

14. KONGRESS DER INTERNATIONALEN GESELLSCHAFT  
FÜR PHOTOGRAMMETRIE  
HAMBURG 1980

Kommission V.  
Arbeitsgruppe 4.

Photogrammetrische Arbeiten für nichttopographische  
Zwecke in Ungarn  
/Freiwilliger Fachbeitrag/

Dr. L. Homoródi  
TU. Budapest

Der Vortrag gibt eine Übersicht der photogrammetrischen Aufnahmen in Verbindung mit bau-, archeologischen und Denkmalschutzarbeiten, der Durchführung von Festigkeits- und statischen Versuchen und der Prüfung der Verformung von Bauwerken, ferner mit hydrographischen und anderen technischen Aufgaben, und beschreibt etwa ausführlicher jene Arbeiten bei denen ein eigenartiges Merkmal vorkam, durch das sich die Aufgabe von den gewohnten abweichend oder neuartig gestaltete. Durch das gesagte sollte auch zu der Vervollständigung der von Arbeitsausschusses /Prof.Badekas/ geplanten Zusammenstellung beigetragen werden.

Mit der industriellen /nichttopographischen/ Anwendung der Photogrammetrie beschäftigen sich vor allem die Universitäts- und Hochschullehrstühle für Photogrammetrie /insgesamt sechs im Lande/, das Geodätische und Geophysikalische Forschungsinstitut /Sopron/ der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und das Vermessungs- und Bodenuntersuchungsunternehmen, sowie - in geringerem Masse - geodätische Betriebe /Unternehmen/, welche die Photogrammetrie für kartographische Zwecke benutzen.

Der Anwendungsbereich ist vielseitig, jedoch vor allem mit der Bauingenieurtätigkeit verbunden; die Anwendung im Maschinenbau und in der Landwirtschaft ist weniger ausgedehnt.

Die wichtigsten Anwendungsbereiche lassen sich im folgenden zusammenfassen:

Anwendungen im Bauwesen:

- Vermessung der äusseren und inneren Fassaden von Wohn-, Kommunal- und historischen Bauten für Wiederherstellungszwecke,
- Prüfung der Einfügung von geplanten Gebäuden in der Umgebung,
- Vermessung von Dachdecken und anderen Ausrüstungen für Instandhaltungszwecke /Dachkataster/,
- Messungen für die Bauleitung und Baukontrolle schlanker Bauwerke,
- Prüfung verschiedener Konstruktionen unter Last,
- Deformationsmessungen an Bauwerken.

Anwendungen im Wasserbau:

- Messung der Stromlinien eines Wasserlaufes in der Natur und im Modellversuch, um die Wirkung eines zu errichtenden Bauwerkes zu bestimmen,
- Deformationsmessungen an Torschützen von Stauwerken.

Anwendungen im Verkehrswesen:

- Kontrollmessungen an Tunnels /Untergrundbahntunnels/,

- Deformationsmessungen an Brücken unter wechselnder Last,
- Kontrollmessungen an Seil- und Kranbahnen,
- verkehrspolizeiliche Messungen.

Anwendungen im Bergbau u.a.m.:

- Deformationsmessungen an Stollen im Tiefbaugruben,
- Deformationsmessungen an Erdgasbehältern,
- Untersuchung der umweltverundeinigenden Wirkung eines Tonerdenwerkes,
- Deformationsmessung des Bechers einer Zentrifuge in Betrieb.

Anwendung in Forstwesen und Landwirtschaft:

- Wildzählung,
- Kontrollprüfung der Entwicklung von Zuchttieren
- Deformationsmessung an Getreidesilos unter Last.

Wie es aus der Aufzählung der Aufgaben zu erkennen ist, sind diese von üblicher Art, Schwierigkeiten entstanden höchstens durch Aufnahmebedingungen, infolge derer sich die Aufgabe abwechslungsreicher gestalteten. Daher sollen hier nur einige eigenartigere Aufgaben ausführlicher behandelt werden.

1. Vermessung von Gebäuden für Wiederherstellungszwecke. Von diesen ist die Vermessung der Gewölbe von Baudenkmälern zu nennen um die Beschädigung infolge der Kippung der Gewölbesohlen zu ermitteln. /Z.B.: es war möglich das Maß der seitwärtsbewegung der Wandpfeiler auf Zentimetergenau zu bestimmen./

2. Der Dachkataster umfasst aufgrund von Luftbildern je Gebäude die Flächen und Neigungswinkel der Dachdecken, detailliert und insgesamt, sowie den Erhaltungszustand der Dachdecke und die dort befindlichen Ausrüstungen. Eine derartige Zusammenstellung wurde für sämt-

liche in Gemeinbesitz befindliche Gebäude von Budapest fertiggestellt und soll auch für mehrere Provinzstädte ausgearbeitet werden.

3. Zur Projektierung des vorgesehenen Donau-Stauwerkes oberhalb Budapest wurden in der Natur und in Verbindung mit dem Modellversuch des fraglichen Stromabschnittes Aufnahmen gemacht, welche durch Messungen der Bahnen von schwimmenden Zeichen die Bestimmung der Stromlinien, und durch Unterbrechung der Exposition an einzelnen Stellen jene der Oberflächengeschwindigkeit der Strömung ermöglichten, bzw. konnten deren Änderungen in den einzelnen vorgesehenen Phasen der Bauausführung auch im Modell nachgebildet gezeigt werden.

4. Als eine ziemlich eigenartige verkehrspolizeiliche Aufgabe kann diejenige erwähnt werden in der aufgrund eines einzigen Bildes die Tiefendifferenz zwischen dem abgebildeten Kraftwagen und einem Verkehrssignal zu bestimmen war. Ausführlicher ist diese Aufgabe in einem separaten Vortrag bekannt gemacht.

5. Von den Deformationsmessungen von Konstruktionen unter Last könnten die Messungen an der Elisabeth-Brücke einer der Donaubrücke in Budapest, genannt werden, die das grösste Objekt ist dessen Deformationen während der Probelastung gleichzeitig nach geodätischen und photogrammetrischen Verfahren gemessen werden. Auch von vielen Modellversuchen, z.B. von Schalenkonstruktionsmodellen oder Versuchsexemplaren von Rahmenkonstruktionen wurden Aufnahmen gemacht, ausgewertet um die Deformationen während der Belastung zu bestimmen.

6. Beim Entwerfen von forstwirtschaftlichen Seilbahnen werden Näherungsformeln angewandt, welche die Lastweglinie durch eine zweckmässig gewählte Funktion

annähern, während der tatsächliche Lastweg unbekannt ist. Zweck der betreffenden Untersuchung war, die tatsächliche Lastbewegung auf einem auswertbaren Foto festzuhalten, um die Abweichung des tatsächlichen Lastweges von der für die Berechnung benutzten Parabel /Seilkurve/ durch Messungen zu bestimmen. Nach der Ermittlung der tatsächlichen Bahnform, kann auch die auftretende Seilkraft in jedem beliebigen Punkte der Strecke berechnet werden. Die Untersuchungen wurden auf einer 164 m langen Strecke unternommen. Die Aufnahmen wurden bei Nacht mit einer Zeiss Photo Kamera gemacht. Auf dem Förderwagen war eine Lichtquelle angebracht, die auf das Negativ die Bahnform zeichnete, während der Wagen den Streckenabschnitt entlang gezogen wurde. Die Lichtspur wurde mit Hilfe eines Zeiss-Komparators gemessen. Die Ausmessung war so angeordnet, dass die von dem Seil in unbelastetem Zustand gemachte Aufnahme in den linken Bildbehälter kam, während sich in dem rechten Bildbehälter die in belasteten Zustand gemachte Aufnahme, beide um  $90^{\circ}$  verdrehter Lage, dadurch konnte die Änderung des Seildurchhangs im Vergleich zu dem unbelasteten Zustand stereoskopisch gemessen werden. Anhand von je 20 Punkten von 13 Aufnahmen liess sich die Durchhangänderung auf Wirkung der Belastung mit 1 cm Genauigkeit bestimmen. Daraus folgte, dass man die tatsächliche Seilkraft mit einer Genauigkeit von 20 kp ermitteln konnte.

7. Bei der Prüfung eines Bockkranes /Brückenkranes/ sollte die Formänderung der Brückenkonstruktion während der Überfahrt über die Brücke einer Höchstlast von 10 t untersucht werden. Die Spannweite betrug 32 m, an die sich an beiden Seiten je ein Tragarm von 8 bzw. 9 m Länge anschloss. Die Messungen wurden durch Präzisionsnivelement /das als Vergleichsbasis diente/, durch trigonometrische Höhenmessung und auch auf photogrammetrischem Wege durchgeführt. Da die Brücke 15 m hoch ist, konnte die Deformationsmessung durch

Nivellement nur unter besonderen Bedingungen oder mit Hilfe eines besonderen Bauwerkes durchgeführt werden; der Versuch sollte vor allem dazu dienen, um festzustellen, ob in einem ähnlichen Falle die trigonometrische oder die photogrammetrische Bestimmung die Beurteilung des Verhaltens der Konstruktion mit hinreichender Genauigkeit ermöglicht. Die photogrammetrische Messung wurde auch in diesem Falle bei Nacht unternommen. An dem über die Brücke fahrenden, die Belastung tragenden Wagen war eine Lichtquelle befestigt, welche die Form der Konstruktion auf das Negativ zeichnete. Obwohl wegen der vorliegenden Bedingungen der Aufnahmemassstab um 1:360 war, zeigten die durch Nivellement und nach der Lichtspur erhaltenen Deformationen nur Abweichungen von 3 bis 4 mm und die Durchbiegungen erreichten sogar 34 mm. Daher wurde das photogrammetrische Verfahren als für die Abnahme-kontroll ähnlicher Anlagen geeignet beurteilt.

8. Im Laufe einer Betriebsprüfung sollte die Auskipfung der Becher einer Zentrifuge für Kornverteilungsanalyse bei der Mineralaufbereitung bestimmt werden. Der sich um eine senkrechte Achse drehende Becher mit einem Durchmesser von etwa 60 mm und von 90 mm Länge wurde von der Drehachsenrichtung aus bei einer Winkelgeschwindigkeit von etwa 2000 U/s in Vakublitzlicht photographiert. Die Lage der auf der Stirnplatte der Becher angeordneten Zeichen wurde mit Hilfe eines Stereokomparators gemessen und es wurde der durch die Becherlängsachse mit der Senkrechten gebildete Winkel berechnet. Es liess sich eine Genauigkeit etwa  $\pm 10$  bis 15 Bogenminuten erreichen.

9. Bei der Untersuchung der umweltverunreinigenden Wirkung eines Tonerdenwerkes handelte es sich darum, dass die aus dem deponierten Rotschlamm ausgelaugten Natriumsalze unter dem Schutzdeich der Deponie versickern und das Grundwasser verunreinigen, die Vegetation schädigen.

Die Aufgabe bestand darin, die Sickerstellen zu ermitteln und die Grenzen der Verbreitung der Verunreinigung festzustellen. Sowohl schwarz-weiss- als auch Farbbilder waren für die Lösung der Aufgabe geeignet.

10. Im Rahmen der landwirtschaftlichen Aufgaben wurden in einem landwirtschaftlichen Grossbetrieb von Zuchtstieren periodisch Aufnahmen gemacht, um den Zusammenhang zwischen der körperlichen Entwicklung der einzelnen Arten und den verbrauchten Futtermengen zu untersuchen. Die Aufnahmen wurden mit einer Kamera SMK-40 gemacht und mit Hilfe eines Stereometroraphen wurden von den Tieren Niveaulinienzeichnungen bereitet.

Unser Meinung nach werden die Möglichkeiten der photogrammetrischen Methode in Ungarn noch nicht genügend ausgenützt. Bei den verschiedenen Organen, die potentielle Auftraggeber sein können, zeigt sich eine gewisse Abneigung gegen die industrielle Anwendung der Photogrammetrie. Somit ist jede durchgeführte Aufgabe eigentlich auch eine Propaganda für die breitere Anwendung der Photogrammetrie. Ein im entgegengesetztem Sinne wirkende Faktor ist, dass sich die angeführten Organe nur gewissermassen nebenamtlich, aufgrund von Aufträgen, mit industriellen photogrammetrischen Aufgaben befassen können; im Falle von Lehranstalten ist es auch selbstverständlich. Daher ist die für solche Aufgaben zur Verfügung stehende Kapazität ziemlich beschränkt. Wir versuchen, zum Bekanntgeben der Möglichkeiten dieser Methode auch dadurch beizutragen, dass wir das Thema für die Diplomarbeiten der Absolventen der Fachrichtung Geodäsie alljährlich zum Teil von diesem Gebiet wählen. Das erweist sich als eine ziemlich wirksame Methode; es ist schon öfter vorgekommen, dass sich der frühere Ausarbeiter einer photogrammetrischen Diplomarbeit später als Auftraggeber bei uns einstellte.

Was die Ausrüstung anbelangt, entspricht das Instrumentarium der gegenwärtigen Beanspruchung. Unsere Aufnahmen werden in der Regel mit Phototheodoliten der Firma Zeiss Jena /Photo, UMK, SMK/ gemacht. Für die Auswertung stehen Zeiss-sche Stereokomparator, Stekometer, Technokart Stereometrograph und Wild-sche B8S Aviograph zur Verfügung. Das Negativmaterial macht aber oft Sorgen. Glasnegative von 13 cm x 18 cm Grösse sind meistens schwer zu beschaffen. In dieser Beziehung freut uns die Initiative des ISP. Es kommt oft vor, dass wir mit hausgemacht auf eine Glasplatte geklebten Filmen arbeiten müssen, was wegen der eventuellen Blasenbildung bei Präzisionsmessungen bedenklich ist. Für einfachere Aufgaben bedienen wir uns oft auch einer Amateurkamera. Im Forschungsinstitut der Ungarischen Akademie der Wissenschaften wurde hausgemacht eine schlagwettersichere Doppellekammer für bergbauliche Zwecke entwickelt.

Die Bearbeitungsverfahren sind die traditionellen; in einigen Fällen wurden auch analytische Lösungen angewandt.