

14. Kongress der Internationalen  
Gesellschaft für Photogrammetrie

Hamburg 1980

V. Kommission

Sándor Simonkovics

Abteilungsleiter der Photogrammetrie  
des Unternehmens Geodäsie und Bodenforschung  
Budapest 1088 Reviczky utca 4 /FTV/

Die Fragen der Kostenaufwandswirksamkeit im Anwendungs-  
gebiet der Nahebildphotogrammetrie

Abstrakt

Die Kosten der nahebildphotogrammetrischen Methoden sind bei gegebenen Aufgaben nur mit den Kosten derjenigen Vermessungsmethoden vergleichbar, die offensichtlich mit gleicher technischer Zuverlässigkeit verwendbar sind. Es sind bei diesen Untersuchungen die Methoden ausgeschlossen, die bloss photogrammetrisch messbar sind, bzw. bei denen die Photogrammetrie nicht anwendbar ist.

Die Kostenfaktoren sind von Lande zu Lande von der lokalen Gegebenheit beeinflusst, die von der Situation der Fachkräfte und der Instrumentation abhängig sind. Die Wirksamkeit ist auch durch die Grössenordnung und den Umfang der Aufgaben bestimmt. Die fallweisige Anwendung der Photogrammetrie ist niemals wirksam. Andere Nebenverhältnisse, wie die Materialkosten, Transportkosten, usw. können Einfluss auf die Wirksamkeit haben.

Auf Grunde unserer Untersuchungen besitzt Ungarn hier in diesem Fachgebiet einen besonderen Platz.

## Einleitung

Zwar wurde die Photogrammetrie in Ungarn für Zwecke der Architektur und der Denkmalpflege schon seit Ende der 50-er Jahre benutzt, ihre wissenschaftliche und organisierte Verwendung kann nur seit der Gründung des Nationalen Ausschusses der CIPA in Betracht genommen werden.

Seit der Gründung der CIPA in 1968 bis zu dem Jahre 1972 waren nur korrespondierende Mitglieder in Ungarn. In Jahre 1972 wurde im Rahmen des Geodätischen und Kartographischen Vereines der nationale Fachausschuss der CIPA als "Ausschuss für Denkmalphotogrammetrie" ins Leben gerufen. Die Aufgabe dieses Ausschusses war die Popularisierung und die Organisation der Architektur- und Baudenkmalvermessungen mittels photogrammetrischer Methoden.

## Die Entwicklung der Organisation

Vor der Untersuchung der Wirtschaftlichkeit ist es nötig die Organisation der ungarischen Denkmalpflege und die Entwicklung der Baudenkmalvermessungen kennen zu lernen, um die spezielle Lage unser Landes auf diesem Gebiet besser begreiflich zu machen.

Andersartig als in den anderen Ländern Europa's untersteht die ungarische Organisation, das Landesinspektorat für Denkmalpflege der Leitung und Aufsicht des Ministeriums für Bauwesen und Städteentwicklung /EVM/. Das Ministerium, ähnlich wie die anderen Ministerien auch, verfügt über mehrere Planungsbüros, die fachlich spezialisiert sind, und mit einem für geodätischen und geotechnischen Aufgaben betrauten Vorprojektierungsbüro /FTV/, das die ingenieurtechnische Vorbereitungen der Investitionen besorgt.

Das obengenannte Büro erkannte schon im Laufe der 50-er Jahre die wichtige Rolle der Photogrammetrie und besorgte zeitig eine moderne Gerätegruppe. Zwar feierte die ungarische Denkmalpflege im Jahre 1972 den hundertsten Jahrestag seines Bestehens, dennoch wurden für den Wiederaufbau und Restaurierung der Baudenkmäler nötigen Bestandsaufnahmen noch mit klassischen Methoden durchgeführt, die Photographie fand ausschliesslich bei der Dokumentation eine Verwendung. Da das Landesinspektorat für Denkmalpflege und das erwähnte Vorprojektierungsbüro einem gemeinsamen Ministerium unterstand, nimmt es nicht Wunder, dass sie schnell die gemeinsamen Wege gefunden haben.

So fingen die Versuche, die Photogrammetrie bei der Baudenkmalvermessungen zu benützen schon Ende des 50-er Jahre an. Mit diesem Zeitintervall beschäftigte sich unser Referat an dem 12. Internationalen Photogrammetrischen Kongress in Lausanne. Dank des französischen Stipendienrates, konnten wir in 1972 an dem, von der ENSG organisierten Internationalen Kursus teilnehmen, wo wir die architekturphotogrammetrische Tätigkeit der IGN gründlich kennenlernen konnten.

Auf Grund unseres Referats beschloss der Geodätische und Kartographische Verein, zur Förderung des Fachzweiges, den obengenannten Ausschuss zu gründen. Der Ausschuss begann eine umfassende Tätigkeit mit dem Ziel, die einheimische Basis der Architekturphotogrammetrie zu organisieren. Als erstes Konzept wurde - nach österreichischem Muster - das Landesinspektorat für Denkmalpflege mit den anfallenden Aufgaben betraut, um im Rahmen dieser Organisation die technische Basis zu sichern, mit deren Hilfe die Architektur- und Baudenkmalvermessungen im ganzen Lande durchgeführt werden können.

#### Die architekturphotogrammetrische Basis

Die gemeinsame Aufsichtsbehörde /ÉVM/ erkannte aber die Bedeutung des Problems und traf die Entscheidung, dass die Basis dort zustandegebracht werden muss, wo die organisatorische, instrumentelle und fachmännische Voraussetzungen schon vorgegeben sind. Laut der Entscheidung wurde als Basis das Unternehmen FTV vom Ministerium mit dieser Aufgabe betraut.

Damit wurde mit den Vermessungsaufgaben eine Stelle betraut, bei der - neben den laufenden photogrammetrischen Aufgaben - schon seit geraumer Zeit auch Baudenkmalvermessungen durchgeführt wurden. Diese Aufgaben befassen sich mit der nicht-topographischen Anwendungen der Photogrammetrie. So wurden hier Grundkarten von Ortschaften und Städten angefertigt, kartographische Arbeiten für den Umweltschutz durchgeführt, Deformationen von Industriebauten festgehalten, periodische Bestandsaufnahmen von Braunkohlentagebau, perspektivische Ansichten zur Begutachtung geplanter neuer Bauten, Aufrisse von Fassaden für den Einbau von Baulücken ausgearbeitet. Das Ministerium hat mit sämtlichen Baudenkmalvermessungen das FTV betraut und verordnet, dass das Landesinspektorat für Denkmalpflege /OMF/ und FTV ihre einschlägigen Tätigkeiten koordinieren müssen.

So kann FTV ihre technische Instrumentation ökonomischer ausnützen, OMF hingegen ist von den Vermessungsarbeiten entlastet. Es muss gesagt werden, dass die Restaurierung der historischen Bauten nur Schritt für Schritt erfolgen kann, es sind ausgedehnte architektonische und auch historische Vorarbeiten nötig, um den gestellten Aufgaben gerecht zu werden, so können also die nötigen Vermessungen die volle Kapazität einer komplexen photogrammetrischen Organisation keinesfalls voll auslasten. Die nötige Vorausplanung dieser Arbeiten erfordert zweckgebundene Organisationsarbeit.

#### Zur Verfügung stehende Instrumentation

Wenn man weiss, das FTV über ein Wild C 120, ein Wild C 40, ein Zeiss Phototheodolit und ein Zeiss UMK Messkammer verfügt, dass ausserdem einige wertvolle herkömmliche Fotoapparate /Linhof Technika/ zur Verfügung stehen, die nötigen Auswertegeräte, zwei Stereometrograph und ein Entzerrungsgerät auch zum Inventar gehören und dass ausserdem noch ein Zeiss Technocart die Arbeiten erleichtert, obwohl das zuletzt genannte Gerät Eigentum der Universität ist, doch hat FTV das Recht damit zu arbeiten, ist es leicht einzusehen, dass die technische und instrumentelle Kapazität bei Weitem grösser ist, als die beim Denkmalschutz anfallenden Aufgaben. Deshalb müssen diese Aufgaben mit den sonstigen Routine-Aufgaben gemeinsam nach einem Zeitplan ausgeführt werden.

#### Problemstellung

Die Notwendigkeit einer komplexen Vermessung

Wenn - wie es aus dem vorher erwähnten ja eindeutig hervorgeht - es an Kapazität nicht mangelt, welche Schwierigkeiten sind noch zu beseitigen, um die Baudenkmal-Vermessungsarbeiten zu bewältigen?

Als Erstes ist es vielleicht zu erwähnen, dass das Landesinspektorat darauf besteht, dass nicht nur die Fassaden photogrammetrisch vermessen werden müssen, was an sich eine dankbare Aufgabe für dieses Verfahren ist, sondern es muss das ganze Gebäude und dessen Umgebung komplex vermessen werden. Die zu bewältigenden Arbeiten sind die folgenden:

Die Umgebung des Baudenkmals muss in einem Masstab 1:50, 1:100 und 1:200 bearbeitet werden. Es müssen detaillierte Grundrisszeichnungen des Baues für verschiedenen Niveaus /Keller, Erdgeschoss, Stockwerke und Dachkonstruktion/ angefertigt werden. Die Grundrisszeichnungen werden

in einem Masstab 1:50 verlangt. Desweiteren müssen sämtliche Querschnitte, die zu der Rekonstruktion nötig sind, eventuell mit Ansichtszeichnungen ergänzt, ebenfalls im Masstab 1:50 zur Verfügung gestellt werden. Natürlich verlangt das Inspektorat auch eine Zeichnung in Masstab 1:50 von allen Fassaden.

Dies bedeutet nicht nur eine Vermehrung der nötigen Arbeit, sondern auch eine qualitative Mehrarbeit. Zu dieser komplexen Vermessung müssen wirtschaftlicher Weise photogrammetrische und geodätische Verfahren kombiniert werden. Nur der Einsatz der modernsten Einrichtungen macht eine wirtschaftlich vertretbare Arbeit möglich. Die Mitarbeiter sollten im Bauwesen gründlich geschult sein.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen beträgt der Anteil der Photogrammetrie in der Vermessung eines Baues von irregulärer Gestalt etwa 30%. Zu diesen Arbeiten müssen ausser den photogrammetrisch erfahrenen Technikern auch gute Topographen und Techniker, die Erfahrungen im Vermessen von Bauwerken haben, hinzugezogen werden. Dies alles bedeutet natürlich, dass die nötigen personellen und technischen Voraussetzungen nur nach und nach geschaffen werden können.

#### Anderweitige Verpflichtungen

Die andere Schwierigkeit liegt darin, dass die Mehrarbeit, die aus den Denkmalschutz-Vermessungen uns erwachsen ist mit unverändertem Mitarbeiterstab, neben den vielen sonstigen Vermessungsarbeiten verrichtet werden muss und noch dazu in der Weise, dass keine der Arbeiten Aufschub erleidet. Diese Probleme könnten nur durch Ausbau eines Mitarbeiterstabes gelöst werden, doch das Angebot in entsprechend erfahrenen Technikern reicht bei weitem nicht aus, um diesen Weg zu gehen. Deshalb muss die Firma selber dafür sorgen, dass das nötige Personal in eigenen Wirkungskreis ausgebildet werde.

Vor diesem Hintergrund wollen wir kurz einen Streifblick auf die Lage der ungarischen Geodäten-Ausbildung werfen.

#### Techniker- Nachwuchs

Im ganzen Lande werden in fünf Mittelschulen Techniker für die Geodäsie ausgebildet. Diese fünf Anstalten müssen das ganze Land mit Mittelkader der Geodäsie versorgen. Die Absolventen erhalten neben der beruflichen Ausbildung auch die Mittelschulreifprüfung. Es ist zu verstehen, dass in diesen Schulen kaum noch für eine Photogrammetrie-Unterrichtung Zeit bleibt.

Die einzige geodätische Hochschule des Landes gibt seinen Absolventen natürlich eine viel reichere photogrammetrische Schulung mit auf dem Weg. Doch als Hauptaufgabe werden in der Hochschule kartographische Probleme behandelt. Dennoch finden sich jedes Jahr Studenten, die als Thema ihrer Diplomarbeiten Fragen aus der bautechnischen Anwendung der Photogrammetrie wählen.

Nur an der Technischen Universität in Budapest kann man von einer gründlichen und tiefgreifenden photogrammetrischen Schulung sprechen. Leider ist die Fakultät klein, die Zuhörerzahl gering.

Seit dem Jahre 1977 ist die photogrammetrische Vermessung von Bauten auch an der Fakultät für Hochbau als Pflichtfach aufgenommen. Die Vorlesungen übermitteln zwar ein gründliches und fachgemässes Wissen, doch Ziel des Unterrichts ist in erster Linie die werdenden Architekten in die Lage zu versetzen, ihre Vermessungsansprüche fachgemäss und als gleichgestellte Partner formulieren zu können.

Eine Ausbildung in der Auswertung gibt es praktisch nicht. Ambitionierte Mitarbeiter bei der Firmen, die meistens über keine technische Grundausbildung verfügen, erlernen das Auswerten in verschiedenen Fortbildungskursen. Falls diese Mitarbeiter ihre Ausbildung an der Hochschule fortsetzen, sind sie meistens nicht mehr gewillt, als Auswerter bei der Firma zu arbeiten. Dieses Problem trotz vieler Anstrengungen bleibt noch immer ungelöst.

#### Sonstige Schwierigkeiten

Photographische Glasplatten sind aller Wahrscheinlichkeit nach in ganz Europa eine Mangelware. Meistens werden deshalb Planfilme gebraucht. Planfilme erzeugt aber die Photoindustrie in den nötigen niedrigeren Empfindlichkeitsbereichen von 17-20 DIN kaum.

#### Positive Untersuchungen

Um auf die Fragen zurückzukommen muss festgestellt werden, woraus sich die Kosten einer photogrammetrischen Vermessung zusammensetzen.

#### Transportkosten

Die Transportkosten sind für diese Arbeit typisch, da das meistens schwere Instrumentarium mit Auto an Ort und Stelle gefördert werden muss. Die Vermessungsarbeiten, noch auch in einem so kleinen Lande, wie Ungarn, sind mehrere

hundert Kilometern entfernt von dem Amtssitz der Firma. Aber auch die Entfernungen zwischen dem Quartier der Vermessungstruppe und dem zu vermessenden Bauwerk können Dutzende Kilometern betragen.

#### Materialkosten

An Materialkosten fallen Auslagen für photographische Platten, Chemikalien, Photopapier usw. an. Diese Kosten waren bis jetzt nicht ausschlaggebend, doch es ist auch auf diesem Gebiet mit einem Preisanstieg zu rechnen, so dass die Materialkosten in Zukunft keinesfalls zu vernachlässigen sind. Eine weitere Belastung bedeuten die immer schwieriger werdenden Einkaufsmöglichkeiten für Photomaterial. Natürlich müssen auch die Lohnkosten fürs Photolabor in Rechnung gestellt werden.

#### Kosten der Instrumentenbenützung

Bei den Vermessungsinstrumenten rechnet man mit der Einheit Vermessungstag, bei der Auswerteinstrumenten mit Auswertestunden. Eine Rechnung ist besonders bei der Vermessung nicht leicht, da ja die Instrumente nicht den ganzen Tag im Einsatz stehen. Ideal wäre eine Verrechnung auf Basis der Amortisation, doch diese Verrechnungsart wurde für die Präzisionsinstrumente abgeschafft.

#### Kosten der Arbeiten auf dem Gelände

Die Kosten der Arbeiten auf dem Gelände, also Löhne für photogrammetrische und geodätische Arbeiten können nicht eindeutig von den Kosten in Punkt 3. getrennt werden.

Der Wirtschaftlichkeit kommt eben in diesem Arbeitsbereich besondere Bedeutung zu. Es ist unbedingt anzuraten, dass die ganze Arbeit nach vorheriger Untersuchung des Terrains streng organisiert wird.

Im Laufe dieser Voruntersuchung muss bestimmt werden, welches Gerät für die photogrammetrischen Aufnahmen eingesetzt wird, wie viele Aufnahmen, bzw. Aufnahmepaaren nötig sind. In diesem Zeitpunkt müssen die Bezugspunkte festgesetzt werden, es muss entschieden werden, wie und in welcher Zeit diese Bezugspunkte festgelegt werden können.

Es ist anzuraten, sich auch mit den klimatischen Begebenheiten, den Quartiermöglichkeiten und dem Angebot an Hilfsarbeitskräften vertraut zu machen.

Diese Voruntersuchung wird zweckmässigerweise noch vor Erarbeitung des Kostenanschlags unternommen. Arbeitskräfte und Quartier sind nötig, da ja die komplexen Vermessungen zeitraubend sind.

### Kosten der Auswertung

In dieser Beziehung wollen wir unter Auswertung die Stereoverarbeitung der Bildpaare und die Entzerrung der Messbilder in abstrakten Linienbilder verstehen. Diese Arbeit hängt eng mit den Stundenkosten der Auswertegeräte zusammen. Der Wert ist gut kalkulierbar, da ja die Auswertung ständig laufen kann. Von grösster Wichtigkeit ist, dass die Auswertung schon im Laufe der Vermessung im Gelände exakt vorbereitet wird. Auf dieser Basis kann der Zeitplan der Auswertung genau vorgeschrieben werden.

### Kosten der graphischen Weiterverarbeitung

Dazu gehören die Kontrolle der Auswertung, die eventuell nötigen Ergänzungen, die Fertigstellung der druckreifen Zeichnung und die Druck- oder Vervielfältigungskosten. Die vorherige Datenbeschaffung, die Forschung in zeitgenössischen Zeichnungen und Beschreibungen oder älterer Vermessungsdaten, der Zeitaufwand der nötigen kunsthistorischen Studien, die Konsultationen mit den Architekten - um Sonderwünsche entgegenzunehmen - können nicht als Kosten verrechnet werden.

Unter Annahme der oben angeführten Gesichtspunkte haben wir einige Fassadenaufmessungen nachkalkuliert und sind dabei auf die folgenden Durchschnittswerte gekommen:

Ein Bauwerk mit den üblichen Abmessungen /25x25x10/ hat eine Fassadenfläche von etwa 1000 m<sup>2</sup>. Die photogrammetrische Vermessung der Fassade kostet, von den oben angeführten sechs Punkten ausgehend 60 000 Ft. Also die Vermessung von 1 m<sup>2</sup> kostet rund 60 Ft. In diesen Kosten sind Transportkosten, Materialkosten, die streng genommene Vermessung, die Auswertung und die Kosten der Dokumentation inbegriffen. Bei kleineren Objekten müssen wir einen Aufpreis rechnen, bei grösseren Bauten können wir einen Nachlass geben.

Diese Kosten sind kaum höher, als die Kosten des Baugestells, der zu der klassischen Vermessung notwendig wäre. Die Photogrammetrie ist also für den Kunden und auch für die Volkswirtschaft ökonomisch. Die detaillierte Auswertung und die Ausarbeitung der massgerechten entzerrten Bilder im Strichabstraktion sind kostenmässig fast identisch. Bei den entzerrten Bilder ergeben sich Probleme eher bei der phototechnischen Arbeit, bei den kompliziert gestalteten Flächen dagegen ist das Bestimmen einer optimalen Bezugsebene schwierig.

Es muss an dieser Stelle auf die Vorteile hingewiesen werden, die mit dem UMK-Gerät zu erreichen sind, und zwar grössere Bildfläche, kleinere Zahl der nötigen Aufnahmen und die Möglichkeit, Negativmaterial höherer Empfindlichkeit verwenden zu können. Die relative Schwerfälligkeit des Apparats kann gegenüber den erwähnten Vorteilen vernachlässigt werden. Mit dem UMK-Gerät können täglich 4- 5 Stereoaufnahmen oder 10-12 Soloaufnahmen gemacht werden, es ist gerade soviel, wieviel Platten ein Kasetenträger beinhaltet.

Es wurde schon erwähnt, dass die Kapazität der Aufnahmegeräte dieselben der Auswertegeräte bei Weitem übersteigt. Die Aufnahmeapparatur kann besser ausgelastet werden, wenn nicht nur eine komplette Vermessung, sondern auch ein bildliches Festhalten des gegebenen Zustandes vorgenommen wird. Es werden in diesem Falle also nur Aufnahmen gemacht, diese werden archiviert und stehen zu einer späteren Verarbeitung jederzeit zu Verfügung.

Diese Bestandsaufnahme wird zur Zeit von dem Landesinspektorat nicht verlangt. Deshalb müssen die Aufnahmegeräte auch zu anderen photogrammetrischen Aufgaben eingesetzt werden. So werden zum Beispiel Industrieanlagen vermessen um deren Zustand oder Deformation dokumentieren zu können. Unter Anderem wurden in dieser Weise Kühltürme vermessen. Es konnte die tatsächliche Form und die Deformation dieser Bauten festgestellt werden. Fertigbauten aus Grosselementen sind auch ein Objekt dieser Vermessungen, um festzustellen, inwieweit die Bauten nach Fertigstellung von den Plänen abweichen.

Diese Vermessungsarbeiten bringen so viele spezielle Probleme mit sich, dass die Kosten nicht genormt werden können. Bei der vorherigen Besichtigung der Arbeit werden die Vermessungskosten geschätzt und demgemäss festgestellt. Die tatsächlichen und die kalkulierten Kosten können infolge der Unsicherheiten der im Voraus genommenen Werte voneinander stark abweichen. Da die Vermessungsvereinbahrungen aber einen Festpreis bestimmen, kann eine Vermessung auch ein Verlustgeschäft werden. Es ist selbstverständlich, dass die Kalkulation mit grösster Sorgfalt erfolgen muss.

Die Auswertung der Fassaden kann nie so produktiv sein, als die Auswertung von Luftaufnahmen. Für diese Arbeiten fehlen die Normen auch. Es wird mit erfahrungsgemässen Durchschnittskosten kalkuliert.

#### Schlussfolgerungen

Um die Vermessungsarbeiten wirtschaftlicher zu gestalten

ten, bieten sich zwei Möglichkeiten an:  
Der eine ist organisatorischer Natur. Es muss dafür gesorgt werden, dass so viele Denkmalvermessungsarbeiten anfallen, dass eine oder mehrere Vermessungsteams fließend mit Arbeit versehen werden können. Innerhalb dieses Teams müssen die Aufnahmen und die Auswertungsarbeiten in einem vernünftigen Verhältniss stehen. Die konventionellen Vermessungsarbeiten, die mit der Arbeit dieser photogrammetrischen Teams zusammenhängen, werden aber von anderen Arbeitsgruppen ausgeführt.

Die zweite Möglichkeit erwächst aus mehreren technischen Begebenheiten. Die wichtigsten Sachen dabei sind, die richtige technologische Planung der Durchlaufzeit der einzelnen Arbeiten, sowie die richtige Wahl der Aufnahme- und Auswertegeräte.

Energiesparen ist das höchste Gebot unserer Zeit. Dies bezieht sich aber nicht nur auf die Energieträger, sondern auch auf die geistige Energie, die der arbeitende Mensch darstellt.

Deshalb ist es zu begrüßen, wenn die photogrammetrischen Verfahren auch bei der Vermessung von Baudenkmalen zweckdienlich eingesetzt und die sich bietende Vorteile maximal ausgenutzt werden.