-39.
- Młynarczyk H.
1980 *Badania wczesnośredniowiecznej osady Warszawa-Wilanów, stan. 13 „Pa-sieka” w latach 1976-1978*, „Sprawozdania Archeologiczne”, t. 22, s. 197-204.
- Modrzevska-Marciniak I.
1980 *Wykorzystanie nowych technik fotografii lotniczej dla celów archeologicznych*, „Informator Techniki Wojsk Lotniczych”, nr 57, Warszawa, s. 75-92.
1983 *Wilanów. Wstępne opracowanie wyników badań z zastosowaniem foto-interpretacji w archeologii*, [w:] *Dokumentacja teledetekcyjna*, Prace Uniwersytetu Śląskiego nr 575, Katowice, s. 208-216.
- Modrzevska-Marciniak I., Monna D., Przeniosło J.
1981 *Prospezioni archeologico-geofisiche italo-polacche eseguite in Italia nei ultimi anni*, [w:] *Le origini di Venezia*, Venezia, s. 99-105.
- Ostaficzuk S.
1978 *Fotogeologia*, Warszawa, s. 63-188.
- Ostoja-Zagórski J.
1980 *Perspektywy wykorzystania fotointerpretacji zdjęć lotniczych w podstawowych badaniach osadniczych*, „Sprawozdania Archeologiczne”, t. 23, s. 291-293.
- Pinker N.
1975 *Some technical aspects of film emulsion in relation to the analysis and interpretation of aerial photographs*, [w:] ARA, London, s. 34-46.
- Poidebard A.
1934 *Le trace de Rome dans le desert de Syrie*, t. 1-2, Paris.
- Rajewski Z.
1959 *Helikoptery w badaniach archeologicznych*, „Wiadomości Archeologiczne”, t. 26, z. 1-2, s. 281-287.

Saint Joseph J. K. S.

1973 *La photographie aérienne et l'archéologie*, [w:] DA, nr 1, s. 67-72.

Schmiedt G.

1970 *Atlante aerofotografico delle sedi umane in Italia. Le sedi antiche scomparse*, Firenze.

1973 *Panorama des applications de la photographie aérienne en Italie dans le domaine de la topographie historique*, [w:] DA, nr 1, s. 96-107.

Scollar I.

1975 *Technique l'informatique appliqué à la photographie aérienne*, [w:] *Dossier de l'Archéologie*, nr 22, s. 78-87.

Strzelecka I.

1982 *Gniew*, Wrocław.

Szafrański W.

1964 *La photographie aérienne archéologique en Pologne*, [w:] *Colloque International d'archéologie aérienne*, Paris, s. 147-149.

Świątkiewicz A.

1979 *Fotogrametria*, Warszawa.

Tabbagh A.

1977 *Noyen-sur-Seine, habitat néolithique de fond de vallée alluviale. II Prospections thermiques et électriques*, „Gallia Préhistoire”, t. 20, z. 1, s. 271-280.

Wąsowicz A.

1982 *Zagospodarowanie przestrzenne antycznych miast greckich*, Wrocław, s. 233-234.

IWONA MODRZEWSKA-MARCINIAK

TEST OF AERIAL PHOTOGRAPHY OVER CHOSEN ARCHAEOLOGICAL SITES

Summary

The paper presents results of photointerpretation on archaeological sites: Biskupice and Wilanów in Warsaw province, Gniew in Gdańsk province and Selinunt in Italy. It contains short description of historical application of aerial photography for archaeological purposes and more important discoveries in Poland and other European countries during first quarter of our century (Z. Rajewski 1959, p. 281-287; W. Szafrański 1964, p. 147-149; T. Baranowska, A. Ciołkosz 1975, p. 15-23).

Because of important of photointerpretation methods and their publications aerial photography can be employed for different cases, as follow:

- initial archaeological recognition;
- supervision of excavations;
- photogrametric measurements;
- reconstruction of environment;
- listing of archaeological excavations.

New photographic technics and mostly multispectral photography technique, enables differentiation of quantities of features related to terrain pattern, on the ground of phototones or/and colours. The element that enables interpretation lies in differentiation of terrain pattern because of past or present human activity. Characteristic features usefull for interpretation came from differences in growings sizes, landforme strongly marked by shadows, different saturation of soil and diffe-

rent rate of snow melting. Interpretation process is simplified in nowadays, by specialized devices as additive slide viewer, which enables receiving contour patterns of pictures on the base of computer analysis their densities (A. Świątkiewicz 1979).

The paper presents results of photointerpretation received on chronologically different archaeological sites.

In 1976, in Biskupice (Warsaw province) multispectral aerial photography was used to outrange terrain with rest of thousand fire-places coming from late pre-Roman and Roman period (fig. 1-3). The phototones being received on infrared pictures, were not confirmed by excavation.

In 1977, medieval colony XIth-XIIIth centuries Warsaw-Wilanów was photographed in few ranges of visible radiation (fig. 4 and 5). Photointerpretation results were completed with results received from electro-resistance method in order to list set of feature as base for next pictures interpretation. The pictures realized during excavations, and their interpretation gave proper recognition of lithosphere.

As the next Gniezno in Gdańsk province (fig. 6-8) was described on the base of equidensity elaboration its panchromatic and panoramic pictures. As the results a bastion shape was recognized but additionally XVIIIth century plans were used in time of interpretation. Hypothetical conclusion about existence and location of harbour at mouth of Wierzyca to Vistula rivers should be confirmed by excavations.

As the last example of interpretation, ancient city Selinunt on Sicily (Italy) is presented (fig. 9 and 10). As a results of pictures elaboration, one has received line-like seashore, where could be placed ancient harbour. Seashore patterns confirms this assumption (I. Modrzewska-Marciniak, D. Monna, J. Przeniosło 1981, p. 99-105).

Presented suggestions concerning aerial photography enable systematization of distinctive features and demands for aerial photography relative to dimensions and type of archaeological object. Future investigations in the matter, should increase participation of photographic technics and technical methods of interpretation for resamble objects investigation that are placed in different terrain conditions.

Translated by Iwona Modrzewska-Marciniak

Adres Autorki:

dr Iwona Modrzewska-Marciniak

Zakład Archeologii Antycznej

Instytutu Historii Kultury Materialnej PAN

Al. Świerczewskiego 105, 00-140 Warszawa

