

Mapování archeologického potenciálu pomocí leteckých snímků

Ladislav Šmejda



Plzeň 2009

Mapování archeologického potenciálu pomocí leteckých snímků

Ladislav Šmejda

Za jazykovou stránku odpovídá autor

Náklad: 200 ks

Recenzovali:

Prof. PhDr. Evžen Neustupný, CSc.

PhDr. Martin Kuna, DSc.

PhDr. Zdeněk Smrž, CSc.

Publikace je výstupem výzkumného záměru Opomíjená archeologie (MSM 4977751314)
a grantu Hledání konkrétních archeologických struktur (GA ČR 404/08/H007)

Pro grafickou úpravu obálky byly použity fotografie M. Bálka, M. Gojdy, L. Šmejdy, společnosti Google a kresby D. N. Rileyho.

Vydavatel: Západočeská univerzita v Plzni
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň
Vydavatelství – tel.: 377 631 951

Grafická úprava: Pavel Bárta, Opava
Tisk: Typos, tiskařské závody, s.r.o., Plzeň
1. vydání

© PhDr. Ladislav Šmejda, Ph.D.
ISBN 978-80-7043-832-9

Obsah

Poděkování	5
1. Úvod	7
1.1. Vymezení záměru práce	7
1.2. Teoretický kontext	8
1.3. Význam leteckého průzkumu pro archeologickou heuristiku	10
1.4. Současný stav problematiky	11
2. Historie výzkumu	13
2.1. Vývoj do konce druhé světové války	13
2.2. Období po druhé světové válce	18
3. Principy detekce archeologických lokalit	35
3.1. Stínové příznaky	36
3.2. Půdní příznaky	38
3.3. Porostové příznaky	40
3.4. Takzvané „plevelové“ příznaky a další botanické indikátory	45
3.5. Příznaky vlhkostní	45
3.6. Příznaky sněžné, námraza a související efekty	47
4. Parametry leteckých a družicových snímků	49
4.1. Geometrické vlastnosti fotografií	50
4.2. Kolmé letecké snímky	51
4.3. Družicové snímky	55
4.4. Porovnání vlastností kolmých a šikmých snímků	56
4.5. Porovnání leteckých a družicových snímků	63
4.6. Porovnání letecké fotogrammetrie a lidarů	64
5. Zdroje kolmých leteckých snímků pro území ČR	69
5.1. Geografická služba armády ČR	69
5.2. Geodis Brno	71
5.3. The aerial reconnaissance archives (TARA), Velká Británie	71
5.4. National archives and records administration (NARA), USA	72
5.5. Všeobecné internetové portály	73
5.6. Česká agentura životního prostředí	73
6. Zpracování a vyhodnocení dat DPZ v archeologii	75
6.1. Metody mapování archeologických objektů	75
6.2. Kartografické konvence pro archeologické mapování	87
7. Případové studie	91
7.1. Výběr dat	91
7.2. Hardware a software	92
7.3. Struktura geodatabáze	95
7.4. Mapový server	96
7.5. Žluticko	96
7.6. Podřipsko	111
8. Závěrečné zhodnocení a výhled do budoucna	139
9. Summary	143
10. Zusammenfassung	145
11. Seznam použité literatury	147

9 Summary

This dissertation aims to explore and evaluate the present potential of aerial and satellite imagery for archaeological research. In the first part, some relevant theoretical concepts are introduced, discussing the nature of archaeological resources and problems in the traditional definition of an archaeological site. Related issues of archaeological prediction and retrodiction are outlined here in context of the landscape and space-oriented archaeology.

In the next section, a history of aerial archaeology is discussed in a worldwide perspective, stressing the continuously growing importance of data synthesis and interpretation. However, significant regional differences in the overall progress and application of particular techniques have been recognized, which can be explained by historic, political and/or economic factors. Given the enormous volume of information collected by aerial survey during the past decades and the recent introduction of new powerful sensors (both airborne and spaceborne), the incoming impact of this approach on the academic research and cultural heritage management is inevitably immense. It is argued that the cumulative process of data gathering and synthesis should result in the production of interpretative maps that may serve different purposes, in accordance with pre-set rules governing their preparation.

In the sphere of archaeological theory, they can be regarded as models of archaeological potential for any region responsive to methodology described in this work. Context-specific hypotheses on presence and meaning of archaeological finds may then be formulated on their basis and tested by other techniques, such as fieldwalking, topographical survey, geophysics, sample probing or excavation. Also, these models can be successfully used in the process of landscape development planning and, if a need be, in the preparation of rescue excavation projects. Truly informative and accurate maps derived from remote sensing must obey technical principles and guidelines that have been developed in more than a century lasting tradition of photogrammetry and modern cartography. With regard to requirements of archaeological

practice, the most relevant techniques of interpretation, transformation and transcription of remotely sensed imagery are first explained and then applied in the second part of this dissertation.

Practical demonstration of the current possibilities in this avenue of research is based on two regions, selected in Bohemia, the Czech Republic so that they dramatically differ in both the nature of their geographical environments and intensity of previous archaeological attention. The first landscape chosen for this study surrounds the later prehistoric hillfort Záhořice-Vladař (district Karlovy Vary), located off the old settlement zone and mostly neglected by scholars until only recently. The second area of interest lies in the vicinity of the mythical centre of Czechs historical and cultural identity - the hill Říp (district Litoměřice) overlooking a region with the high density of the archaeological record. Each of the studied areas has an extent approx. 10×10 km and archaeological potential identified on several aerial photographic coverages taken between 1938 and 2007 has been mapped using special photogrammetric and GIS software.

It clearly turned out that plenty of archaeologically important information is contained in vertical photographs of the Czech Republic and that it can be efficiently collected in a similar way as is usual in countries with long tradition of this type of survey, for example in the United Kingdom. Nearly four thousand entities representing individual archaeological features of varying kinds have been mapped in the two examined regions and other relevant hints on potential presence of archaeology have been recorded. This work was largely helped by the utilization of the state-of-the-art computer technologies in the fields of image enhancement and analysis, digital terrain models creation, orthorectification of aerial photographs and mapping with the aid of geodatabases and GIS servers. The character of retrieved knowledge however differs between the two contrasting regions. The majority of features in the highland zone are identified as surface remains (banks, ditches, mounds, terraces) and the lowland type of landscape with in-

tensive arable agriculture practiced on lighter soils produces cropmarks as the main indicator of sub-surface anomalies.

Satellite imagery of high quality and resolution has been found less accessible to archaeological institutions and still inferior for detailed, highly

specialized mapping to aerial photographs, which offer stereoscopic covers running back in archives to the first half of the 20th century. Nevertheless, in other countries and/or for other types of enquiry (e.g. environmental studies) the satellite data may be of prime importance.

10

Zusammenfassung

Diese Doktorarbeit hat zum Ziel, die heutigen Möglichkeiten von Luft- und Satellitenbildern in der Archäologischen Forschung zu untersuchen und zu beurteilen. Der erste Teil der Arbeit führt in den theoretischen Hintergrund ein und diskutiert die Eigenschaften archäologischer Stätten sowie das Problem der herkömmlichen Definition und der Abgrenzung archäologischer Fundorte. Die damit zusammenhängenden Probleme der archäologischen Prädiktion und „Retrodiction“ werden im Zusammenhang der Landschafts- und Raumbestimmten Archäologie diskutiert. Nachfolgend wird die Geschichte der Luftbildarchäologie aus globaler Perspektive diskutiert und besonders auf die ständig wachsende Bedeutung der Datenverarbeitung und Interpretation eingegangen. Es werden bedeutende regionale Unterschiede in der Entwicklung und Anwendung einzelner Techniken herausgestellt, die durch historische, politische oder ökonomische Faktoren erklärt werden können.

Aufgrund der großen Datenmengen, die durch die Luftvermessung in den letzten Jahrzehnten gesammelt wurden und die durch die jüngste Einführung neuer leistungsstarker (Luft- und Weltraumgestützter) Sensoren vervielfacht werden, erlangt der Fernerkundungsansatz in der Archäologie große Bedeutung und wachsenden Einfluss auf sowohl die akademische Forschung als auch die Denkmalpflege.

Es wird diskutiert, dass der gesamte Prozess der Datensammlung und Datenverarbeitung zur Erstellung thematischer Karten führen sollte, welche, abhängig von den angewandten Auswertungs- und Bildverarbeitungsmethoden, verschiedenen Anwendungen dienen können. Von einem theoretischen Gesichtspunkt aus, können diese Karten als Modelle betrachtet werden, die das archäologische Potential einer Region beschreiben. Kontextbezogene Hypothesen über das Vorhandensein und die Bedeutung archäologischer Funde können auf der Basis dieser Karten formuliert und dann durch traditionelle archäologische Techniken wie Feldbegehung, Topographische Aufnahme, Geophysikalische Erkundung, Probennahme und Ausgrabung getestet werden. Diese Modelle können ebenso er-

folgreich in den Prozess der Landschaftsplanung und -entwicklung angewandt werden und wenn notwendig in der Vorbereitung von Notgrabungsprojekten.

Zuverlässige, informative und genaue Karten die mittels Fernerkundung erstellt werden, müssen technischen Prinzipien und Methoden folgen, die nach den Erfahrungen der über ein Jahrhundert alten Traditionen der Photogrammetrie und der modernen Kartographie entwickelt wurden. In Hinsicht auf die Erfordernisse der archäologischen Anwendung, werden die am meisten relevanten Techniken der Interpretation, Transformation und Transkription von Fernerkundungsbildern zuerst erklärt und dann im zweiten Teil der Doktorarbeit an Fallbeispielen angewandt.

Als Praktische Fallbeispiele an denen die aktuellen Möglichkeiten dieses Forschungsansatzes aufgezeigt werden sollen wurden zwei verschiedene Regionen in Böhmen, Tschechische Republik, gewählt, die sich sowohl in der geographischen Lage als auch in der Intensität der Archäologischen Erforschung unterscheiden. Die erste gewählte Region umgibt die prähistorischen Burgwall Záhořice-Vladař (Kreis Karlsbad), welche außerhalb des alten Siedlungsgebietes liegt und bis vor Kurzem von der Forschung vernachlässigt wurde.

Das zweite Untersuchungsgebiet liegt in der Nähe des mythischen Zentrums der tschechischen Geschichte und kulturellen Identität. Der Berg Říp (Kreis Leitmeritz) thront über einem Gebiet hoher archäologischer Funddichte. Jedes der Untersuchungsgebiete umfasst eine Fläche von ungefähr 10×10 km. Anhand verschiedener Luftbildserien, aufgenommen zwischen 1938 und 2007, wurde das archäologische Potential mit Hilfe spezieller Photogrammetrie und GIS Software identifiziert und kartiert. Es konnte gezeigt werden, dass eine Vielzahl der archäologisch bedeutenden Informationen in den vertikalen Luftbildern der Tschechischen Republik enthalten ist und effizient und auf ähnliche Weise gesammelt werden kann, wie in Ländern mit einer langen Tradition der archäologischen Fernerkundung, wie zum Beispiel in Großbritannien. Annähernd viertausend einzelne

archäologische Merkmale unterschiedlicher Art wurden in den zwei Untersuchungsgebieten kartiert und zusätzliche wichtige Hinweise auf das mögliche Vorhandensein archäologischer Stätten gesammelt.

Die Arbeit basiert auf der Anwendung von modernsten Computertechnologien im Bereich der Bildverbesserung und Bildanalyse, Erstellung digitaler Geländemodellen, Orthorektifikation von Luftbildern, sowie der Geodatenbank und GIS-Server gestützten Kartierung. Der Charakter der gewonnenen archäologischen Informationen unterscheidet sich jedoch zwischen den beiden Untersuchungsgebieten. Die Mehrzahl der Merkmale im Bergland wurde als Oberflächenunregelmäßigkeiten (Wälle, Gräben, Hügel, Terrassen) identifiziert, während Bewuchsmerkmale die wichtigs-

ten Indikatoren für Untergrundanomalien in der durch intensive Landwirtschaft auf leichten Böden geprägten Tieflandregion sind.

Hochaufgelöste Satellitenbilder sind schwer zugänglich für Archäologische Institutionen und für detaillierte und hochspezialisierte Kartierung noch immer weniger geeignet als Luftbilder. Ein weiterer grosser Vorteil stereoskopischen Archivluftaufnahmen - neben der höheren Auflösung - ist, dass sie bis in die erste Hälfte des 20sten Jahrhunderts zurückreichen, und somit die Möglichkeit eines historischen Vergleichs der Landschaftsentwicklung und des Denkmalbestandes bieten. Dennoch können Satellitenbilder in anderen Ländern und für andere Untersuchungen (z.B. umweltbezogene Studien) von hoher Bedeutung sein.