



Geodätische Meßverfahren bei der Belastungsprobe der “Donaubrücke der Jugend“ in Bratislava (Preßburg)

Alojz Kopacik ¹, Vlastimil Stanek ², Johannes Fabiankowitsch ³, Hans Plach ⁴

¹ *Institut für Geodäsie der STU Bratislava, Radlinskeho 11, CS-81368 Bratislava*

² *Institut für Geodäsie der STU Bratislava, Radlinskeho 11, CS-81368 Bratislava*

³ *Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie der TU Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien*

⁴ *Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie der TU Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **81** (1), S. 8–16

1993

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Kopacik_VGI_199302,  
Title = {Geod{\'a}tische Me{\ss}verfahren bei der Belastungsprobe der ‘‘  
Donaubr{\u}cke der Jugend‘‘ in Bratislava (Pre{\ss}burg)},  
Author = {Kopacik, Alojz and Stanek, Vlastimil and Fabiankowitsch, Johannes  
and Plach, Hans},  
Journal = {{{\u}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {8--16},  
Number = {1},  
Year = {1993},  
Volume = {81}  
}
```





Geodätische Meßverfahren bei der Belastungsprobe der "Donaubrücke der Jugend" in Bratislava (Preßburg)

von A. Kopicik und V. Stanek, Bratislava,
J. Fabiankowitsch und H. Plach, Wien

Zusammenfassung

Planung, Vorbereitung und Durchführung der geodätischen Messungen; Einsatz der automatischen Instrumente WILD TM3000V und NA2000 unter den speziellen Bedingungen der Belastungsprobe des Brückenobjektes; Numerische und graphische Darstellung der Formänderungen des Tragwerkes bei maximaler Belastung ausgewählter Brückenfelder.

Abstract

Project, preparation and realization of geodetic measurements; Utilization of automated instruments WILD TM3000V and NA2000 under special conditions of the load test of a bridge; Numerical and graphical documentations of geometric shape deformations of the load bearing structure at maximum load of selected spans.

1. Einleitung

Die Autobahnbrücke über die Donau, zwischen Preßburg und Au, gehört zu den bedeutenden Ingenieurleistungen des Brückenbaus. Diese Donaubrücke verbindet die Autobahn Brünn - Preßburg mit den Grenzübergängen nach Österreich und Ungarn sowie mit dem mittelslowakischen Autobahnnetz (Richtung Trencin, Banska Bystrica). Das gesamte Bauwerk, einschließlich aller Anschlußstraßen, hat eine Länge von 3,3 km. Auf das eigentliche Brückenbauwerk entfallen davon 766 m.

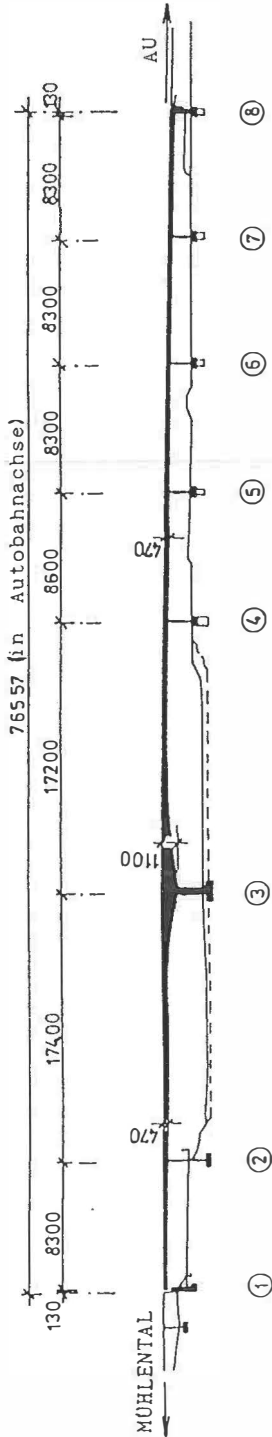
Das die Donau überbrückende Stahlbetontragwerk besteht aus einem einzigen Dilationskörper und ruht auf sieben Betonpfeilern und einem Widerlager (siehe Abbildung 1). Die Dehnfugen befinden sich über dem Pfeiler 1 und dem Widerlager. Der eigentliche Brückenbau besteht, getrennt nach Fahrrichtungen, aus zwei Baukörpern (Brücken). Jedes Tragwerk wurde als monolithischer, 4,70 m hoher Spannbetontträger im freien Vorbau errichtet. Diese Tragwerkshöhe wächst beidseitig in Richtung zu Pfeiler 3 (Strompfeiler) in einem Bereich von 100 m bis auf eine Höhe von 11,0 m an. An den Außenseiten der beiden Brücken wurden auf Konsolen in 4,70 m Höhe, Rad- bzw. Fußwege errichtet und an den Innenseiten Platz für Versorgungsleitungen geschaffen.

Zusammenfassend kann man bei diesem Bauwerk von einem atypischen Brückenbauwerk von besonderer Bedeutung sprechen. Seine erfolgreiche Ausführung wurde durch eine ganze Reihe von anspruchsvollen geodätischen Arbeiten ermöglicht.

2. Planung und Durchführung der geodätischen Arbeiten

Die Fertigstellung der beiden Brückenkörper erfolgte in einem Abstand von einem Jahr. So konnten nach den Belastungsproben, im September 1990 und 1991, zu den Jahresenden die Verkehrsübergaben der einzelnen Fahrbahnen erfolgen.

LÄNGSSCHNITT



GRUNDRISS

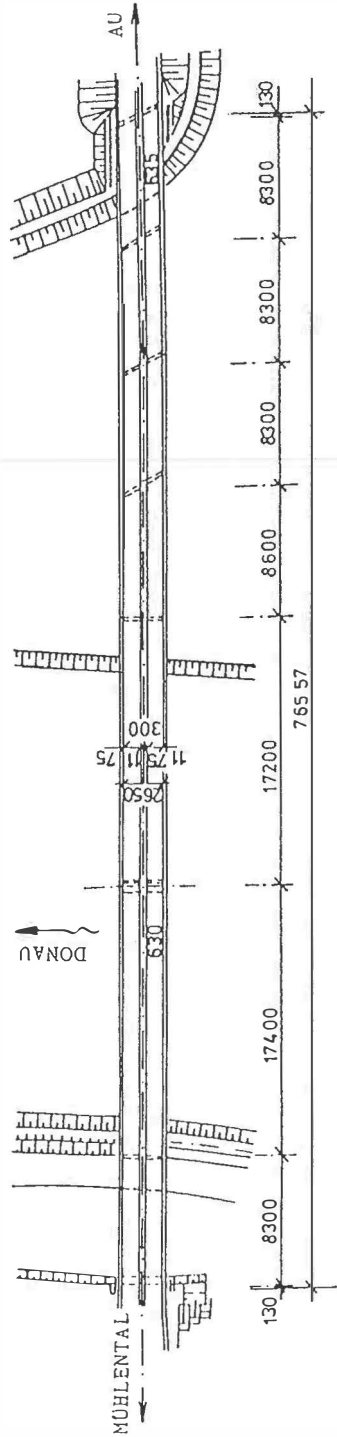


Abb. 1: Längsschnitt und Grundriß des Hauptbrückentragwerks

Verantwortlich für die Planung und Durchführung aller geodätischen Messungen war das Institut für Geodäsie der Fakultät für Bauwesen an der STU Bratislava. Die Mitarbeiter dieses Institutes waren schon bei den erfolgreichen Belastungsproben der drei anderen Preßburger Brücken dabei und verfügten daher über reiche Erfahrung. Trotzdem dauerten die notwendigen Vorbereitungs- bzw. Planungsarbeiten wegen der spezifischen Meßmethoden, der Größe der Brücke und der Belastungsart (Gesamtbelastung der Hauptbrücke) ein ganzes Jahr.

Die vom Projektanten und von den Prüffingenieuren geforderten geodätischen Überwachungen betrafen:

- Vertikalverschiebungen der Brückenfundierungen (7 Pfeiler, ein Widerlager)
- Vertikalverschiebung des Balkentragwerkes
- Horizontalverschiebung des Balkentragwerkes

Alle Messungen mußten mit einer vorgegebenen Genauigkeit und in einem relativ kurzen Zeitraum erbracht werden. Es war ein technisches und noch mehr ein organisatorisches Problem, innerhalb von 15 Minuten alle Punkte zu messen, deren Verschiebungen zu berechnen und die Ergebnisse an das Prüfczentrum weiterzuleiten. Anzahl, Lage und Bezeichnung der Meßpunkte wurden schon lange vorher gemeinsam mit dem Projektanten und dem Prüffingenieur festgelegt.

Unter Berücksichtigung der Instrumentenausrüstung des Institutes wurden für die einzelnen Verschiebungs- und Deformationsmessungen folgende Verfahren vorgeschlagen:

- ein Präzisionsnivelement für die Vertikalverschiebungen der Pfeiler, des Widerlagers und des Balkentragwerkes
- ein Alignement für die Horizontalverschiebung des Balkentragwerkes.

Die vertikalen Pfeilerbewegungen wurden je Pfeiler über vier Horizontalbolzen, die 0,5 m über dem natürlichen Boden vermarkt waren, bestimmt. In der Umgebung der Brücke wurde ein genaues Höhenbezugsnetz eingerichtet. Die Messungen erfolgten mit Zeiss Ni007 und Halbzentimeterlatten. Die daraus resultierenden Nivelementlängen konnten wegen des Zeitlimits für alle Pfeiler (mit Ausnahme des Pfeiler 1 und des Widerlagers) nur durch permanente Aufstellung zweier Nivelliergeräte bewältigt werden.

Die horizontalen Deformationen des Tragwerkes (Hauptbrückenbalken) wurden in 15 Profilen beidseitig gemessen. Die 30 Meßpunkte wurden durch spezielle Zielmarken an den Außenrändern der Gehwegkonsole signalisiert. Für das Alignement standen Sekundentheodolite Zeiss Theo 010A zur Verfügung. Die Stabilität der Instrumentenstandpunkte neben den Pfeilern 2, 3 und 6 wurde laufend über drei Richtungen kontrolliert.

Die Messung der vertikalen Verschiebungen der 78 Meßpunkte im Innenraum des Tragwerkes erfolgte über ein Präzisionsnivelement mit Zeiss Ni007 und Ni005. Alle Deformationen der einzelnen Belastungsphasen wurden auf Pfeilerpunkte im Innenraum bezogen. Aus Zeitgründen mußten im Tragwerk, wie schon außerhalb der Brücke, permanente Instrumentenaufstellungen vorgesehen werden. In den kürzeren Brückenfeldern (1, 4-7) wurden je zwei, in den langen Hauptbrückenfeldern (2 und 3) je vier Instrumente für die gesamte Meßkampagne aufgestellt. Ein Meßtrupp bestand aus einem erfahrenen Beobachter, einem Protokollführer, einem Figuranten und wegen der schlechten Lichtverhältnisse auch aus einem Beleuchter.

Die Kommunikation zwischen den einzelnen Meßgruppen und dem Leiter der Belastungsprobe mußte in beiden Richtungen - für Organisationsanweisungen und für die Durchgabe der Meßergebnisse - sicher funktionieren. Aus den gemessenen Verschiebungen konnte einerseits auf die momentane Stabilität des belasteten Objektes geschlossen, andererseits die Entscheidung über den weiteren Verlauf der Belastungsprobe abgeleitet werden. Realisiert wurden die Verbindungen zwischen Zentralstelle und den Meßtrupps im Innenraum über Telephon, zu den Meßtrupps außerhalb der Brücke mittels Handfunkgeräten. Die erfolgreiche Durchführung dieser Belastungsprobe war unter anderem auch eine

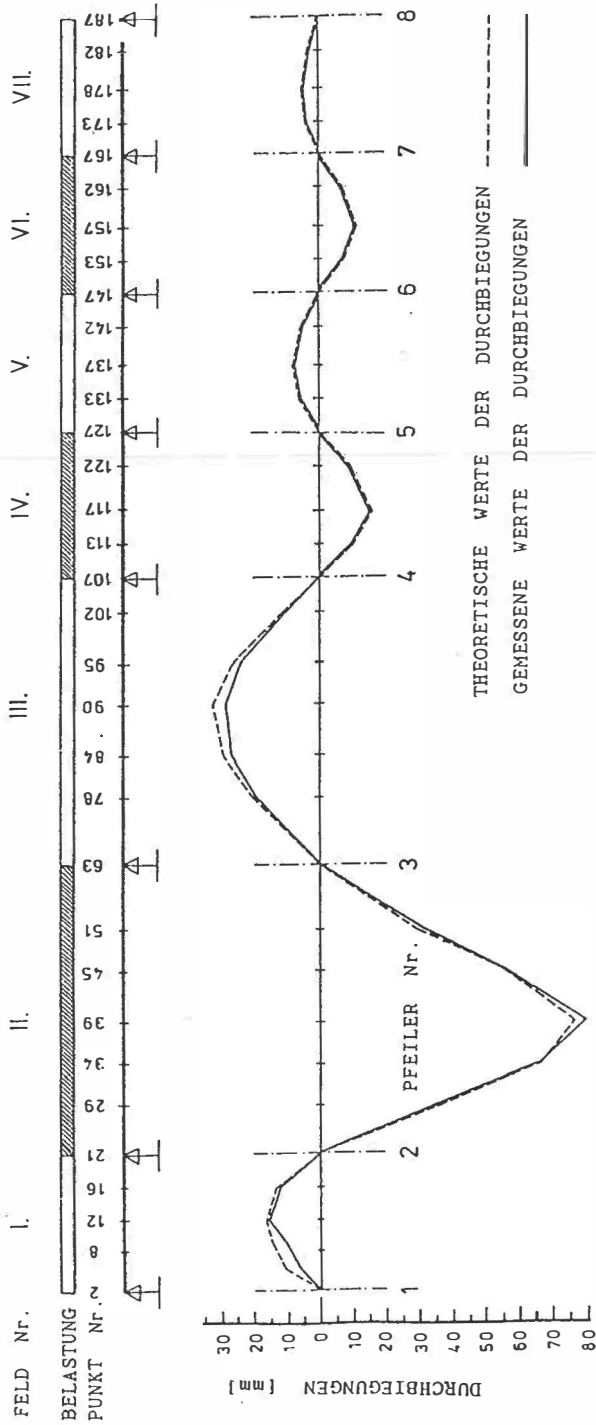


Abb. 2: Durchbiegungen bei Maximalbelastung der Felder mit geradzahligter Numerierung

Frage der Unterbringung, der Verpflegung, des Transportes, des Lagerraumes und der notwendigen Sicherheitsvorkehrungen. Die Anzahl der bei der Belastungsprobe geodätisch beschäftigten Personen und der tatsächliche Instrumenteneinsatz können der Tabelle 1 entnommen werden.

Die Belastungsprobe wurde erfolgreich durchgeführt. Die aus den Meßdaten errechneten Deformationen stimmen über das ganze Objekt mit den theoretischen Werten gut überein. Die graphische Darstellung der vertikalen Soll- und Istverschiebungen eines extremen Belastungsfalles ist in Abbildung 2 zu sehen.

3. Einsatz der Wild-Geräte TM3000V und NA2000

Im Rahmen der ständigen Zusammenarbeit zwischen den geodätischen Instituten in Bratislava und Wien ergab sich nun die Möglichkeit, ein in der Abteilung Ingenieurgeodäsie der TU Wien entwickeltes, computergesteuertes Ziel-Detektionssystem für Überwachungsaufgaben praktisch zu testen.

In den letzten Jahren sind von Herstellern geodätischer Instrumente und von Forschungseinrichtungen Zielsysteme entwickelt worden, mit denen die Ziellinie eines rechnergesteuerten Theodoliten automatisch auf eine Zielmarke ausgerichtet werden kann. Diese Meßsysteme wurden für die Industrievermessung entwickelt. Bei den Aufgabenstellungen der Industrievermessung besteht in der Regel der Vorteil, daß die Distanzen zwischen den Objektpunkten und dem Meßroboter kurz sind und die Meßmarken am Objekt sich klar vom homogenen Hintergrund abheben. Diese Vorteile sind jedoch bei vielen Meßeinsätzen im Feld nicht gegeben.

Das in der Abteilung Ingenieurgeodäsie der TU Wien entwickelte Ziel-Detektionssystem ermöglicht es, Zielmarken auch bei beliebig strukturiertem und beleuchtetem Hintergrund eindeutig aufzufinden und zu zentrieren. Dieser Vorgang soll in Echtzeit erfolgen, um auch die Voraussetzungen für das automatische Ausrichten der Teleskopziellinie bei bewegten Zielmarken zu ermöglichen. Neben der Realisierung der motorischen Antriebe der Theodolitachsen und der Fokussteuerung ist die Integration eines digitalen Abtastsystems im Fernrohrkörper (CCD-Kamera) die notwendige Voraussetzung, um Zielpunkte selbständig und automatisch anzusteuern. Auf dem CCD-Chip wird das Sehfeld des Fernrohres und somit ein angezielter Objektpunkt scharf abgebildet. Er übernimmt sozusagen die sensorischen Eigenschaften des menschlichen Auges und kann als ein "elektronisches" Auge verstanden werden. Prinzipiell werden mit einem optischen Theodoliten Richtungen zu einem Zielpunkt gemessen. Der Einbau einer CCD-Kamera in den Strahlengang des Theodolitfernrohres bedeutet, daß diese Richtungen nicht direkt im gewohnten Theodolitachsensystem gemessen werden können. Über den "Umweg" dieser CCD-Kamera wird zuerst ein Zielpunkt im Gesichtsfeld des Theodoliten erfaßt - ersetzt sozusagen den menschlichen Beobachter. Mittels geeigneter Transformationen werden aus den ursprünglich gemessenen Bildkoordinaten (Zielpunkt im Bildkoordinatensystem) geodätisch gewohnte Horizontal- und Vertikalrichtungen berechnet. Damit erhält man die stationsweise gesammelten Daten in einem einheitlichen Bezugssystem (Theodolitachsensystem).

Die Bearbeitung einer Bildszene soll möglichst in Echtzeit erfolgen. Aus diesem Grund ist ein spezieller Differenzalgorithmus entwickelt worden. Für eine einmal eingestellte Zielpunkteinrichtung werden zu zwei verschiedenen Zeitpunkten - kurz hintereinander - zwei Objektraumabbildungen durchgeführt. Der im Objektraum signalisierte Zielpunkt besteht aus einer Halogenlampe, deren Strahlungsintensität moduliert wird. Für zwei verschiedene Momentaufnahmen ergeben sich zwei verschiedene Intensitätsabbildungen, die Umgebung rund um den Zielpunkt bleibt aber in ihrer Strahlungsintensität gleich. Wird nun das eine Bild vom anderen subtrahiert, so werden aufgezeichnete Bildinhalte gleicher

OBJEKT	ANZAHL		PERSONEN						MATERIAL										
	Bezugspunkte	Messpunkte	Leiter + Stellvertreter	Rechenzentrum	Verbindungszentrum	Beobachter	Protokollführer	Figurant	Beleuchter	Nivelliergeräte	Nivellierlaten	Theodolite	Stative	Sonnenschirme	Zielmarken	Telephone	Handfunkgeräte	Helme	Batterien
	Organisationszentrum			2	2	2											2	2	2
Brückenpfeiler	16	35				8	8	8		14	8	14						24	8
Träger - Vertikalverschiebungen		92				9	9	9		18	11	18				8			36
Träger - Horizontalverschiebungen	32	36				8	8					8	8	8	30		4	16	8
Reserve						2	2	2		2	2	1	3	1	2	1	1	2	5
Summe	48	136	2	2	2	27	27	19	11	34	21	9	43	9	32	11	7	44	60

Tab. 1: Die Anzahl der eingesetzten Personen und Instrumente

Intensität verschwinden, jene mit verschiedenen Intensitäten aber nicht. Diese liefern genau die für den Zielpunkt notwendige Information.

Für die neu geschaffene Autobahnbrücke sollten unter anderem die vertikalen Durchbiegungen bei verschiedenen Belastungsfällen nachgewiesen werden. Die geforderte Genauigkeit der Messung einer Höhenänderung zwischen zwei Belastungsfällen beträgt 0,5 mm.

Mit dem Meßroboter wurden im dritten Brückenfeld die Profilpunkte im Innenraum des Bauwerkes beobachtet. Insgesamt wurden sechs signalisierte Punkte von einem Standpunkt aus automatisch überwacht. Die Punktentfernungen lagen zwischen 20 und 180 m. Die Beobachtungspunkte waren durch aktive Spots (Halogenlampen 12V/35W) signalisiert und wurden durch Impulsgeneratoren gesteuert. Die Spothalterungen waren so gefertigt, daß sie um eine vertikale und eine horizontale Achse drehbar waren. Dadurch konnten die Spots optimal auf den Meßroboter ausgerichtet werden.

Die Meßmethode ist mit einer polaren Aufnahmetechnik vergleichbar, wobei allerdings die sechs Raumstrecken a priori bekannt, und nur die vertikalen Richtungsänderungen von Interesse sind. Bei jeder Belastungsphase wurden die sechs Meßpunkte in zwei aufeinanderfolgenden Meßdurchgängen beobachtet. Jeder Meßpunkt wurde pro Alhidaenausrichtung zehnmal erfaßt. Anschließend führte das Programm automatisch eine Varianzanalyse der detektierten Spotzentren durch und berechnete die gesuchten horizontalen und vertikalen Richtungen zum Zielpunkt und den Höhenunterschied zur Nullmessung. Abschließend lag jeweils ein Ergebnisprotokoll vor, um vor Ort einen Vergleich mit dem nivellistisch bestimmten Höhenunterschied durchführen zu können. Tabelle 2 zeigt einen Soll-Ist-Vergleich der ursprünglich vor Ort gemessenen Höhenunterschiede, wobei der nivellistisch bestimmte als Soll-Vergleichsmaß diente.

Bei dieser Belastungsprobe konnte auch das erste vollautomatisch messende, elektronische Nivellier Wild NA2000 praktisch eingesetzt werden. Die integrierten Meßprogramme bestimmen die Höhendifferenz und die Distanz innerhalb von 4 Sekunden. Die neuartige Kombi-Nivellierlatte hat eine elektronische und eine klassische Skalenteilung und ermöglicht so neben der elektronischen auch die visuelle Messung. Die Standardabweichung wird für 1 km Doppelnivellement mit 1,5 mm (elektr. Messung), bzw. 2,0 mm (optische Messung) angegeben. Die Genauigkeit der Distanzmessung ist geringer und beträgt 3 bis 5 mm/10 m. Da dieses Gerät Zielweiten bis 100 Meter erlaubt, konnten im längsten Brückenfeld mit einer Aufstellung die Höhenunterschiede zwischen den Pfeilern 2 und 3 und zu sechs Profilpunkten gemessen werden.

Die einzige vorhersehbare Schwierigkeit lag in einer geeigneten und ausreichenden Beleuchtung der Latte. Bei der maximalen Entfernung von knapp 90 m wird fast die gesamte Lattenlänge zur Messung benötigt. Nach einigen Versuchen stellte sich als beste Lösung die Verwendung einer Filmleuchte mit 1000 Watt heraus. Unter diesen Bedingungen konnten die instrumentell vorgegebenen und damit auch die geforderten Genauigkeiten erreicht werden. Das NA2000 war bei diesem Einsatz mit einem Laptop-Computer verbunden, der den Meßvorgang überwachte und die Meßwerte verspeicherte. Tabelle 3 zeigt den Vergleich der gemessenen Höhenunterschiede, wobei die mit Zeiss Instrumenten bestimmten Werte als Soll-Vergleichsmaße dienten.

4. Schlußbemerkungen

Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Durchführung einer Belastungsprobe liegen in der Verwendung guter Meßmittel, schnellen und sicheren Messungen mit den geforderten Genauigkeiten und einer gut durchdachten exakten Organisation des gesamten Meßverlaufes. Große Bedeutung kommt dabei den Kommunikationseinrichtungen zwi-

Belastungsphase Punkt		mm											
		1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	7-1	8-1	9-1	10-1	11-1	12-1
102	h_{TM}	Nullmessung	+0.2	-0.7	+3.3	+0.3	-16.8	-15.0	-0.7	Nullmessung	-0.2	+4.3	+0.3
	h_{Ni}		+0.1	-0.8	+3.6	+0.3	-17.1	-15.6	-0.6		-0.3	+4.3	+0.2
	Δh		-0.1	-0.1	+0.3	0.0	-0.3	-0.6	+0.1		-0.1	0.0	-0.1
095	h_{TM}		+0.5	-1.0	+5.7	+0.8	-50.0	-44.2	-1.8		-0.6	+13.9	+0.9
	h_{Ni}		+0.7	-1.0	+5.8	+0.8	-49.6	-44.8	-1.6		-0.6	+13.5	+0.5
	Δh		+0.2	0.0	+0.1	0.0	+0.4	-0.6	+0.2		0.0	-0.4	-0.4
090	h_{TM}		+0.9	-0.5	+4.6	+0.9	-54.8	-51.1	-2.3		-0.7	+19.7	+1.3
	h_{Ni}		+0.9	-0.8	+4.8	+1.0	-54.2	-51.1	-2.1		-0.6	+19.3	+0.7
	Δh		0.0	-0.3	+0.2	+0.1	+0.6	0.0	+0.2		+0.1	-0.4	-0.6
084	h_{TM}		+1.5	-0.5	+2.8	+0.6	-36.2	-32.9	-1.7		-0.8	+20.1	+1.6
	h_{Ni}		+0.9	-0.7	+2.4	+1.1	-36.0	-33.4	-1.8		-0.5	+19.6	+1.0
	Δh		-0.6	-0.2	-0.4	+0.5	+0.2	-0.5	-0.1		+0.3	-0.5	-0.6
078	h_{TM}	+0.8	-0.7	+0.9	+1.3	-19.2	-13.2	-1.4	-1.3	+15.3	+1.7		
	h_{Ni}	+0.6	-0.8	+1.0	+1.2	-19.4	-14.3	-1.4	-0.4	+14.9	+0.8		
	Δh	-0.2	-0.1	+0.1	-0.1	-0.2	-1.1	0.0	+0.9	-0.4	-0.9		

Tab. 2: Durchbiegungswerte und deren Unterschiede bestimmt mit Wild TM3000V und Zeiss Ni007

Belastungsphase Punkt		[mm]											
		1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	7-1	8-1	9-1	10-1	11-1	12-1
3401	h_{NA}	Nullmessung	+8.1	+12.8	+16.5	+24.0	+24.7	+24.5	+0.6	Nullmessung	-10.9	-64.9	-5.7
	h_{Ni}		+8.0	+12.8	+16.5	+25.2	+25.8	+25.6	+0.5		-12.2	-66.1	-7.1
	Δh		-0.1	0.0	0.0	+1.2	+1.1	+1.1	-0.1		-1.3	-1.2	-1.4
3402	h_{NA}		+7.7	+12.4	+16.2	+23.7	+24.2	+23.9	+0.2		-9.3	-64.4	-5.2
	h_{Ni}		+8.1	+12.8	+16.6	+25.2	+25.7	+25.6	+0.5		-10.9	-66.2	-7.1
	Δh		+0.4	+0.4	+0.4	+1.5	+1.5	+1.7	+0.3		-1.6	-1.8	-1.9
3901	h_{NA}		+9.5	+15.2	+19.7	+29.6	+30.4	+30.1	+0.7		-12.0	-78.6	-6.9
	h_{Ni}		+9.7	+15.4	+20.2	+30.6	+31.0	+31.1	+0.6		-13.0	-77.5	-8.4
	Δh		+0.2	+0.2	+0.5	+1.0	+0.6	+1.0	-0.1		-1.0	+1.1	-1.5
3902	h_{NA}		+9.6	+15.3	+19.7	+29.6	+30.3	+30.1	+0.7		-10.8	-78.2	-6.6
	h_{Ni}		+9.6	+15.3	+20.0	+30.4	+31.0	+31.0	+0.7		-11.8	-77.4	-8.3
	Δh		0.0	0.0	+0.3	+0.8	+0.7	+0.9	0.0		-1.0	+0.8	-1.7
4501	h_{NA}	+8.0	+13.2	+17.2	+26.2	+26.9	+26.9	+0.7	-6.7	-56.6	-4.4		
	h_{Ni}	+8.2	+13.1	+17.5	+26.8	+27.2	+27.3	+0.4	-8.0	-55.0	-5.8		
	Δh	+0.2	-0.1	+0.3	+0.6	+0.3	+0.4	-0.3	-1.3	+1.6	-1.4		
4502	h_{NA}	+8.3	+13.3	+17.4	+26.4	+27.3	+27.2	+0.9	-7.0	-56.7	-4.7		
	h_{Ni}	+8.2	+13.1	+17.5	+26.6	+27.0	+27.2	+0.4	-7.6	-55.3	-5.8		
	Δh	-0.1	-0.2	+0.1	+0.2	-0.3	0.0	-0.5	-0.6	+1.4	-1.1		

Tab. 3: Durchbiegungswerte und deren Unterschiede bestimmt mit Wild NA2000 und Zeiss Ni007

schen der zentralen Organisationsstelle und den einzelnen Meßtrupps zu. Ebenso wichtig sind die Sicherheitsvorkehrungen für das gesamte Personal.

Die im Bericht angeführten Ergebnisse bestätigen die Genauigkeitsangaben der Meßgeräte-Hersteller. Der Einsatz der modernen Meßmittel ermöglicht zwar einen rationellen Arbeitsablauf, der aber noch mit umfangreicheren Vorbereitungen und höheren Kosten verbunden ist.

Literatur

- [1] Stanek, V. et al: Das Projekt der Belastungsprobe der "Brücke der Jugend" in Bratislava. Institut für Geodäsie der STU Bratislava, 1990 (slowakisch).
- [2] Ingesand, H.: Das Wild NA2000 - das erste digitale Nivellier der Welt. Allgemeine Vermessungsnachrichten, 97, 1990, Heft 6.
- [3] Fabiankowitsch, J.: Automatische Richtungsmessung mit digitalen Differenzbildern. Dissertationsarbeit, TU Wien, 1990.

Anschrift der Autoren:

Kopacik Alojz, Dr.Dipl.-Ing.,

Stanek Vlastimil, Doz.Dr.Dipl.-Ing.,

Institut für Geodäsie der STU Bratislava, Radlinskeho 11, CS-813 68 Bratislava.

Fabiankowitsch Johannes, Dr.Dipl.-Ing.,

Plach Hans, OR Dipl.-Ing.,

Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie der TU Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien.



Eine Lösung von 3-D Transformationen mit Hilfe der Methode der kleinsten Absolutwertsumme

von J. Somogyi und J. Závoti, Sopron

Zusammenfassung

Der Aufsatz beschäftigt sich mit der Bestimmung von Transformationsparametern mittels der Methode der kleinsten Absolutwertsumme. Es wird eine Lösung für die dreidimensionale Transformation vorgestellt, die auch als zweidimensionale Variante einsetzbar ist.

Abstract

The paper deals with the determination of transformation parameters with the method of the least sum of absolute values. It gives a solution for the three dimensional transformation which is also useable for the two dimensional version.

1. Einleitung

Eine sehr effektive Methode der robusten Schätzung zur Ausscheidung grober Fehler ist die Methode der Summe der kleinsten Absolutwerte (auch als L1-Norm bezeichnet). Es wurden bereits mehrere Versuche zu ihrer Anwendung in der Geodäsie unternommen (z.B.