

XIV Kongress der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie

Hamburg 1980

Kommission IV/5

Invited paper

Bohdan BOHONOS, Institut für Geodäsie und Kartographie,
Warszawa

ERGEBNISSE DER ANWENDUNG VON ORTHOPHOTOTECHNIK
ZUR HERSTELLUNG DER GROSSMASSTÄBLICHEN STRICH-
KARTEN

Zusammenfassung

In der Arbeit werden Ergebnisse der Genauigkeitsuntersuchungen von Orthophotonegativen, welche in typischen Geräten von on-line und off-line Systemen ausgewertet und Charakteristik der auf der Unterlage von Orthophotokarten hergestellten grossmasstäbigen Strichkarten vorgelegt.

Auf diese Grundlagen werden Schlussfolgerungen formuliert. Für die Erläuterung werden Tabellen angelegt, welche Entzerrungsgenauigkeiten und Kosten der Kartenherstellung umfassen, sowie werden ein Schema der Technologie und eine Kopie des Orthophotokartenausschnittes im Masstab 1:2000 gegeben.

Kommission IV/5

Dr. Bohdan BOHONOS

Dozent im Institut für Geodäsie und Kartographie, Warszawa

ERGEBNISSE DER ANWENDUNG VON ORTHOPHOTOTECHNIK
ZUR HERSTELLUNG DER GROSSMASSTÄBLICHEN STRICH-
KARTEN

ZUSAMMENFASSUNG

In der Arbeit werden Ergebnisse der Genauigkeitsuntersuchungen von Orthophotonegativen, welche in typischen Geräten von on-line und off-line Systemen ausgewertet wurden und Charakteristik der auf der Unterlage von Orthophotokarten hergestellten grossmasstäbigen Strichkarten vorgelegt. Auf diese Grundlagen werden Schlussfolgerungen formuliert. Für die Erläuterung der Schlussfolgerungen werden Tabellen angelegt, welche Entzerrungsgenauigkeiten, und Kosten der Kartenherstellung umfassen, sowie werden ein Schema der Technologie und eine Kopie des Orthophotokartenausschnittes im Masstab 1:2000 gegeben.

1. Einleitung

Eine der wirtschaftlichsten photogrammetrischen Methoden, welche bei der Herstellung der topographischen Karten, darunter auch grossmasstäbigen Karten angewandt werden, ist die Methode der Entzerrung der Bilder in optisch-mechanischen Entzerrungsgeräten. Die Photokarte, welche aus den nach dieser Methode entzerrten Bildern hergestellt wird, ist eine sehr gute Unterlage für Herstellung der Karten von ebenen Geländen. Über Verwendbarkeit dieser Methode zeugt die Tatsache, dass sogar für die Herstellung der Karten des eines Gebietes mit wesentlichen Höhenunterschieden s.g. zonenweise Photokarten angewandt werden. Bei einer grossen Anzahl von Entzerrungszonen, welche von Höhenunterschieden und erforderlichen Kartengenauigkeit abhängig sind, wird zonenweise Entzerrung unwirtschaftlich und nicht genau. Besonders deutlich kann es bei der Herstellung der Grundkarten in den Masstäben 1:2000 und 1:5000 festgelegt werden.

Eine neue photogrammetrische Technik, welche die Vorteile der Photokarten zur Herstellung der Strichkarten mit erforderlichen Genauigkeit auszunutzen ermöglicht ist s.g. Orthophototechnik. Wie bekannt ist, besteht diese Technik in eine Differentialentzerrung der Bilder an Orthoprojektoren und Orthophotozusatzgeräten zu analogen Autographen. Die im Resultat dieser Entzerrung erzielten Orthophotonegativen dienen zur Herstellung der Unterlagen, welche zur weiteren Auswertung im Gelände und zu Hause bestimmt werden. Die Überlegenheit der Orthophototechnik über Technik der zonenweisen Entzerrung besteht darin, dass sie für Herstellung der genauen Orthophotokarten für

Gelände mit beliebigem Relief geeignet ist.

Um Genauigkeit der Differentialentzerrung zu prüfen und Nützlichkeit der Orthophotokarten zur Herstellung der Strichkarten zu bewerten, werden im Institut für Geodäsie und Kartographie vielseitige Versuchsarbeiten und Untersuchungen in letzten Jahren durchgeführt.

2. Ergebnisse der Genauigkeitsuntersuchungen der Differentialentzerrung

In den durchgeführten Untersuchungen wurden folgende Ausgangsmaterialien ausgenutzt:

- Luftbilder des photogrammetrischen Testgebietes "Barycz" im angenäherter Masstab 1:5000, vom Hubschrauber aus, mit der Luftbildkamera Wild mit $c_k = 152,14$ mm aufgenommen. Die Luftbilder wurden auf dem panchromatischen Film AVIPHOT-PAN 30 der Firma Gevaert ausgeführt. Zur Auswertung wurden drei Bilder mit 60% Längsüberdeckung, mit den Höhenunterschieden bis zu 40 m im Bereich eines Bildes und mit der Neigung von ca 20° ausgewählt.
- Verzeichnis der Koordinaten von Pass- und Kontrollpunkten, welche nach der Methode der analytischen Blockaerotriangulation bestimmt wurden, welche auf Messungen von unabhängigen Modellen im Stecometer der Firma Carl Zeiss Jena gegründet wurden.

Die Genauigkeit der Bestimmung von obengenannten Punkten wurde mit mittleren Fehlern bewertet und beträgt:

$$m_x = \pm 5,9 \text{ cm}; \quad m_y = \pm 4,9 \text{ cm}; \quad m_z = \pm 7,0 \text{ cm}.$$

Die Kontrollpunkte /über 70/ wurden im Gelände festgelegt und vor dem Bildflug mit Scheiben mit Kreuzen mit den Ausmassen von 15 cm x 50 cm signalisiert.

Die Differentialentzerrung der Bilder wurde im Masstab 1:2000 an verschiedenen Orthophotogeräten im Land und im Ausland ausgeführt. Die Messungen der Orthophotonegativen wurden am Präzisionskoordinatographen des VEB Carl Zeiss Jena durchgeführt. Die Ergebnisse des Vergleiches der Koordinaten der gemessenen Kontrollpunkte werden in der Tabelle 1 vorgelegt.

Da die untersuchten Orthophotonegativen in verschiedenen Verhältnissen und von verschiedenen Beobachtern ausgeführt wurden, ist die in der Tabelle 1 angegebene Genauigkeitsbewertung als Orientierungsdaten zu betrachten. Die berechneten mittleren Lagefehler der Kontrollpunkte $/m_L/$ zeugen nur davon, dass beim Einsatz von gegenwärtig erzeugten Orthophotogeräten genaue Orthophotokarte hergestellt werden können, welche denselben mittleren Lagefehler der Geländepunkte wie bei graphischen Auswertungen an Autographen haben. In der Tabelle 1 wird auch die Genauigkeitsbewertung einer Photokarte angegeben, welche auf Grund derselben Aufnahmen am Entzerrungsgerät Wild E4 nach der Methode der zonenweisen Entzerrung hergestellt wurde. Aus dem Vergleich der Fehler ist zu ersehen, dass die Genauigkeit der zonenweisen Entzerrung ungefähr zweimal geringer ist. Es ist zu betonen, dass die Untersuchungsergebnisse Orthonegative betreffen, welche mit

verschiedenen Spalten und auf Grund von verschiedenen Ausgangsdaten bearbeitet wurden.

Von Anordnung der Kontrollpunkte /jede 80-100 m/ und von guter photographischer Qualität zeugt der angelegte Ausschnitt einer Orthophotokarte im Masstab 1:2000.

3. Ergebnisse der Versuche mit Einsatz der Orthophotokarten zur Herstellung der grossmasstäbigen Strichkarten

Versuchsarbeiten, welche im Jahre 1978 begonnen wurden, gehend dahin, technisch-wirtschaftlichen Grundlagen für Bearbeitung der "Technologie der Herstellung der Grundkarte mit Einsatz der Orthophototechnik" festzulegen, und umfassen:

- a/ Herstellung eines Kartenblattes im Masstab 1:2000 für Gebirgsgelände,
- b/ Aktualisierung der Karte im Masstab 1:2000 für hügliges landwirtschaftliches Gelände,
- c/ Herstellung des Kartenblattes im Masstab 1:5000 für landwirtschaftliche Gelände unter besonderer Berücksichtigung des Grundkatasters,
- d/ Herstellung des Kartenblattes im Masstab 1:5000 und 1:2000 für landwirtschaftliche Gelände mit signalisierten Punkten der Grenzbrechungen von Gemarkungen und Komplexen.

Die obengenannten Kartenblätter haben Format A-1. Die im Punkt d/ genannten Arbeiten werden noch nicht beendet.

Auf Grund der in Produktionsbetriebe bisher angefertigten Karten und der durchgeführten Versuche können folgende Schlussfolgerungen formuliert werden:

1. Orthophotokarte als Unterlage zur Herstellung der Grundkarte ermöglicht eine häusliche Beglaubigung der zur Verfügung stehenden kartographischen Daten.
Wenn Nichtübereinstimmungen zwischen kartographischen Unterlagen und Gelände stattfinden, können Kontrollmessungen in der Orthophotokarte ausgeführt werden, welche unmittelbare Kontrollmessungen im Gelände oder autogrammetrische Messungen ersetzen. Die Orthophotokarte ist bei der Prüfung von Katasterkarten besonders nützlich.
2. Die Anwendung der Orthophototechnik anstatt der autogrammetrischen Methode ermöglicht wesentliche organisatorische und wirtschaftliche Effekte auf dem Gebiet der Feldarbeiten zu erzielen.
Zweimalige Feldarbeiten, einmal für Bildauswertung vor ihrer Auswertung am Autographen und zweitensmal für Durchführung der Ergänzungsarbeiten, werden durch Auswertung, Ergänzungs- und Kontrollmessungen in der Orthophotokarte während einer Etappe der Feldarbeiten ersetzt,
3. Die Ergänzungsmessungen können im Anschluss an die in der Orthophotokarte identifizierten Situationsdetails ausgeführt werden, welche zu der I. Genauigkeitsgruppe gehören /Bodengrenzen, Verkehrsanlage, Gebäude, Anlage der elektrischen Traktion u.s.w./.

Die in den Luftbildern dargestellten Situationsdetails haben in der Orthophotokarte den kartometrischen Wert. Ihre Anwendung als Anschlusspunkte kann die Anzahl der Messungen,

welche zum Eintragen von bedeckten, im Luftbild nicht dargestellten Elementen des Karteninhalts unenbehrlich sind, wesentlich vermindern. Ausserdem eine Vergleichung der Orthophotokarte und des Geländes ermöglicht eine richtige Organisation der Mess- und Kontrollarbeiten, wodurch viele Fehler und Übersehen bei der Auswertung von Zeichnungsvorlage eliminiert werden können.

4. Die Kontrollmessungen im Gelände wiesen nach, dass die Genauigkeit der Auszeichnung der Zeichnungsvorlage der Karte an der Unterlage der Orthophotokarte Genauigkeiten entspricht, welche in gültigen technischen Instruktionen für Herstellung der Grundkarte angegeben sind.

Die Bewertung der Lagegenauigkeit von Situationsdetails in der Zeichnungsvorlage der Karte wurde durch Vergleichung der auf Grund der Feldmessungen von Längen und Winkeln berechneten Koordinaten ausgeführt. Als Standpunkte der Messungen dienten im Gelände stabilisierten Punkte von Polygonzügen. Die mittleren Lagefehler der kontrollierten Details, welche aus Vergleich der erzielten Koordinatenunterschiede berechnet wurden, betragen von $\pm 0,2$ mm bis zu $\pm 0,3$ mm im Kartenmasstab.

5. Die Kosten der Herstellung der Situations- und Höhengrundkarte im Masstab 1:2000 wurden für die Etappe der Einleitung der neuen Technologie in die Produktion berechnet, also vor Gewinnung an Erfahrungen auf diesem Gebiet, und sind auf demselben Niveau für die autogrammetrische Methode und für die Orthophototechnik.

Davon zeugt die in der Tabelle 2 angegebene Zusammenstellung, nach der die Kosten der Kartenherstellung ca. 62% der Kosten der Kartenherstellung nach der direkten Methode betragen. Es ist vorgesehen, dass mit Gewinnung an Erfahrungen die Herstellung der Karten an der Unterlage einer Orthophotokarte vorteilhafter sein wird. Ausserdem, in Rücksicht auf technische Effekte /Kartengenauigkeit/, organisatorische Hinweise und die Tatsache, dass während der Herstellung der Strichkarte ein Mittelprodukt - eine Kopie der Orthophotokarte /photographisches Bild des Geländes/ angefertigt wird, werden Vorteile der in entsprechenden Verhältnissen angewandten Orthophototechnik noch mehr deutlich.

Die Versuchsarbeiten, deren Ergebnisse eine Grundlage zur Auffassung der obigen Schlussfolgerungen sind, werden noch nicht beendet. Einige Etappen der Technologie der Herstellung der Strichkarte in der Unterlage der Orthophotokarte, deren Schema in der Tabelle 3 vorgelegt wird, erfordern noch Prüfungen. Das betrifft im besonderen die Etappen 6 und 8, d.i. die Herstellung der Kopien der Orthophotokarte /Materialien/ und Zeichnungsarbeiten bei der Anfertigung der Zeichnungsvorlage der Karte.



23 025 50 75 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900

ORTOFOTOMAPA

Skala 1:2000

Tabelle 1

| Lfd. Nr. | Name des Orthophoto- gerätes | Gewinnungs- weise von Ausgangs- daten | Ausmasse des Schlitzes mm | Mittlere Lagefehler der Kontrollpunkte im Entzerrungsmaßstab | |
|---------------------------|--|--|--|--|-------------------------|
| | | | | m_L mm | Anzahl der Punkte |
| 1 | Orthophot B /on-line/ | Profilierung im Topocart B | 4,0 x 0,5 | $\pm 0,13$ | 75 |
| 2 | Orthophot C mit Korrektur- vorrichtung /off-line/ | DTM aus Profilen im Topocart C | 16,0x1,0 | 0,17 0,14 | 49 28 |
| 3 | PPO-8 /on-line/ | Profilierung im A8 | 5,0 x 0,2 | 0,17 | 76 |
| 4 | Avioplan OR-1 /off-line/ | DTM: 1/aus Profilen im A8 2/aus Höhen- linien 3/aus Profi- len im A8 | 5,0 x 0,1 5,0 x 0,1 12,0 x 0,1 | 0,10 0,10 0,11 | 74 74 72 |
| 5 | GZ-1 /off-line/ | Profilierung im Stereo- metrographen | 6,0 x 0,4 | 0,12 | 62 |
| 6 | Entzerrungs- gerät E4 | Zonenweise Entzerrung mit Masken | | 0,45 | 72 |
| Entzerrungsmaßstab | | | | 1:2000 | |
| Luftbildmaßstab | | | | 1:5000 | |
| /c _k = 152 mm/ | | | | | |

Tabelle 2

| Ausgeführte Arbeiten /Materialien und Transport/ | Kosten der Herstellung eines Kartenblattes im Masstab 1:2000 | | |
|--|--|--------------------------------|-----------------|
| | Direkte Methode im Gelände | Photogrammetrische Methoden | |
| | | im Auto- graph | Ortho- photo |
| 1. Vorbereitungsarbeiten: Signalisierung der Punkte im Gelände, Messung und Lage- und Höhenbestimmung der Photopunkte, Ausführung der Luftbilder, Aerotriangulation | - | 14,2 | 14,2 |
| 2. Häusliche Arbeiten in photo- grammetrischen Geräten: | | | |
| - Herstellung der Orthophoto- karte mit Relief und Lage der Gebäude | - | - | 4,8 |
| - Auswertung des Situations- inhalts der Karte und des Reliefs | - | 5,2 | - |
| 3. Feldarbeiten: | | | |
| - Auswertung der Luftbilder oder Orthophotokarte, Ergänzungs- und Kontroll- messungen | - | 30,8 | 28,6 |
| - Geodätische Messungen und Auswertung des Situations- inhalts der Karte und des Reliefs | 88,0 | - | - |
| 4. Kartographische häusliche Arbeiten und Reproduktions- arbeiten | 12,0 | 11,4 | 14,5 |
| Gesamt /in %/ | 100,0 | 61,6 | 62,1 |

Tabelle 3

