

**INSTYTUT PRAHISTORII UNIWERSYTETU IM. ADAMA MICKIEWICZA**

**OŚRODEK OCHRONY DZIEDZICTWA ARCHEOLOGICZNEGO**

**MUZEUM ARCHEOLOGICZNE W BISKUPINIE**

**POZNAŃSKIE TOWARZYSTWO PREHISTORYCZNE**

# **Biskupin... i co dalej?**

**Zdjęcia lotnicze w polskiej archeologii**

REDAKCJA

JACEK NOWAKOWSKI

ANDRZEJ PRINKE

WŁODZIMIERZ RĄCZKOWSKI

POZNAŃ 2005

ABSTRACT: Jacek Nowakowski, Andrzej Prinke, Włodzimierz Rączkowski (eds), *Biskupin... i co dalej? Zdjęcia lotnicze w polskiej archeologii* [Biskupin... and what next? Aerial photographs in Polish archaeology]. Instytut Prahistorii UAM, Ośrodek Ochrony Dziedzictwa Archeologicznego, Muzeum Archeologiczne w Biskupinie, Poznańskie Towarzystwo Prehistoryczne, Poznań 2005, pp. 522, fig. & phot. 199, colour plates 142. ISBN 83-916342-2-1. Polish text with English summaries and captions.

These papers present examples of the application of aerial photography in Poland and some other European countries. The authors discuss several issues including the history of Polish aerial archaeology, the conditions of its usefulness in Polish archaeology, certain contemporary technological resources that increase the effectiveness of the information in the photographs, the complex problems of photointerpretation and the closely related question of how to archive them and make them available, the universal uses of photographs in conservation work and in research practice. Aerial photographs also allow to look at archaeology from a different perspective, thus they can be a good basis for re-conceptualisation of many fundamental problems, such as methods of cultural landscape studies.

Recenzenci:

prof. dr hab. Bogusław Gediga  
prof. dr hab. Sławomir Kadrow

© Copyright by Jacek Nowakowski, Andrzej Prinke, Włodzimierz Rączkowski 2005  
© Copyright by Authors

Publikację wydano przy finansowym wsparciu Wielkopolskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków, Dziekana Wydziału Historycznego UAM, Fundacji UAM, Aerial Archaeology Research Group oraz ze środków projektu *European Landscapes: Past, Present and Future* (Ref. No 2004-1495/001-001 CLT CA22) realizowanego w ramach programu Culture 2000.

Adjustacja streszczeń i tłumaczenie podpisów: Joanna Haracz-Lewandowska  
Skład i łamanie: ad rem, Poznań – Jacek Tomczak

Projekt okładki: Jolanta i Konrad Królowie

ISBN 83-916342-2-1

Wydawca:

ad rem

ul. Słowiańska 38A/6

61-664 Poznań

tel./fax +48/61 826 78 44

e-mail: adrem@echostar.pl

## Spis treści

Jacek Nowakowski, Andrzej Prinke, Włodzimierz Rączkowski, <i>Latać, latać i... interpretować: problemy i perspektywy polskiej archeologii lotniczej</i> .....	11
---	----

### Część I: Trochę historii – czy tylko Biskupin?

Wojciech Piotrowski, <i>Wykopaliska biskupińskie z lotu ptaka – próba podsumowania</i> .....	27
Lidia Żuk, <i>Dokąd prowadzisz Biskupinie?</i> .....	51
Dariusz Krasnodębski, <i>Pamiętkowy album z polskimi zdjęciami lotniczymi z lat 1923-1929</i> .....	71
Agnieszka Dolatowska, Danuta Prinke, <i>Do trzech razy sztuka: próba interpretacji zdjęć lotniczych z Kotliny Toruńsko-Bydgoskiej</i> .....	81

### Część II: Zdjęcia lotnicze i technologia

Sławomir Królewicz, <i>Charakterystyka wybranych cech współczesnych średnio- i wysokorozdzielczych danych teledetekcyjnych</i> .....	101
Jerzy Miałdun, <i>Wymiar fraktalny zobrazowań teledetekcyjnych krajobrazu ekologicznego, poddanego antropopresji</i> .....	109
Jerzy Miałdun, <i>Wstępna koncepcja struktury systemu pozyskiwania danych w trakcie rekonesansu lotniczego i ich transmisji do Internetu w czasie rzeczywistym</i> .....	117

### Część III: Problemy z interpretacją

Lidia Żuk, <i>W poszukiwaniu salomonowego rozwiązania, czyli o tym, kto powinien interpretować zdjęcia lotnicze – słów kilka</i> .....	125
Andrzej Kijowski, Stefan Żynda, <i>Struktury glacialne i peryglacialne jako tło dla archeologicznej interpretacji zdjęć lotniczych</i> .....	145
Krzysztof Maciejewski, <i>Wrózenie z fusów? Dylematy fotografującego obiekty archeologiczne</i> ..	157

### Część IV: Archiwizacja i udostępnianie zdjęć lotniczych w archeologii

Wiesław Stępień, <i>„Karta obserwacji terenu z góry”</i> .....	165
Katarzyna Bronk-Zaborowska, Andrzej Prinke, Lidia Żuk, <i>A<sub>Ph</sub>_Max – baza danych o zdjęciach lotniczych dla potrzeb archeologii</i> .....	171
Andrzej Prinke, <i>Zaplecze informacyjne w zastosowaniach metody archeologicznego rekonesansu lotniczego</i> .....	183
Jerzy Miałdun, Izabela Mirkowska, Włodzimierz Rączkowski, <i>Wczesnośredniowieczne założenia obronne w Polsce północno-wschodniej: projekt systemu informacji archeologicznej</i> .....	193

### Część V: Zdjęcia lotnicze w praktyce konserwatorskiej

Zbigniew Kobyliński, Krzysztof Misiewicz, Dariusz Wach, <i>„Archeologia niedestrukcyjna” w północno-wschodniej Polsce</i> .....	205
Piotr Górny, Małgorzata Przybyszewska, Jacek Wysocki, <i>Weryfikacja terenowa zdjęć lotniczych</i> .....	237
Wojciech Sosnowski, <i>Dokumentacja fotolotnicza w archeologii ziemi chełmińskiej. Pierwsze doświadczenia, możliwości, perspektywy</i> .....	241
Andrzej Prinke, Włodzimierz Rączkowski, Bogdan Walkiewicz, <i>Archeologiczny zwiad lotniczy wzdłuż trasy planowanej autostrady A2 w granicach dawnego woj. poznańskiego</i> .....	247

Jacek Nowakowski, <i>Znaczenie zdjęć lotniczych w konserwatorstwie archeologicznym na przykładzie stanowiska archeologicznego w Osiecznej (stan. 4)</i> . . . . .	257
Tomasz Burda, <i>Archeologiczna apokalipsa. Wykorzystanie fotografii lotniczej w ocenie zniszczeń na stanowiskach archeologicznych w Iraku</i> . . . . .	263

## **Część VI: Od zdjęć lotniczych do wieloaspektowych i zintegrowanych badań: dorobek i perspektywy**

Andrzej M. Wyrwa, <i>Zdjęcia lotnicze w tekneńskim kompleksie osadniczym oraz ich weryfikacja archeologiczno-architektoniczna i osadnicza</i> . . . . .	271
Krzysztof Maciejewski, Włodzimierz Rączkowski, <i>Jamy, jamy... lecz nie tylko: wyniki archeologicznego rozpoznania lotniczego w Wielkopolsce w latach 2001-2002</i> . . . . .	283
Barbara Stolpiak, Włodzimierz Rączkowski, <i>Opactwo pocysterskie w Bierzwniku, woj. zachodniopomorskie a zdjęcia lotnicze – oczekiwania i możliwości</i> . . . . .	297
Kazimierz Grażawski, <i>Zdjęcia lotnicze w archeologicznej praktyce badawczej Muzeum w Brodnicy</i> . . . . .	311
Dariusz Krasnodębski, <i>Lotnicza prospekcja archeologiczna w dorzeczu Odry, przeprowadzona w 1999 roku</i> . . . . .	317
Krzysztof Wieczorek, <i>Widać, nie widać – czy pilot może zostać archeologiem?</i> . . . . .	321
Marcin Dziewanowski, Lidia Żuk, <i>Zaległości „nie do odrobienia”?</i> <i>Przyczynek do przydatności zdjęć lotniczych w badaniach terenowych na przykładzie stan. 5 w Mierzynie, woj. zachodniopomorskie</i> . . . . .	327
Rafał Gradowski, <i>Fotografia lotnicza w archeologii a problem wczesnośredniowiecznego osadnictwa obronnego na terenie miasta Człuchowa</i> . . . . .	337
Miłosz Giersz, Maciej Słomczyński, Mariusz Ziółkowski, <i>Archeologia lotnicza w polskich badaniach archeologicznych w Andach</i> . . . . .	341
Violetta Julkowska, Włodzimierz Rączkowski, <i>Zobaczmy przeszłość! Zdjęcia lotnicze w dydaktyce historii</i> . . . . .	353

## **Część VII: Zdjęcia lotnicze i krajobraz kulturowy**

Wiesław Stępień, <i>Fotografia lotnicza w ochronie krajobrazu kulturowego</i> . . . . .	373
Paul M. Barford, <i>Tworzenie krajobrazu: archeologia osadnicza z lotu ptaka?</i> . . . . .	379
Grzegorz Kiarszys, <i>Osadnictwo czy krajobraz kulturowy: konsekwencje poznawcze korelacji wyników badań powierzchniowych i rozpoznania lotniczego</i> . . . . .	389

## **Część VIII: Jak się to robi w Europie?**

Robert Bewley, <i>Archeologia lotnicza – kilka myśli na przyszłość</i> . . . . .	399
Rog Palmer, <i>Dlaczego niezbędna jest interpretacja zdjęć lotniczych i wykonywanie map?</i> . . . . .	407
Ralf Schwarz, Günter Wetzel, <i>Archeologia lotnicza w Niemczech – z historii badań</i> . . . . .	413
Michael Doneus, <i>Archeologia lotnicza w Austrii</i> . . . . .	439
Martin Gojda, <i>Archeologia lotnicza w Czechach w końcu XX wieku:</i> <i>integracja studiów nad krajobrazem kulturowym a archeologia nieinwazyjna</i> . . . . .	449
Ivan Kuzma, <i>Archeologia lotnicza na Słowacji</i> . . . . .	457
Lis Helles Olesen, <i>Archeologia lotnicza w Danii</i> . . . . .	479
Romas Jarockis, <i>Fotografia lotnicza, archeologia i dziedzictwo kulturowe na Litwie</i> . . . . .	489
Juris Urtāns, <i>Fotografia lotnicza w archeologii na Łotwie</i> . . . . .	495
Indeks nazw osobowych . . . . .	499
Indeks nazw geograficznych . . . . .	507
Lista adresowa autorów . . . . .	517

## *Archeologia lotnicza w Austrii*

### 1. Wstęp

W praktyce archeologicznej w Austrii obserwuje się wzrost roli prospekcji z zastosowaniem nieinwazyjnych metod, takich jak: archeologia lotnicza, teledetekcja, pomiary terenowe i rozpoznanie geofizyczne. Szczególnie w minionej dekadzie rozwinął się ścisły związek archeologii lotniczej i prospekcji geofizycznej. Rozwój i instytucjonalizacja prospekcji archeologicznej dokonały się głównie na Uniwersytecie Wiedeńskim oraz w Centralnym Instytucie Meteorologii i Geodynamiki w Wiedniu. Prospekcję archeologiczną przeprowadzają archeolodzy posiadający doświadczenie z zakresu kilku innych dyscyplin, np. informatyki, fotogrametrii, geodezji, geologii i geofizyki. Badania te są prowadzone równoległe do ogólnie przyjętej metodyki archeologicznej, w oparciu o dodatkowe kontrakty. W ciągu ostatnich pięciu lat wykłady na temat technik prospekcyjnych znalazły się w Austrii w programie studiów archeologicznych.

Chociaż w naszej codziennej praktyce stosuje się wszystkie nieinwazyjne metody prospekcji archeologicznej, w niniejszym artykule zajmę się wyłącznie rozwojem i stanem obecnym austriackiej archeologii lotniczej.

### 2. Historia archeologii lotniczej w Austrii

Za twórcę dzisiejszej archeologii lotniczej uważa się O. G. S. Crawforda. W marcu 1923 roku wygłosił on wykład w Królewskim Towarzystwie Geograficznym (Royal Geographic Society), na którym przedstawił zdjęcia lotnicze tzw. pól celtyckich (Celtic fields), czyli pradziejowych systemów pól w okolicy Windmill Hill. W rok później, na terenie hrabstwa Wessex, Crawford zrealizował pierwszy program systematycznych lotów dla potrzeb archeologii (Crawford, Keiller 1928).

Gdy wiedeński amator archeologii, J. Czech von Czechenherz, zapoznał się w 1924 roku z osiągnięciami Crawforda, niezwłocznie zdecydował się na podobny lot w okolicach Wiednia (Windschbauer 1999). W innych krajach na potrzeby archeologii można było wykorzystać miejscowy potencjał lotnictwa wojskowego, lecz Austria, na mocy układu pokojowego z St. Germain, nie mogła wówczas posiadać własnych sił powietrznych. J. Czech von Czechenherz musiał więc szukać innych sposobów pozyskania sprzętu latającego i w rezultacie wynajął samolot Junkers, należący do przedsiębiorstwa transportowego, utrzymującego połączenie lotnicze między Wiedniem a Monachium. Dzięki jego wykorzystaniu, J. Czech von Czechenherz przeprowadził obserwacje i sfotografował szereg znanych już uprzednio stanowisk archeologicznych; zdjęcia te niestety nie zachowały się. E. Nischer-Falkenhof przeprowadził pierwszą inwentaryzację kartograficzną zdjęć lotniczych, wykonanych dla potrzeb archeologii na terenie Austrii. W 1931 roku Bundesamt für

Eich- und Vermessungswesen wykonał dla niego zdjęcia pionowe grodziska Braunsberg koło Hainburga. Wykonując przerysy bezpośrednio ze zdjęć, naniósł on na mapę zarys wałów tego grodziska (Mitscha-Mährheim 1950), a także wykonał plan na potrzeby swych późniejszych badań wykopaliskowych (Nischer-Falkenhof, Mitscha-Mährheim 1932). W 1933 roku dentysta F. Hautmann, późniejszy współzałożyciel Burgenländisches Landesmuseum, rozpoczął loty zwiadowcze, używając sportowego samolotu swych przyjaciół. Wykonywał on zdjęcia stanowisk archeologicznych w rejonie Mattersburga, Draßburga (ryc. 1), Eisenstadt, Krensdorfu, Großhöflein, Steinbrunn i Wiener Neustadt (Kaus 1990).

Od 1935 roku Austrii ponownie zezwolono na posiadanie własnego lotnictwa wojskowego. E. Swoboda, członek załóg lotniczych podczas I wojny światowej, mógł teraz użyć zasobów wojskowych, by w końcu lat 30. wielokrotnie sfotografować rzymskie ruiny Carnuntum. Po tzw. Anschlussie (przyłączeniu Austrii do Rzeszy) w 1938 roku udało mu się nawet pozyskać Luftwaffe (niemieckie lotnictwo wojskowe) do zrealizowania kolejnych lotów zwiadowczych (Harl 1992). Druga wojna światowa położyła kres tym skromnym początkom austriackiej archeologii lotniczej.



Ryc. 1. Tzw. „Taborac” w Draßburgu, według zdjęcia wykonanego 11 listopada 1933 roku przez F. Hautmanna. Obecnie grodzisko jest całkowicie zniszczone (Dział Archeologiczny, Burgenländisches Landesmuseum).

W 1955 roku, na mocy podpisanego wówczas Austriackiego Traktatu Państwowego, Austria odzyskała suwerenność swej przestrzeni powietrznej. Kilka lat później, w 1961 roku, G. Spitzer założył sekcję archeologii lotniczej w ramach Austriackiego Towarzystwa Pre- i Protohistorycznego. Jego zamiarem było udzielanie pomocy członkom Towarzystwa w pozyskiwaniu zdjęć lotniczych oraz realizacja prac badawczych z zakresu archeologii lotniczej (Friesinger 1969). W tym samym roku nawiązano kontakt z bazą wojskową w Langenlebarndorf (Bohly 1982) i doprowadzono do podpisania oficjalnego porozumienia o współpracy. Po kilku latach H. Friesinger został przewodniczącym sekcji. Ponieważ odbywał on służbę wojskową w bazach lotniczych w Zeltweg i Langenlebarndorf, mógł zacieśnić te kontakty, dzięki czemu zdołano wykonać liczne zdjęcia pionowe i ukośne. Do roku 1969 wykonano około 400 zdjęć różnych, interesujących pod względem archeologicznym, obszarów.

W latach 70. szereg innych osób rozpoczęło realizację lotów zwiadowczych. Być może najlepsze rezultaty uzyskał geograf L. Beckel, fotografując wiele stanowisk dla potrzeb austriackich archeo-

logów. Jego fotografie odznaczają się wysoką jakością, dzięki czemu trafiły do wielu publikacji (Vorbeck, Beckel 1973; Beckel 1981; Beckel, Harl 1983). Wykorzystano je również jako podstawę do opracowania mapy rzymskiego miasta Virunum (Harl 1992). W latach 1978-1984 Austriacka Fundacja Nauki sfinansowała projekt sporządzenia mapy starożytnego Carnuntum. Celem projektu było przygotowanie mapy w skali 1:2000, zawierającej wszystkie widoczne na zdjęciach lotniczych ślady. Podstawą dla tej mapy były zdjęcia dające pełne pokrycie terenu Carnuntum, wykonane przez archeologów M. Kandra i W. Jobsta. Rektyfikacji zdjęć dokonano w ścisłej współpracy z Wiedeńskim Instytutem Fotogrametrii i Teledetekcji (Jobst *et al.* 1983; Pauli 1983; Schedivy 1986; Waldhäusl, Kraus 1985). Prac tych nie kontynuowano z powodu braku środków budżetowych.

W 1978 roku H. Friesinger został mianowany profesorem zwyczajnym w Instytucie Pre- i Protohistorii w Wiedniu. Podjął wykłady poświęcone archeologii lotniczej oraz rozpoczął prace nad rozbudową sekcji archeologii lotniczej, która w tym okresie stała się częścią Instytutu, tzw. archiwum lotniczym. Wyposażono je w analogowy Zoom Transfer Scope do przenoszenia treści zdjęcia na mapę. Archiwum wzbogacono ponadto o około 20 000 zdjęć lotniczych, wykonanych przez austriackie lotnictwo wojskowe w latach 60. Inwentarz tych zbiorów został opracowany przez R. Nikitscha – wolontariusza archiwum – w latach 1979-1991 (Anonim 1981).

Podczas wyjątkowo suchej wiosny w roku 1981 uznano, że uzasadnione będzie wykonanie dokumentacji pionowej w skali 1:10000 terenu znacznej części Weinviertel, położonego między Manhartsberg a Wiedniem. W ciągu marca sporządzono dokumentację terenu o powierzchni 2000 km<sup>2</sup> i wykonano 1200 zdjęć (Doneus 1997). Uzyskane rezultaty okazały się zupełnie wyjątkowe, dzięki czemu, we współpracy z Wydziałem Archeologii Federalnego Biura Zabytków Historycznych, przygotowano projekt pilotażowy dotyczący opracowania rejestru stanowisk archeologicznych. Również Wiedeński Instytut Fotogrametrii i Teledetekcji zainteresował się tym pomysłem, w wyniku czego powstało kilka dysertacji (Grün 1982; Jiresch 1983; Muggenhuber 1982; Platzer 1982; Rabl 1983; Reinisch 1982). Realizację tego projektu przerwano z powodu trudności finansowych. Innym rezultatem zwiadu lotniczego z roku 1981 była wystawa poświęcona archeologii lotniczej pt. *Okno na pradzieje – Archeologia lotnicza w Dolnej Austrii (Fenster zur Urzeit – Luftbildarchäologie in Niederösterreich)*, którą otwarto w rok później w Muzeum Prehistorycznym w Asparn/Zaya (Windl 1982). W okresie od 1 kwietnia do 31 października zwiedziło ją około 40 000 osób. Następnie wystawę tę eksponowano w szeregu innych miast Austrii i Niemiec (Bregenz, Münster, Brunzwik i Stift Altenburg). W latach 1985-1990 Austriacki Fundusz Nauki sfinansował projekt badawczy *Nowe drogi badań najstarszej historii*. Celem projektu było sporządzenie interdyscyplinarnej dokumentacji dziejów osadnictwa w dolinie rzeki Kamp. Podstawową metodą jego realizacji była archeologia lotnicza. Coraz więcej lotów zaczęli realizować sami archeolodzy. W celu archiwizacji rosnących zasobów zdjęć lotniczych oraz nowo zinwentaryzowanych stanowisk archeologicznych uruchomiono komputerową bazę danych (Nikitsch 1989). Ustalono również priorytet w postaci przenoszenia treści zdjęć lotniczych na mapy. Współpraca z Wiedeńskim Instytutem Fotogrametrii i Teledetekcji umożliwiła zastosowanie nowoczesnego sprzętu fotogrametrycznego do interpretacji zdjęć lotniczych i przenoszenia na mapę ich treści, a także do zastosowań naziemnych (Nikitsch 1987; 1990).

Instytut Pre- i Protohistorii w Innsbrucku rozpoczął realizację lotów rekonesansowych w latach 1985-1986. Projekt ten, zainicjowany przez A. Lipperta, realizowano w ciągu dwóch sezonów. O. Braasch przeprowadził wówczas rozpoznanie doliny rzeki Inn na odcinku między Kufstein i Telfs oraz terasy Mittelgebirge, gdzie odkrył 42 stanowiska archeologiczne (Lippert 1989). W drugiej połowie lat 80. współpraca ta zaowocowała szeregiem wykładów O. Braascha w Instytucie Pre- i Protohistorii oraz Archeologii Klasycznej w Innsbrucku (Braasch 1992).

Podczas zimy 1987/1988 Instytut Pre- i Protohistorii w Wiedniu został przeniesiony do nowego budynku w XIX dzielnicy miasta. W trakcie jego ponownego otwarcia i reorganizacji, Instytut wyposażono w ploter analityczny DSR14 do analizy zdjęć lotniczych. Urządzenie to jest używane do dziś.

Aby pomóc kolegom w dawnej Czechosłowacji przy wdrażaniu metody archeologii lotniczej, Instytut Pre- i Protohistorii w Wiedniu zorganizował w 1990 roku szkolenie, sfinansowane przez Austriackie Ministerstwo Nauki. Od 1992 roku M. Doneus kontynuował wcześniejsze prace i systematycznie rozwijał wszystkie aspekty archeologii lotniczej (wykonywanie i archiwizację zdjęć lotniczych, analizę fotogrametryczną, zintegrowaną interpretację zdjęć). Następnym ważnym krokiem było powstanie w roku 1994 Fundacji Wiedeńskiego Instytutu Nauk Archeologicznych (VIAS, dawniej – IDEA), gdyż zarówno archeologia lotnicza (V. Holzer, a od 1996 roku – G. Scharrer), jak i prospekcja geofizyczna (W. Neubauer) stały się częścią struktury VIAS. Zostały one ulokowane w Instytucie Pre- i Protohistorii w Wiedniu. Fakt ten umożliwia ścisłą współpracę w ramach „Wiedeńskiego Archiwum Prospekcji”, szczególnie w zakresie łączenia danych różnych kategorii, zgromadzonych podczas prospekcji (Doneus, Neubauer 1998).

### 3. Obecny stan austriackiej archeologii lotniczej

Metodę archeologii lotniczej stosuje się obecnie w sposób systematyczny jedynie w Instytucie Pre- i Protohistorycznym w Wiedniu (którego pracownikiem jest autor niniejszego artykułu). W porównaniu z innymi krajami zastosowaliśmy inne podejście do tej specjalności – naszym głównym celem jest projektowanie i testowanie nowych urządzeń, metod i technik, obejmujących wszystkie aspekty rekonesansu lotniczego.

#### 3.1. Fotografia lotnicza

W codziennej praktyce stosujemy zarówno zdjęcia pionowe, jak i ukośne. W oparciu o porozumienie między Ministerstwem Nauki a Ministerstwem Obrony nawiązaliśmy dobrą współpracę z austriacką bazą lotniczą w Langenlebarn. Pozwala nam to na kopiowanie dostępnych zdjęć pionowych o formacie 23 x 23 cm<sup>2</sup> do celów badawczych. Ponadto mamy możliwość zamawiania zdjęć pionowych wykonywanych dla celów kartograficznych.

Ponieważ nasz budżet na wykonywanie zdjęć ukośnych jest niewielki (zwykle nieco ponad 20 godzin lotu rocznie), jesteśmy zmuszeni kompensować ten brak poprzez dobrze opracowaną strategię zwiadu lotniczego, która wykorzystuje łącznie zdjęcia ukośne i pionowe.

W zależności od warunków pogowych podczas wiosny, sezon zwiadowczy rozpoczynamy zwykle na początku lub w końcu maja. Gdy podczas naszych własnych lotów zauważamy w danym regionie korzystne warunki do obserwacji wyróżników roślinnych, zamawiamy z reguły dodatkowe pokrycie tego terenu zdjęciami pionowymi. Pozyskane w ten sposób zdjęcia pionowe można oglądać, interpretować i analizować stereoskopowo, co przyczynia się do wykrywania nowych stanowisk archeologicznych (Doneus 1997; 2000). Procedura ta okazała się skuteczna, pozwala zaoszczędzić zarówno czas, jak i pieniądze, które następnie można wykorzystać na loty w innych regionach. Zdjęcia pionowe stanowią ważny czynnik w zwiadach lotniczych, gdyż dostarczają nam podstawowych informacji o terenie. Opracowujemy w oparciu o nie programy lotów i oceniamy sukcesy lub porażki lotów wykonanych przez nas. Zdjęcia pionowe wykonywane w sprzyjających warunkach ujawniają wiele stanowisk archeologicznych. Dostarczają nam również podstawowych danych do analizy wszelkich innych fotografii (przy zastosowaniu stereofotogrametrii analitycznej – Doneus 1996).

Preferowana jest skala 1:10000. W większości wypadków używamy czarno-białego filmu panchromatycznego (Kodak Double-X Aerographic Film 2405). Film ten ma odpowiednie własności fizyczne i chemiczne dla wykonywania z niego w pracowni fotograficznej naszego Instytutu zdjęć stykowych, lecz posiada zbyt niską czułość w paśmie barwy zielonej spektrum elektromagnetycznego. Ponadto używamy filmu na podczarwień z fałszywą skalą kolorów (Kodak Aerochrome Infrared Film 2443). Pomimo jego niższej rozdzielczości (63 L/mm w porównaniu z 125 L/mm), film ten jest bardziej przydatny do celów interpretacji. Koszty wykonania odbitek w przyszłości mogą być zminimalizowane poprzez zakup maszyny do wywoływania zdjęć podczerwonych.



Do realizacji naszych własnych lotów wynajmujemy prywatnych pilotów, którym zwracamy poniesione przez nich koszty. Używamy średnioformatowego aparatu fotograficznego Hasselblad, z obiektywami 50 mm i 80 mm. Zdjęcia wykonujemy na filmach czarno-białych i na barwnych filmach do przezroczoty. Od roku 2003 stosujemy również aparat cyfrowy Fuji FinePix S2-Pro.

Nawigacja i rejestracja danych o locie wykonywana jest przy pomocy przenośnego komputera PC, połączonego z odbiornikiem GPS przy pomocy złącza Bluetooth. Na komputerze uruchomiony jest system GIS (ESRI® ArcPad™ 6.0), zawierający komplet map topograficznych Austrii oraz dane o stanowiskach archeologicznych, pochodzące z naszej bazy danych (Tabl. I). Podczas lotu, mapa oraz dane dotyczące aktualnej pozycji według GPS wyświetlane są w sposób ciągły. Ułatwia to nawigację oraz informuje nas, czy zaobserwowane stanowisko jest już znane i sfotografowane. Trasa lotu jest systematycznie rejestrowana, a przybliżone położenie każdego sfotografowanego stanowiska jest zapisane przy użyciu punktów nawigacyjnych, tzw. waypoints, w celu późniejszego wykorzystania w naszym systemie GIS.

## 3.2. Archiwizacja

Odkąd w roku 1961 w Austrii zaczęto stosować archeologię lotniczą, szybko uświadomiono sobie, że gwałtownie rosnącą kolekcję zdjęć lotniczych należy zorganizować w formie łatwo dostępnego archiwum. Był to punkt wyjścia do utworzenia naszego archiwum lotniczego, które należy dziś do największych tego typu archiwów austriackich, liczy bowiem około 200 000 zdjęć pionowych i ukośnych.

W praktyce użyteczne okazały się dwie metody archiwizacji zdjęć fizycznych. Zdjęcia pionowe magazynowane są w formie filmów w układzie chronologicznym, natomiast zdjęcia ukośne są dzielone i przechowywane w podziale na stanowiska archeologiczne, których dotyczą.

Informacja o zdjęciach obu typów przechowywana jest w relacyjnej bazie danych. W początku lat 90. powstał program archiwizujący (AERLOC), oparty o system Visual Foxpro 6.0. Obecnie jest on zintegrowany z systemem GIS (ESRI® ArcView™ 3.3). Przy użyciu Avenue (język programowania systemu ArcView) opracowano rozszerzenie tego programu, umożliwiające obsługę różnych zespołów danych.

Baza danych składa się z trzech części: **plik informacji o filmach** zawiera takie dane o wykonanych zdjęciach, jak: data lotu, zastosowane aparaty, obiektywy, filmy i formaty; **plik informacji o zdjęciu** rejestruje lokalizację poszczególnych zdjęć przy zastosowaniu zarówno współrzędnych geodezyjnych, jak i współrzędnych Gaußa-Krügera w ramach systemu krajowego (Tabl. II: A); **plik informacji o stanowisku archeologicznym** zawiera dane o położeniu geograficznym, datowaniu, interpretacji (na różnych poziomach), dostępnej literaturze itp.

Zasięg zdjęć pionowych obliczamy w oparciu o położenie środka zdjęcia, skalę i kierunek lotu. Zdjęcia ukośne nanosimy w formie okręgów o średnicy zależnej od ich skali. Stanowiska archeologiczne nanosimy jako wieloboki, wyznaczające minimalny zasięg stanowiska widoczny na zdjęciach lotniczych.

Po to by móc pracować bezpośrednio na mapach numerycznych, zdjęcia lotnicze i stanowiska archeologiczne mogą być łatwo wyszukiwane w ramach poligonów lub stref buforowych wzdłuż obiektów liniowych (np. rzek lub linii konstrukcyjnych). Dysponując zapleczem w postaci różnego rodzaju map topograficznych i tematycznych (geologicznych, pedologicznych, zdjęć satelitarnych) można interaktywnie analizować stanowiska archeologicznie i charakteryzować je ilościowo. W zależności od potrzeb można też załadować i przedstawić na mapie trasy lotów, opisane w systemie GPS, informacje na temat rekonesansu i wszelkie pozostałe informacje (Tabl. II: B).

Wprowadzania danych dokonuje się bezpośrednio na mapy cyfrowe, a system GIS automatycznie uzupełnia bazę danych o odpowiednią informację dotyczącą położenia geograficznego (współrzędne geograficzne i Gaußa-Krügera, numer arkusza mapy, informacja o danych administracyjnych itp.), co przyspiesza wprowadzanie danych, a jednocześnie pozwala uniknąć błędów literowych.

W roku 2002 archiwum lotnicze wyposażono w skaner fotogrametryczny (Vexcel UltraScan 5000) z automatycznym zestawem do skanowania filmów w rolkach. Urządzenie to pozwala nam na automatyczne skanowanie filmów pionowych przy użyciu rolki negatywowej o rozdzielczości do 5 mikronów. W 2002 roku zeskanowaliśmy około 3000 zdjęć pionowych. Z reguły stosujemy rozdzielczość 15 mikronów do zdjęć czarno-białych i 20 mikronów w przypadku zdjęć w podczerwieni z fałszywą skalą kolorów. Uzyskane tą drogą obrazy są kompresowane przy użyciu kompresora MrSid i zmagazynowane na twardym dysku oraz na płytach DVD. Miniaturowe kopie tych zdjęć znajdują się w bazie danych i mogą być przeglądane interaktywnie w jej środowisku.

### 3.3. Interpretacja w oparciu o system GIS

Zdjęcia lotnicze są przed analizą rektyfikowane przy zastosowaniu technik fotogrametrycznych. Początkowo musiały być rektyfikowane przy zastosowaniu urządzeń analogowych, a treść zdjęć była pracowicie nanoszona ręcznie. Obecnie dostępne są komputerowe metody analityczne i cyfrowe. Stosowane przez nas metody zostały już opisane w różnych publikacjach (Doneus 1994a; 1994b; 1995; 1996; 2000; <http://www.univie.ac.at/Luftbildarchiv/>).

Obecnie stosujemy głównie metody cyfrowe. W oparciu o topografię i użytkowanie terenu, a także w zależności od wielkości obszaru przeznaczonego do opracowania oraz wymaganej dokładności wyników, używamy programu Leica Photogrammetry Suite lub Airphoto Version 3. W celu analizy pojedynczych stanowisk lub niewielkich obszarów (<10 km<sup>2</sup>) rozpoczynamy zwykle od przeniesienia na mapę treści pionowego zdjęcia stereoskopowego. Informację kontrolną pozyskujemy z reguły bezpośrednio na stanowisku, stosując instrumenty geodezyjne. Zdjęcie stereoskopowe zostaje zorientowane przy pomocy oprogramowania fotogrametrycznego, po czym dokonuje się pomiaru danych do wykonania cyfrowego modelu terenu (Digital Terrain Model – DTM). Proces pomiarowy przebiega w środowisku wizualizacji stereoskopowej programu StereoAnalyst, który umożliwi nam trójwymiarową obserwację zarówno zorientowanego zdjęcia stereoskopowego, jak i będących przedmiotem pomiaru punktów i linii z dokładnością około 10-15 cm (przy zastosowaniu skali obrazu od 1:10000 do 1:15000). Cyfrowy model terenu jest podstawowym wymogiem procedury rektyfikacyjnej (Tabl. III: A).

Zdjęcia ukośne orientowane są w oparciu o informację kontrolną, pomierzoną ze zdjęcia stereoskopowego lub z uzyskanej w rezultacie tych prac ortofotomapy (wtórna kontrola terenowa). W pewnych przypadkach, gdy na zdjęciach ukośnych nie można odnaleźć odpowiednio rozmieszczonych punktów kontrolnych, stosuje się dodatkowe punkty wiążące i oblicza się parametry dopasowania (Doneus 2001). Wszystkie zdjęcia ukośne są następnie rektyfikowane przy pomocy pomierzonego uprzednio cyfrowego modelu terenu (DTM), zapewniającego dokładność rzędu 0,5-1 metra.

Z kolei przeprowadzana jest interpretacja ortofotografii i ich cyfrowo wzbogaconych wersji; wykonujemy ją na ekranie przy zastosowaniu środowiska GIS (Tabl. III: B). Wielorakie dane z prospekcji geodezyjnej (magnetogramy, mapy rozkładu oporności, profile GPR, wyniki modelowania) zostają zintegrowane z wynikami archeologii lotniczej (ortofotomapy, cyfrowe modele terenu), cyfrowymi mapami katastralnymi i innymi istotnymi danymi cyfrowymi (Doneus, Neubauer 1998) (Tabl. IV: A i Tabl. IV: B).

Każde zdjęcie można potraktować jako osobną warstwę o ustalonych współrzędnych geograficznych, zawierającą informację geograficzną i archeologiczną. Poprzez interaktywne zacienianie archeologicznie istotnych śladów, utworzonych przez cienie, glebę i uprawy rolne (wyróżniki cieniowe, glebowe i roślinne), przy zastosowaniu technologii GIS jako głównego narzędzia, archeolodzy mogą uzyskać dokładną mapę danego stanowiska. Relikty archeologiczne przedstawione są na odrębnych warstwach tematycznych, a baza danych zawiera opis każdego obiektu, umożliwiając dalszą analizę archeologiczną w ramach przestrzennej analizy pojedynczego stanowiska. Staramy się unikać prezentowania lub publikowania wyników zwiadu archeologicznego bez ich gruntownej interpretacji archeologicznej. Różne wizualizacje danych i odmienne interpretacje

archeologiczne są prezentowane i omawiane wspólnie w zstandardyzowanym pisemnym raporcie, stanowiącym końcowy produkt każdego projektu zwiadowczego.

Aby wykorzystać wszystkie szczegółowe dane, których dostarcza rekonesans lotniczy, należy włożyć jeszcze wiele pracy w rozwój narzędzi interpretacji archeologicznej, opartych na technologii GIS. Interpretację danych pochodzących z prospekcji archeologicznej należy postrzegać jako proces dynamiczny, który w przeciwieństwie do badań wykopaliskowych jest powtarzalną i nie niszczącą oceną informacji archeologicznej.

### 3.4. Szkolenie

Instytut Pre- i Protohistorii Uniwersytetu Wiedeńskiego (<http://www.univie.ac.at/urgeschichte>) oferuje obecnie co najmniej dziewięć wykładów, dotyczących bezpośrednio prospekcji archeologicznej. Są one częścią standardowego programu studiów każdego studenta. Część z nich jest obowiązkowa, a pozostałe mają charakter fakultatywny: archeologia lotnicza (kurs dla początkujących i dla zaawansowanych), prospekcja geofizyczna (teoria i praktyka), systemy CAD (projektowanie wspomagane komputerowo), systemy GIS (system informacji geograficznej), geodezja i zwiad terenowy, fotogrametria i oprogramowanie komputerowe.

## 4. Podsumowanie

Obecny stan zaawansowania archeologii lotniczej w Austrii jest wynikiem jej czterdziestoletniego rozwoju. Ponieważ archeologia lotnicza uprawiana jest w sposób systematyczny jedynie w Instytucie Pre- i Protohistorii Uniwersytetu Wiedeńskiego, rozwinięto tam swoiste podejście do tej problematyki. Jako główny cel wyznaczono sobie rozwój i testowanie nowych instrumentów, metod i technik, wiążących się z pełnym zakresem archeologicznego zwiadu lotniczego.

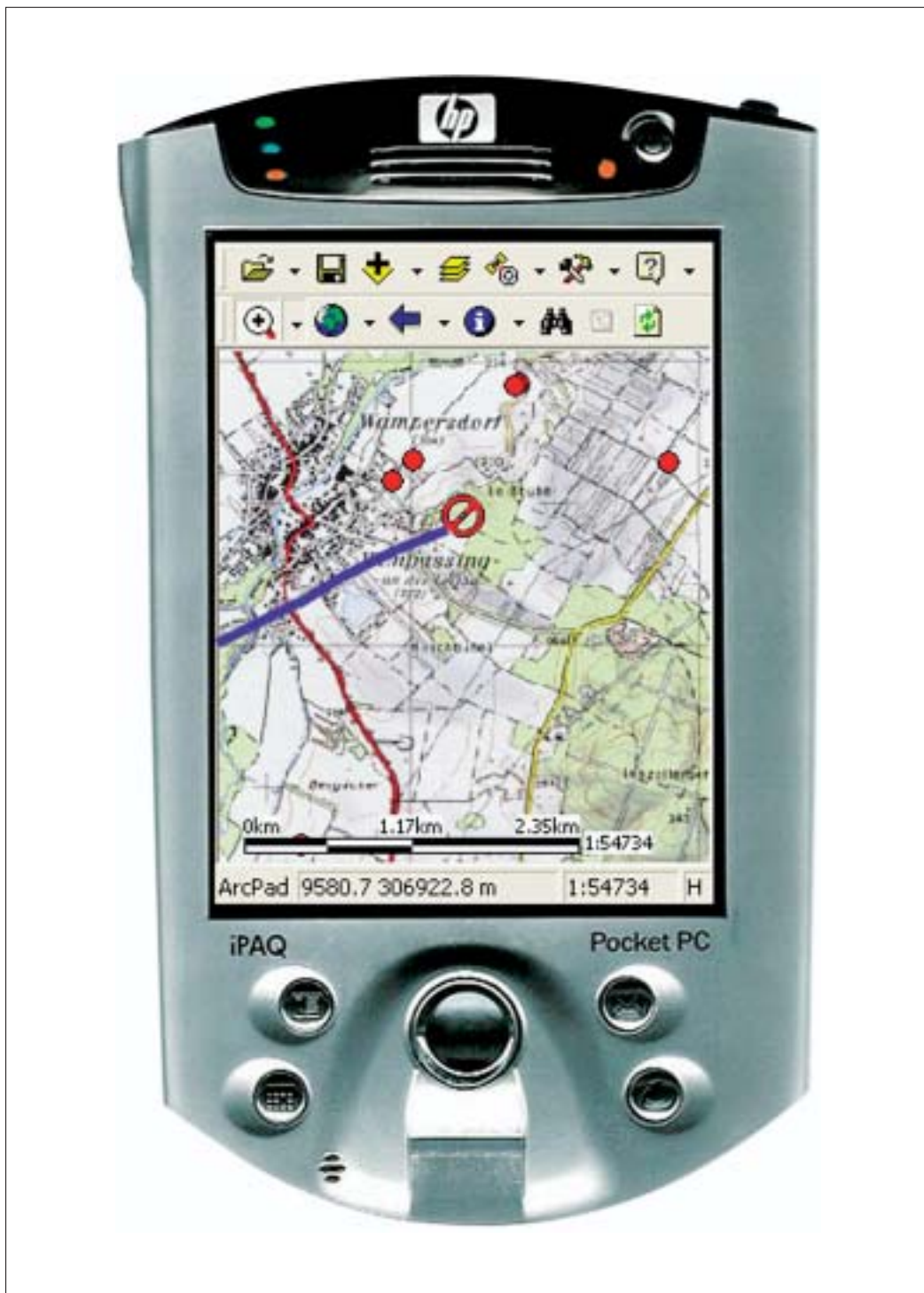
Jednym z ważniejszych osiągnięć minionych dziesięcioleci jest współpraca z austriackim lotnictwem wojskowym, które udostępnia nam potężne archiwum wysokiej jakości zdjęć lotniczych, a także umożliwia zamawianie nowych zdjęć ukośnych dla terenów naszego szczególnego zainteresowania. Dzięki temu możemy wydawać nasze skromne fundusze w sposób dużo bardziej wydajny. Realizowana przez nas w sposób standardowy fotogrametryczna analiza pionowych i ukośnych zdjęć lotniczych pozwala na uzyskiwanie bardzo precyzyjnych wyników pod kątem odwzorowania. Dzięki jej zastosowaniu możemy bezpośrednio porównywać i łączyć nasze ortofotomapy i szkice interpretacyjne z wynikami prospekcji geofizycznej. Połączenie obu tych technik stało się również standardową procedurą naszego cyklu pracy.

W ostatniej dekadzie zastosowaliśmy systemy GIS (Geographic Information Systems – Systemy Informacji Geograficznej) jako standardowe narzędzie w procesie stosowania archeologii lotniczej. Na GIS oparte jest nasze archiwum cyfrowe, jak również analiza i interpretacja zdjęć lotniczych. Jest to przejrzysta procedura, którą – w konsekwencji – stosujemy również podczas naszych wykopaliskowych badań weryfikacyjnych, w pełni dokumentowanych i analizowanych przy pomocy GIS (Doneus, Neubauer, Studnicka 2003).

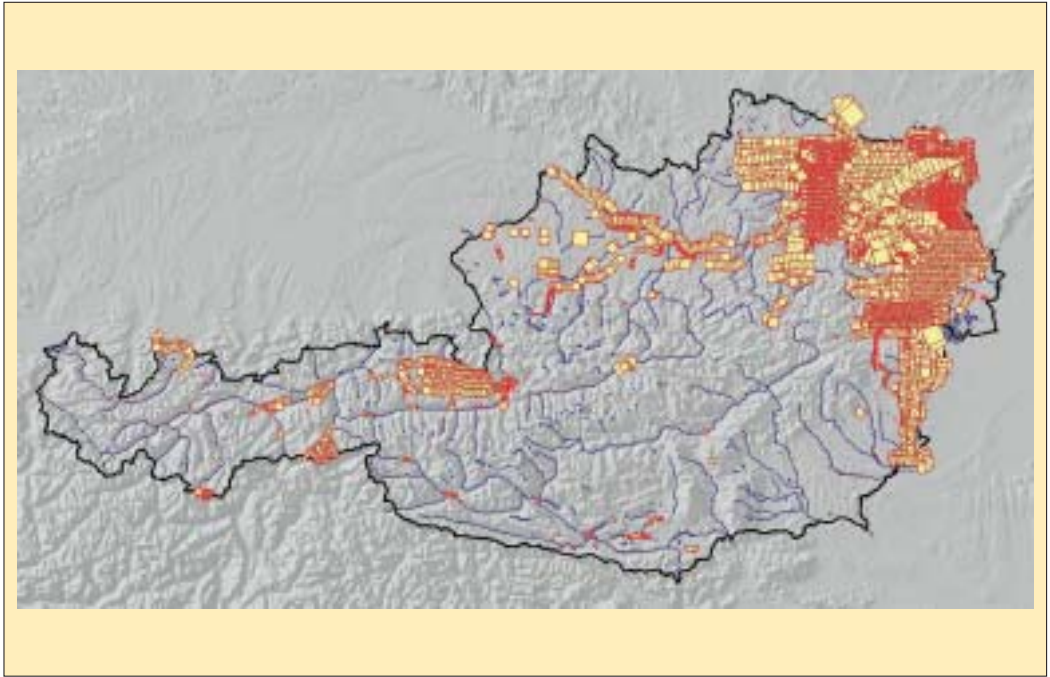
*Thum. z j. ang. Andrzej Prinke*

## Bibliografia

- Anonim 1981. *Institut für Ur- und Frühgeschichte. Das Studienjahr 1980/81. Berichtszeitraum: 1. Oktober 1980 – 30. September 1981.* Wien: Universitätsdirektion der Universität Wien, 371-373.
- Beckel L. 1981. Archäologie und Fernerkundung, *Österreichisches Symposium Fernerkundung, Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien* **135**: 147-159.



Tabl. 1. Naręczny komputer PC (tzw. palmtop) stosowany jest jako narzędzie nawigacyjne podczas lotu. Można na nim uruchomić system GIS, zawierający wszystkie mapy Austrii oraz bazę danych o stanowiskach archeologicznych, pochodzącą z archiwum lotniczego w Wiedniu. Czerwony okrąg jest symbolem stosowanym w systemie GPS na oznaczenie aktualnej pozycji samolotu.



Tabl. II: A. Mapa pokrycia zdjęciami pionowymi i ukośnymi, zgromadzonymi w lotniczej bazie danych w Wiedniu.



Tabl. II: B. Ekran z sesji roboczej programu ArcView: mapa topograficzna, stanowiska archeologiczne i trasa lotu.

- Beckel L., Harl O. 1983. *Archäologie in Österreich. Flugbilder / Wanderungen / Fundstätten*. Salzburg, Wien: Residenz Verlag.
- Bohly W. 1982. Die Fliegerbildkompanie, [w:] *Fenster zur Urzeit. Luftbildarchäologie in Niederösterreich*, (red.) H. Windl. Wien: Abt. III/2 des Amtes d. Niederösterreich Landesrg., 9-16.
- Braasch O. 1992. Sommer an Rhein und Enns – Bemerkungen zur archäologischen Flugprospektion, [w:] *Festschrift zum 50jährigen Bestehen des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck*. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 8, (red.) A. Lippert, K. Spindler. Bonn – Habelt: Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, 75-86.
- Crawford O. G. S., Keiller A. 1928. *Wessex from the Air*. Oxford: The Clarendon Press.
- Czech von Czechenherz J. 1924. Das Flugzeug im Dienst der Archäologie, *Reichspost Wien vom Montag, 4. August 1924*: 3-4.
- Doneus M. 1994a. Datenbestände des Luftbildarchives am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien, *GeoLIS III. Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation* 82 (1-2): 119-124.
- Doneus M. 1994b. Luftbildarchäologie am Institut für Ur- und Frühgeschichte in Wien, *Archäologie Österreichs* 5 (1): 76-87.
- Doneus M. 1995. Luftbildarchäologie und Photogrammetrie am Institut für Ur- und Frühgeschichte in Wien, [w:] *Luftbildarchäologie in Ost- und Mitteleuropa*. Forschungen zur Archäologie im Land Brandenburg 3, (red.) J. Kunow. Potsdam: Brandenburgisches Landesmuseum für Ur- und Frühgeschichte, 123-132.
- Doneus M. 1996. Photogrammetrical Applications to Aerial Archaeology at the Institute for Prehistory of the University of Vienna, Austria, [w:] *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. XXXI, Part B5, Commission V, (red.) K. Kraus, P. Waldhäusl. Vienna: Committee of the 18th International Congress for Photogrammetry and Remote Sensing, 124-129.
- Doneus M. 1997. On the archaeological use of vertical photographs, *AARGnews* 15: 23-27.
- Doneus M. 2000. Vertical and oblique photographs, *AARGNews* 20: 33-39.
- Doneus M. 2001. Precision Mapping and Interpretation of Oblique Aerial Photographs, *Archaeological Prospection* 8: 13-27.
- Doneus M., Neubauer W. 1998. 2D Combination of Prospection Data, *Archaeological Prospection* 5: 29-56.
- Doneus M., Neubauer W., Studnicka N. 2003. Digital Recording of Stratigraphic Excavations, [w:] *Proceedings of the XIXth International Symposium CIPA 2003 „New Perspectives to Save Cultural Heritage”*. The CIPA International Archives for Documentation of Cultural Heritage, Vol. XIX, (red.) O. Altan. Istanbul: CIPA, 451-456.
- Friesinger H. 1969. Luftbildarchäologische Untersuchungen im Raume Orth a.d. Donau, p. B. Gänserndorf, NÖ, *Archaeologia Austriaca* 10: 68-81.
- Grün P. 1982. *Anlegung eines großmaßstäblichen Grabungskatasters*. Wien: Universität Wien (praca dyplomowa w Instytucie Fotogrametrii, Politechnika Wiedeńska).
- Harl O. 1992. Der Stadtplan von Virunum nach Luftaufnahme und Grabungsberichten, *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 36 1989, 2: 521-598.
- Jiresch E. 1983. Ein Kartographisches Konzept für eine archäologische Landesaufnahme von Österreich, *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie* 71 (4): 208-213.
- Jobst W., Kandler M., Haitzmann H., Kager H., Vozikis E., Waldhäusl P. 1983. Archäologie und Photogrammetrie, Ballonaufnahmen, Pläne und Orthophotos von Carnuntum und des Kultbezirkes auf dem Pfaffenberg, [w:] *Photogrammetrie in der Architektur und Denkmalpflege*, (red.) G. Boehm. Wien: Bundesdenkmalamt Wien, 270-271.
- Kaus K. 1990. In memoriam Dr.med. Friedrich Hautmann 1890-1976, *Burgenländische Heimatblätter* 52(4): 167-177.

- Lippert A. 1989. Nordtirol in der Spätantike und im frühen Mittelalter. Frühes Leben in den Alpen, *Ausgrabungen und Forschungen des Instituts für Ur- und Frühgeschichte der Universität Innsbruck* **1989**: 69-84.
- Mitscha-Märheim H. 1950. Die vorgeschichtliche Wallburg auf dem Braunsberg bei Hainburg, *Mitteilungen der Gesellschaft der Freunde Carnuntums* **3**: 2-7, Abb.1.
- Muggenhuber G. 1982. *Konzept und Erprobung der automatischen Kartierung für eine archäologische Landesaufnahme von Österreich*. Wien: Universität Wien (praca dyplomowa w Instytucie Kartografii i Techniki Reprodukcyj, Politechnika Wiedeńska).
- Nikitsch R. 1987. Photogrammetrische Methoden in der Archäologie, *Archaeologia Austriaca* **71**: 1-8.
- Nikitsch R. 1989. Die archäologische Datenbank „MUFDARCH“, *Archaeologia Austriaca* **73**: 1-12.
- Nischer-Falkenhof E., Mitscha-Märheim H. 1932. Die prähistorischen Siedlungen auf dem Braunsberg bei Hainburg an der Donau, *Forschungen und Fortschritte* **8**: 18.
- Pauli R. 1983. Mehr sehen als das menschliche Auge, *Österreichische Hochschulzeitung* **Februar 1983**.
- Platzer P. 1982. *Die Entwicklung eines photogrammetrischen Sofortvermessungssystems für die Archäologie*. Wien: Universität Wien (praca dyplomowa w Instytucie Fotogrametrii, Politechnika Wiedeńska).
- Rabl G. 1983. *Archäologische Interpretation verschiedener Luftbildträger*. Wien: Universität Wien (praca dyplomowa w Instytucie Fotogrametrii, Politechnika Wiedeńska).
- Reinisch M. 1982. *Planung einer archäologischen Landesaufnahme von Österreich 1: 25.000*. Wien: Universität Wien (praca dyplomowa w Instytucie Kartografii i Techniki Reprodukcyj, Politechnika Wiedeńska).
- Schedivy E. 1986. Plan der Zivilstadt von Carnuntum. Ein Rekonstruktionsversuch ihrer Ausdehnung und ihres Straßennetzes aufgrund der bisherigen Ausgrabungen und Luftbildaufnahmen (Stand 1982), *Carnuntum Jahrbuch* **1985**: 111-118.
- Vorbeck E., Beckel L. 1973. *Carnuntum – Rom an der Donau*. Salzburg: Otto Müller Verlag.
- Waldhäusel P., Kraus K. 1985. Photogrammetrie für die Archäologie, [w:] *Lebendige Altertumswissenschaft. Festgabe zur Vollendung des 70. Lebensjahres von Hermann Vetters*. Wien: Verlag Holzhausen, 423-427.
- Windischbauer E. 1999. Jaroslav Czech von Czechenherz, der erste Ausgräber auf dem Leopoldsberg, [w:] *Der Leopoldsberg – Archäologische Forschungen auf dem Wiener Hausberg*. Wiener archäologische Studien 2, (red.) O. H. Urban. Wien: Phoibos-Verlag, 398-405.
- Windl H. (red.) 1982. *Fenster zur Urzeit. Luftbildarchäologie in Niederösterreich*. Wien: Abt. III/2 des Amtes d. Niederösterreich Landesrg.

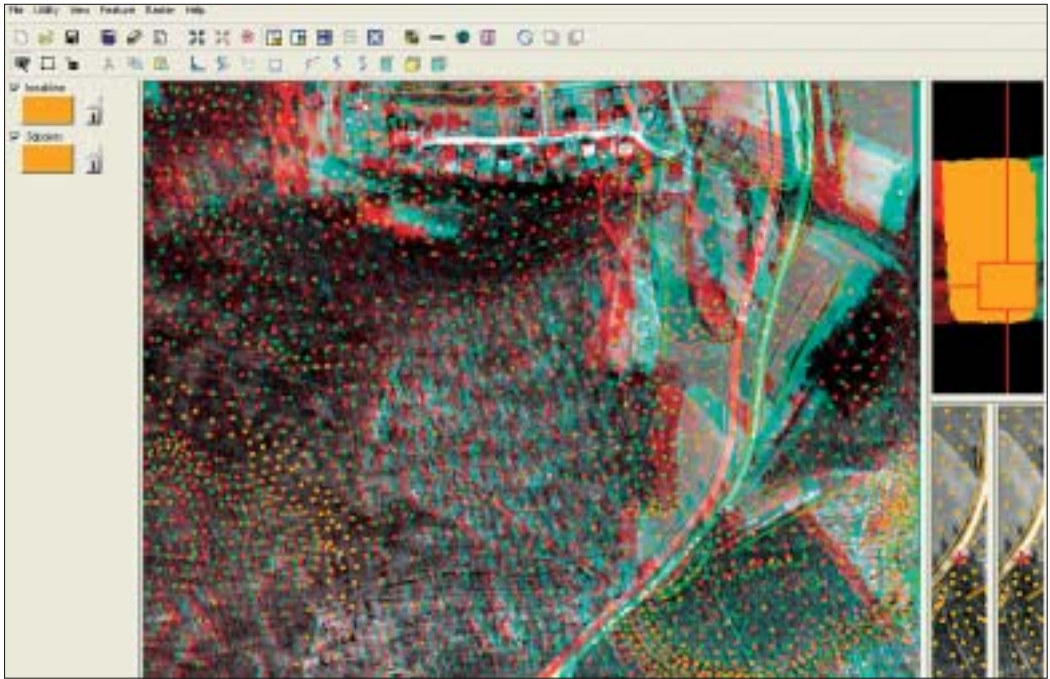
## Michael Doneus

### *Aerial Archaeology in Austria*

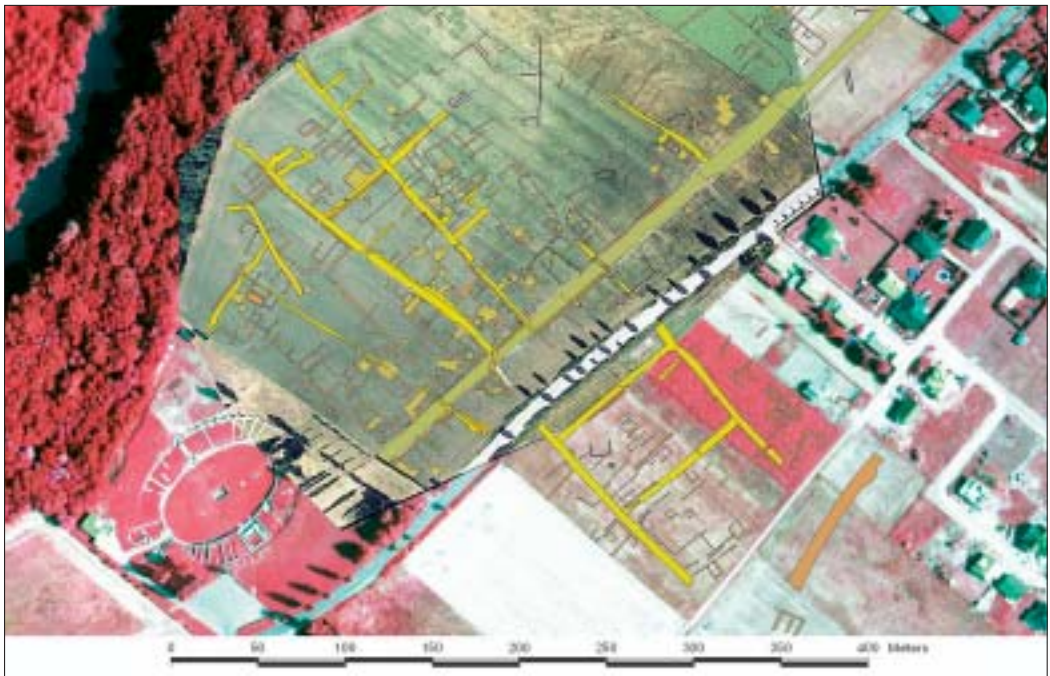
#### Summary

The current state of the art in Austria was developed over the last 40 years. Since systematic aerial archaeology is only applied at the institute for Pre- and Early History at the University of Vienna, we have been developing a different approach towards aerial archaeology. Our main aim is to develop and test new instruments, methods, and techniques covering all aspects of aerial reconnaissance.

One of the major achievements during the last decades is a cooperation agreement with the Austrian Air Force, which enables us to access a huge archive of high quality vertical photographs as well as to have the possibility to order new vertical coverage of areas of interest. In that way, our tight financial resources can be spent efficiently. Our standard process of photogrammetrically analysing vertical and oblique aerial photographs gives us geometrically highly accurate results. This enables us to directly compare and combine

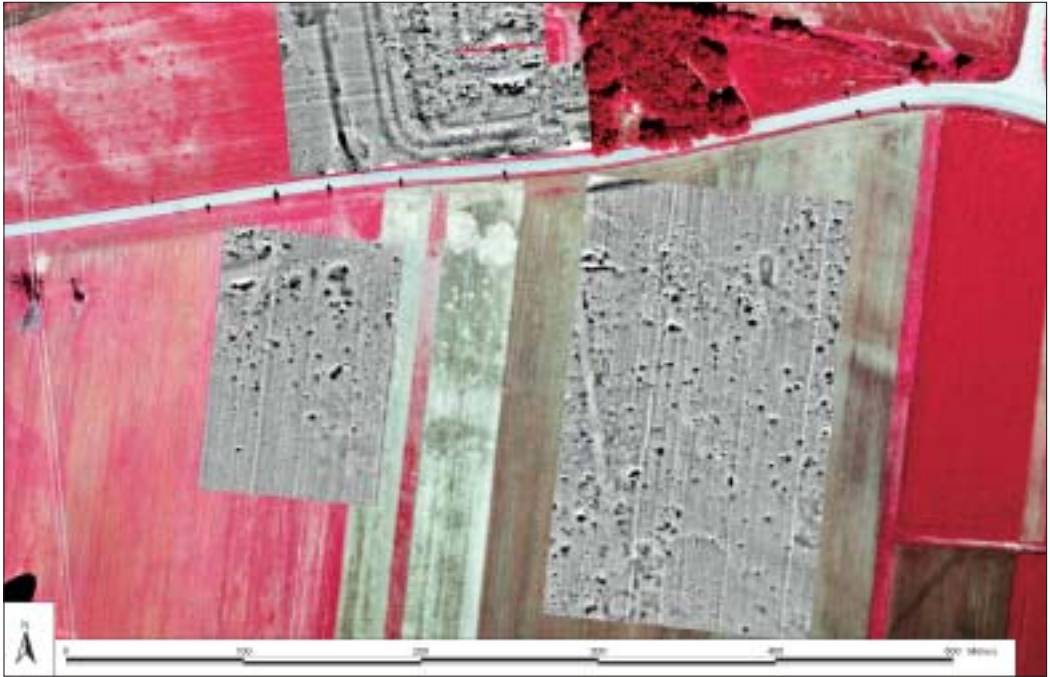


Tabl. III: A. Ekran z sesji roboczej programu StereoAnalyst: zorientowane zdjęcie stereoskopowe i warstwy pomierzonych informacji topograficznych. Obraz ten można oglądać w wersji trójwymiarowej, stosując okulary (czerwone i zielone) do oglądania anaglifów.

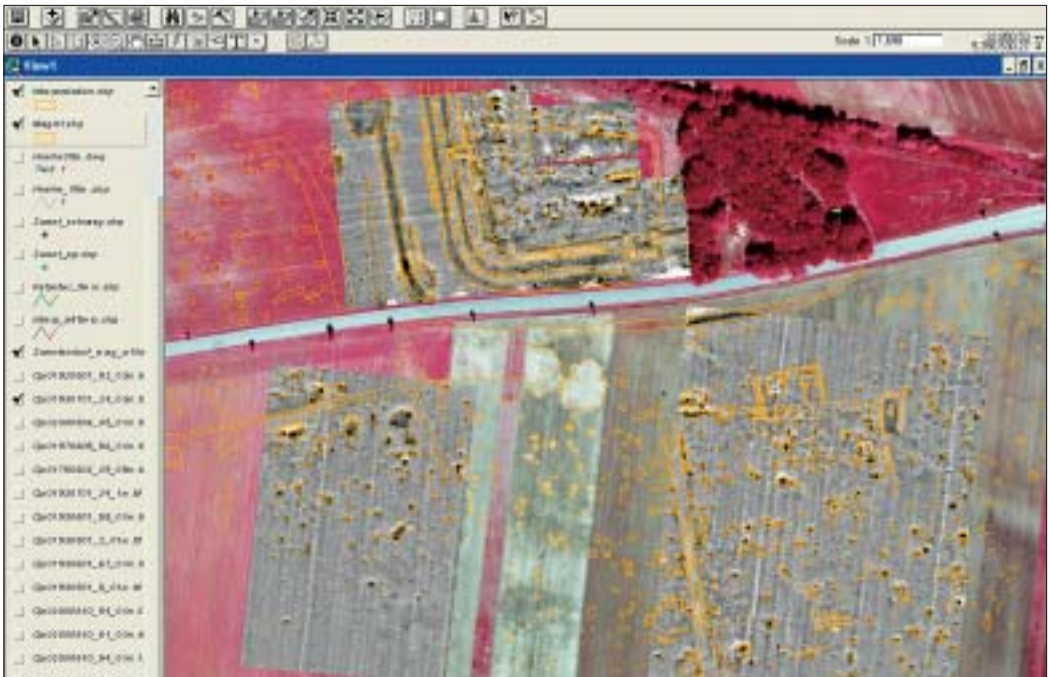


Tabl. III: B. Szczegółowe wyniki interpretacji ortofotografii, wykonanej ze zdjęć lotniczych (pionowego i ukośnego), opartych na fałszywej skali barw i przedstawiających teren *canabae legionis* w Carnuntum (Dolna Austria).





Tabl. IV: A. Połączenie archeologii lotniczej i zwiadu geofizycznego: teren rzymskiego obozu wojskowego w Zwettendorf (Dolna Austria). Magnetogram nałożony na ortofotografię (© magnetogramu: ArcheoProspections®).



Tabl. IV: B. Połączenie archeologii lotniczej i zwiadu geofizycznego: przykład z Tabl. IV: A w trakcie interpretacji.

our orthoPhoto: maps and interpretation drawings with the results of geophysical prospection. The combination of both techniques has become standard procedure for our workflow, too.

During the last decade, we have adopted Geographic Information Systems as the standard tool within the aerial archaeological process. Our digital archive as well as the analysis and interpretation of aerial photographs are based on GIS. This is a straightforward procedure, which consequently is applied also during our verification excavations, which are recorded fully digitally and analysed using GIS.

### **Captions:**

Fig. 1. The so called “Taborac” in Draßburg as photographed by F. Hautmann on 11<sup>th</sup> of October 1933. Today, the hillfort is completely destroyed (Burgenländisches Landesmuseum, Abteilung Archäologie).

Plate I. handheld PC is used as a tool for flight-navigation. It runs a GIS environment containing all maps of Austria and the archaeological sites database of the aerial archive. The red circle is the GPS symbol showing the actual position of the aircraft.

Plate II: A. Mapping of all vertical and oblique photographs stored in our database.

Plate II: B. Screenshot of an ArcView session with topographical map, extract of archaeological sites and flightpath.

Plate III: A. Screenshot during a session of StereoAnalyst, showing an oriented stereopair and layers of topographical information measured. The image can be viewed in 3D using anaglyph (red and green) glasses.

Plate III: B. Detailed interpretation results of orthophotographs from a false-color vertical and a oblique aerial photograph in the area of the canabae legionis of Carnuntum, Lower Austria.

Plate IV: A. Combination of aerial archaeology and geophysical prospection. The example shows the area of the Roman military camp of Zwentendorf, Lower Austria. The orthophotograph has been overlain with a magnetogramme (© of magnetogramme: ArcheoProspections®).

Plate IV: B. Combination of aerial archaeology and geophysical prospection: the same example from Plate IV: A during the process of interpretation.