

# DATENLIEFERUNG DURCH LUFTBILDMESSUNG FÜR DIE PROGRAMMIERTE INSTANDHALTUNG VON DACHFLÄCHEN

Von

FRAU M. DOMOKOS

Lehrstuhl für Fotogrammetrie, Technische Universität Budapest

(Eingegangen am 2. Juni 1971)

Vorgelegt von Prof. Dr. L. HOMORÓDI

Die Gebäudeerhaltungsarbeiten (Erneuerung, Instandhaltung) nehmen in der ganzen Welt an Umfang zu und belasten in zunehmendem Maße die Bauindustrie der einzelnen Länder.

Von der Europäischen Wirtschaftskommission der UNO in Genf 1963, von den Mitgliedsstaaten der Organisation des RGW 1967 in Warschau wurde darauf aufmerksam gemacht, daß das optimale Gleichgewicht zwischen Neubauvorhaben und Gebäudeerhaltungskosten gesucht werden muß. Ähnliche Probleme wurden im *Building Center Forum* in England 1967 zur Diskussion gestellt.

In der UdSSR wurde 1967 ein auf diese Frage profiliertes Forschungsinstitut gegründet.

Es wurde überall festgestellt, daß in den verschiedenen Staaten die Gebäudeerhaltungsarbeiten in der Regel vernachlässigt wurden.

Die Lösung des Problems wird in den einzelnen Ländern auf verschiedene Art gesucht, wie

— die Erhöhung der Produktivität durch höhere Mechanisierung und den Einsatz von zeitgemäßerer Technologien;

— Verminderung des Arbeitsaufwands für die Erhaltung durch die Anwendung von dauerhaften, keiner besonderen Instandhaltung bedürftigen Werkstoffen, leicht auswechselbaren Konstruktionen;

— teilweise Durchführung der Erhaltung im freiwilligen Arbeitseinsatz;

— Einführung einer zeitgemäßerer Bauorganisation (planmäßige Instandhaltung, Netzwerkplanung der Erneuerung).

Von dieser sehr weitverzeigten Problematik soll nur die Modernisierung der Instandhaltung von Wohnbauten herausgegriffen werden. Zweck der Instandhaltung ist der Schutz des technischen Gebäudezustands und die Gewährleistung der Brauchbarkeit in der Zeit der Erneuerung.

Die Ist-Kosten und spezifischen Kosten der Instandhaltung sind wegen der Verzögerung der Erneuerungen und des hohen Instandhaltungsbedarfs der neuen Wohnbauten in ständiger Zunahme.

Die Instandhaltungstätigkeit der ungarischen Liegenschaftsverwaltungen beschränkte sich bis zum Jahre 1966 hauptsächlich auf die Ausbesserung angemeldeter Schäden. Dieses System beruhte jedoch auf der subjektiven Beurteilung der Hausbewohner, gewährte also keinen Einblick in den technisch begründeten, tatsächlichen Instandhaltungsbedarf.

Der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten im Rahmen der planmäßigen Instandhaltung geht eine technische Besichtigung voran, bei der die für eine programmierte Instandhaltung vorgesehenen Konstruktionen, deren technischer Zustand erfaßt werden, um in Kenntnis dieser Angaben die notwendigen Vorarbeiten vorzunehmen und einzuplanen.

Innere und äußere Gebäudeinstandhaltung stellen unterschiedliche Aufgaben dar. Die äußere Instandhaltung betrifft die Dachkonstruktion, Außenwände, Loggias, Gänge usw. Die innere Instandhaltung bezieht sich auf die Reparatur oder Erneuerung der abgenutzten Ausrüstungsgegenstände in den Mietobjekten.

Die Ausgangsdaten für die Planung der äußeren Instandhaltung wurden bei den Dächern von Hochhäusern mit einer harten Dachschalung aus zahlreichen Formstücken durch ungenaue Abschätzung von der Geländeoberfläche aus bestimmt. Auch der Zustand von Fassaden wurde durch näherungsweise, ungenaue Abschätzung aufgrund einer subjektiven Besichtigung ermittelt. Für diese näherungsweise, schätzungsmäßige Datenbestimmung ist die Tätigkeit an Ort und Stelle einer oder zweier Fachkräfte erforderlich. Dieser Umstand hat eine besondere Bedeutung, weil der Fachkräftemangel der Liegenschaftsverwaltungen allgemein bekannt ist.

Es liegt auf der Hand, für diese Aufgaben ein zeitgemäßeres, rascheres, genaueres Verfahren zu suchen, das die ganze Kapazität der Mitarbeiter der Liegenschaftsverwaltungen nicht in Anspruch nimmt.

Dazu bietet sich die Photogrammetrie. Die Neigungsverhältnisse der Dachkonstruktionen, die Größe der Dachflächen lassen sich mit Hilfe der Luftbildmessung bestimmen, die Arten der Dachschalungen auf diese Weise beurteilen.

Der Zustand der Fassaden kann durch Erdbildmessung objektiv, genau und anschaulich erfaßt werden.

Es soll nun die ausführliche Vermessung von Dachflächen durch Luftbildmessung anhand von Versuchen in halbtechnischem Maßstab vorgeführt werden.

Am Lehrstuhl für Photogrammetrie der Technischen Universität Budapest wurde nach der Konzeption und unter Anleitung der Verfasserin ein Luftbildmeßverfahren entwickelt, das eine Evidenzhaltung des Dachzustands je Gebäude ermöglicht, und sämtliche für die Vorbereitung der planmäßigen Instandhaltung erforderlichen wichtigeren Daten nach Dachflächeneinheiten aufgeschlüsselt liefert. (Siehe die Abbildung.)

Die Entwicklung des Verfahrens wurde durch die kennzeichnendste Eigenschaft der Luftbilder von Städten ermöglicht, daß auf diesen die Dachkonstruktionen der Gebäude scharf und gut erkennbar abgebildet sind. Zum Teil ist eine veranschaulichende Interpretation zu geben, zum Teil sollen zahlenmäßige Daten ermittelt werden.

Es handelt sich um eine klassische photogrammetrische Aufgabe, wo der Großteil der auf dem Lichtbild gespeicherten Informationen für einen einzigen Zweck nutzbar gemacht werden kann. Durch die stereophotogrammetrische Verarbeitung von zweckmäßig geplanten Luftbildern großen Maßstabs, in der Regel mit einer 60prozentigen Längs- und 30prozentigen Querüberdeckung, wird eine zeitgemäße Ermittlung der Kennwerte von Dachflächen (Dachflächengröße, Neigung, Dachschalungsart, Zustand der Dachdecke usw.) ermöglicht.

Die Arbeit wird im allgemeinen in folgender Weise ausgeführt.

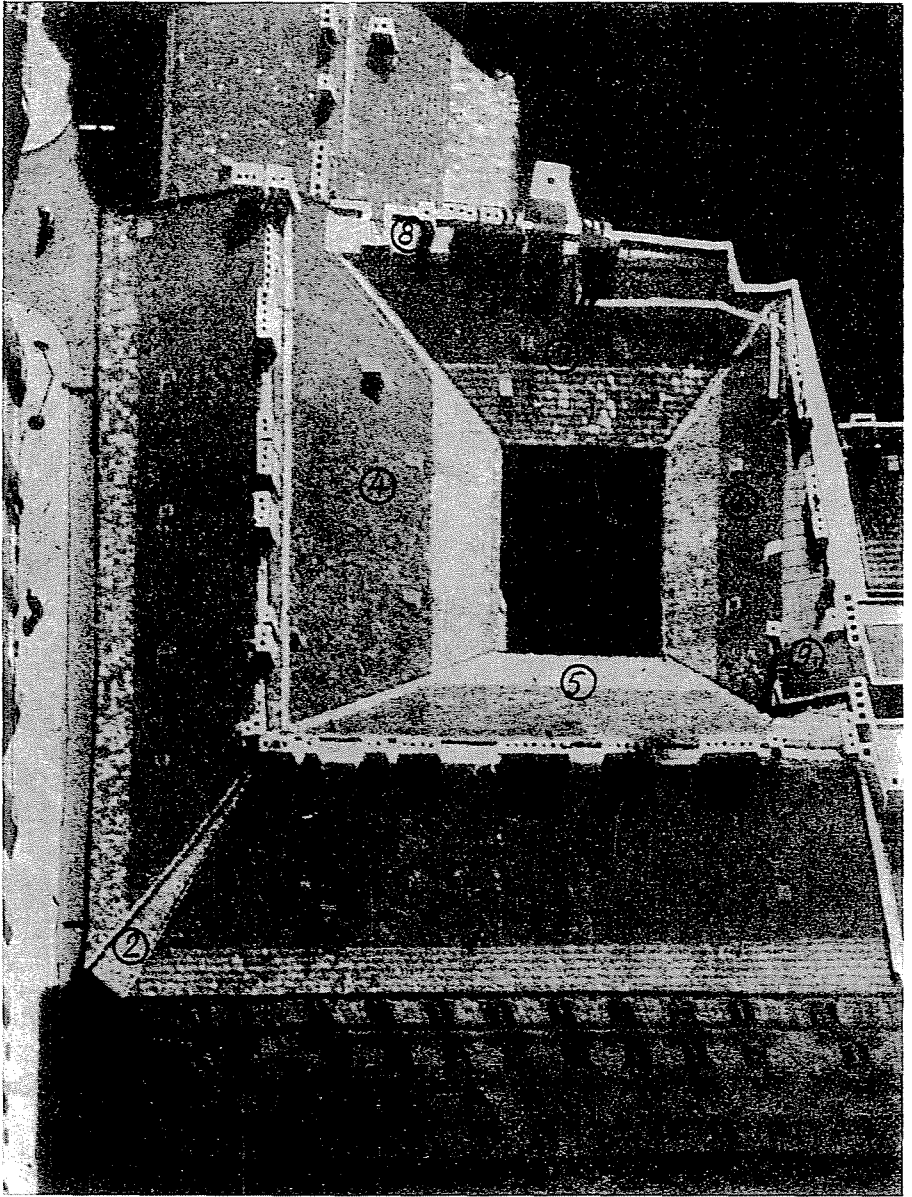
Aus vorhandenen oder für die Erfassung des Dachzustands eigens aufgenommenen Luftbildern wird durch eine regelmäßige stereophotogrammetrische Auswertung die Dachkarte des ausgewählten Gebiets im Maßstab  $M = 1 : 1000$  hergestellt, wo die Dachkonstruktionen in horizontaler Projektion dargestellt sind. Auf die Horizontalkarte wird ein Höhenoleat mit Passer gelegt und die kennzeichnenden Punkte der Dachkonstruktionen werden mit zahlenmäßigen Höhenangaben versehen, die im Stereoauswertegerät bei den entsprechenden Punkten abgelesen werden. Die Auswertung ergibt also eine Dachkarte mit horizontalen Daten, zweckmäßig je Gebäudekomplex auf gesonderten Kartenblättern dargestellt, und je ein Höhenoleat mit den Schurz- und Gratangaben beschriftet. Diese Daten bilden die Unterlage für die weitere Berechnung. Im nächsten Schritt wird eine formgenaue Berechnungsskizze erstellt, auf der die einzelnen Dachteile (numeriert) und die Straßen in der Umgebung dargestellt sind.

Die Neigungswinkel der Dachteile werden nach den aus der Karte mit Maßstablineal entnommenen Angaben ( $v$ ) und den Werten des Höhenoleats ( $m$ ) mit der Formel

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{m}{v}$$

ermittelt. Die horizontalen Dachflächen werden durch graphische Flächenberechnung bestimmt; in Kenntnis von  $\alpha$  läßt sich die Größe der geneigten Dachflächen mit einer Genauigkeit von  $1 \text{ m}^2$  berechnen. Man bedient sich der Formel

$$T_f = \frac{T_v}{\cos \alpha} = \frac{T_v}{v} \cdot \sqrt{m^2 + v^2},$$



wo  $T_f$  die geneigte Dachfläche,  $T_e$  die Horizontalprojektion des Daches und  $\alpha$  seinen Neigungswinkel bedeuten.

Die Berechnung erfolgt in tabellarischer Form. Für die Genauigkeit der Berechnung ist der Umstand maßgebend, daß die Dachflächen mit einer Genauigkeit von  $1 \text{ m}^2$ , die Neigungswinkel mit einer solchen von  $1^\circ$  ermittelt werden sollen. Es wird also die Änderung der Funktion

Bezirk: V.

Straße, Platz:

VÁCI

Hausnummer: 79.

Tag der Aufnahme :

## DACHEVIDENZHALTUNGSKARTE

Nr. der Figur	Dachflächen- größe in m <sup>2</sup>	Dachneigungs- winkel	Dachschalungs- art	Zeitpunkt der planmäßigen Instandhaltung			
①	266,2	21°	Ziegel				
②	12,9	17°	— — —				
③	240,1	22°	— — —				
④	140,6	31°	— — —				
⑤	110,5	39°	— — —				
⑥	80,7	33°	— — —				
⑦	87,6	29°	— — —				
⑧	18,0	1°	Blech				
⑨	28,3	1°	— — —				

$$\alpha = \arctg \frac{m}{v}$$

in Abhängigkeit von  $m$  und  $v$  bzw. von  $\Delta m$  und  $\Delta v$  gesucht.

$$\begin{aligned} \Delta \alpha^2 &= \left( \frac{\partial \alpha}{\partial m} \cdot \Delta m \right)^2 + \left( \frac{\partial \alpha}{\partial v} \cdot \Delta v \right)^2 = \left( \frac{1}{1 + \frac{m^2}{v^2}} \cdot \frac{\Delta m}{v} \right)^2 + \left( \frac{-1}{1 + \frac{m^2}{v^2}} \cdot \frac{m \Delta v}{v^2} \right)^2 = \\ &= \left( \frac{v^2}{m^2 + v^2} \cdot \frac{\Delta m}{v} \right)^2 + \left( \frac{m}{m^2 + v^2} \cdot \Delta v \right)^2 \end{aligned}$$

$$\Delta z = \frac{1}{m^2 + v^2} \sqrt{(v \Delta m)^2 + (m \Delta v)^2}$$

Es seien  $m = 5$  m,  $v = 5$  m,  $\Delta m = 0,1$  m und  $\Delta v = 0,1$  m, dann gelten

$$\Delta z = \frac{1}{50} \sqrt{(5 \cdot 0,1)^2 + (5 \cdot 0,1)^2} = \frac{1}{50} \sqrt{2 \cdot 0,25} = \frac{0,5}{50} \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{100}$$

$$\Delta a = 0,0141 = 0,8^\circ.$$

Sind die Werte  $v$  und  $m$  mit einer Genauigkeit von 0,1 m bekannt, läßt sich also  $a$  mit einer Genauigkeit von  $0,8^\circ$  bestimmen. Die für  $m$  und  $v$  gewünschte Genauigkeit wird erreicht, da  $v$  mit Hilfe des Maßstablineals mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,05$  mm abgelesen wird und so wird der Maßstab 1 : 1000 der Verarbeitung im ungünstigsten Falle 0,1 m ergeben. Die voraussichtliche Genauigkeit der Höhenmessung beträgt 1/10 000 der Flughöhe. Für die Dachvermessung wird wegen des erforderlichen großen Bildmaßstabs zweckmäßig eine Flughöhe zwischen 500 und 1000 m gewählt. So wird der voraussichtliche Fehler der Höhenmessung 5 bis 10 cm betragen. Da jedoch bei der Berechnung mit Höhendifferenzen gearbeitet wird, fällt im günstigen Falle der Fehler aus, während sich im ungünstigeren Falle die Fehler summieren. Die Ablesungs-genauigkeit von 0,1 m ist auch für die Berechnung der Dachflächen ausreichend, da

$$T_f \text{ durchsch.} = 50 \text{ m}^2$$

ist und der Fehler der Datenablesung von 0,1 m also annähernd einen Fehler

$$\Delta T_f = 1 \text{ m}^2$$

verursacht.

Neben den berechneten Daten sollen aus den Luftbildern auch die Dachschalungsarten (Ziegel- oder Metallbedachung usw.) bestimmt werden. Das geschieht durch Photointerpretation, mittels stereoskopischer Besichtigung von vergrößerten Bildern.

Nach den bisherigen Ausführungen lassen sich die erforderlichen Angaben mit dem erarbeiteten Luftbildmeßverfahren mittels eines einfachen Arbeitsvorgangs berechnen.

Im Auftrag der Hauptstädtischen Liegenschaftsverwaltung wurden am Lehrstuhl für Photogrammetrie der Technischen Universität Budapest die »Dach-Evidenzhaltungskarten« für zwei Häuserblöcke im V. Bezirk der Hauptstadt versuchsmäßig, sodann von 762 Wohnbauten in staatlicher Verwaltung in halbtechnischer Form ausgearbeitet bzw. die charakteristischen Daten der Dächer bestimmt.

Bei der experimentellen Arbeit wurde das von der Verfasserin vorgeschlagene Verfahren ausprobiert, um bei der Vermessung der Dächer im V. Bezirk die Arbeitsmethoden für die betriebsmäßige Verarbeitung zu entwickeln.

Es sollen einige kennzeichnende technische Daten der Vermessung der Dächer im V. Bezirk angeführt werden. Für die experimentelle Arbeit wurde zu der Luftaufnahme mit 500 m relativer Flughöhe eine Kamera Wild R. C 8 (Universal Aviogon) benutzt; Belichtungszeit  $1/600$ ; benutztes Filmmaterial Kodak, Plus X Estar; annähernder Bildmaßstab  $M \approx 1:3300$ . Das Versuchsgebiet bestand aus zwei Häuserblöcken mit 16 bzw. 6 Gebäuden. Die Häuserblöcke lagen auf zwei Modellen.

Für die volle Vermessung des V. Bezirks war die Auswertung von 15 Modellen erforderlich. 762 Wohngebäude bilden 162 Häuserblöcke. Die einzelnen Dächer sind aus 8 bis 20 Dachfiguren zusammengesetzt. Für die Orientierung der Modelle wurden die horizontalen Anschlußdaten aus der Stadtvermessungskarte entnommen, die Höhenangaben mit Straßennivellement bestimmt. Die volle Verarbeitung erforderte unter nichtbetriebsmäßigen Bedingungen eine zehnmonatige Arbeit von zwei technischen Mitarbeitern.

Das Verfahren läßt sich in zwei Richtungen weiterentwickeln. Eine dieser Möglichkeiten besteht in der Programmierung der Berechnung, die auch die Methode der photogrammetrischen Auswertung verändert (sie erfordert eine numerische Punktverdichtungs-Methode im Modell); die Versuche sind bereits im Gange. Der andere Bereich, wo sich weitere Möglichkeiten bieten, ist eine Erhöhung der zu bestimmenden Informationsmenge durch die Interpretation der auf den Dachflächen meßbaren Densitätsänderungen. Letztere geben über den inneren Zustand der Dachkonstruktion Aufschluß und gestalten sich in Abhängigkeit von den Qualitätskennwerten der Dachschalung.

### Zusammenfassung

Für die Erneuerung oder die planmäßige Instandhaltung von Wohnbauten müssen die für den momentanen Zustand kennzeichnenden technischen Daten bekannt sein.

Eine der schwierigen Aufgaben besteht in der Vermessung von Dachflächen. Es sind die Größe der Dachfläche, die Neigung sowie Art und Zustand der Dachschalung festzustellen.

Im Beitrag wird eine neue, zeitgemäße Lösung dieser Aufgabe durch Luftbildmessung beschrieben. Das neue Verfahren wurde auf den Vorschlag der Verfasserin am Lehrstuhl für Photogrammetrie der Technischen Universität Budapest ausgearbeitet. Es wird von der Budapester Hauptstädtischen Liegenschaftsverwaltung betriebsmäßig angewandt.

Dozent Frau Dr. Mária DOMOKOS, Budapest XI., Műegyetem rkp. 3, Ungarn