

Halbautomatische Bestimmung der Punktverschiebung von der durch die Walzenständermittle durchlaufende Achse

Nikola Solarić, Duro Barković, Mladen Zrinjski, Zagreb (Kroatien)

Walzenachsen und Antriebsachsen der Antriebsmotoren müssen fluchtend angeordnet sein. Es wird ein Verfahren vorgestellt, welches eine optimale und halbautomatische Messung zur Justierung solcher Achssysteme ermöglicht.

In der Arbeit wird die halbautomatische Bestimmung der Punktverschiebung von der durch die Walzenständermittle in Fabrikhallen durchgehende Achse beschreiben.

1 Einführung

In Betriebshallen der Fabriken ist es oft notwendig, die Walzenständerachse zwecks Einstellung der Arbeitswalzen und Betriebsachsen zu verlängern und darauf die Motorachse zu stellen, wodurch dann die Arbeitswalze betrieben wird. Die Walzenachse, Betriebsmotorachse und Zwischenachse müssen präzise auf derselben Gerade eingestellt werden, denn im Gegenteil kommt es zu nicht balancierten Drehung der Achse, wodurch unregelmäßiger Achsenbetrieb, unnötiger Energieverbrauch, und Achsenreißen verursacht werden, und das ausgewalzte Material hat nicht die richtigen Dimensionen.

In der Aluminiumfabrik TLM Šibenik (Kroatien) wurden wir mit den Problemen bei der Einstellung des neuen großen Walzengerüsts für Aluminium bekannt gemacht. Deswegen haben wir uns für die Halbautomatisierung in der Bestimmung der Punktverschiebung von der durch die Walzenständermittle durchgehende Achse mit einem exzentrisch gestelltem Theodolit entschieden, und zwar mit dem elektronischen Theodolit Kern E2 (0,5'') (KERN, 1984), (DEUMLICH, 1988) (BENČIĆ, 1990), und dem Notebook Rechner. Im Jahr 2001 wurde an der Geodätischen Fakultät in Zagreb (Kroatien) ein Programmpaket in DOS entwickelt (bald auch in Windows), das die Halbautomatisierung dieser Methode ermöglicht. Die Methode wurde im Labor der Geodätischen Fakultät in Zagreb getestet, und hat sich als sehr praktisch und präzise gezeigt.

2 Beschreibung der halbautomatisierten Methode

Mit dieser halbautomatisierten Methode wird die Punktverschiebung von der Achse bestimmt, die durch die Walzenständermittle durchgeht, und zwar so, dass der Theodolit ungefähr auf der Gerade der Walzenständerachse gestellt wird (Abb.1) und die Längen D_1, D_2, D_3, D_4 sowie die Winkel $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ gemessen werden.

Die klassische Messung mit dem optischen Theodolit und der Vermerkung von Theodolitableungen, wie

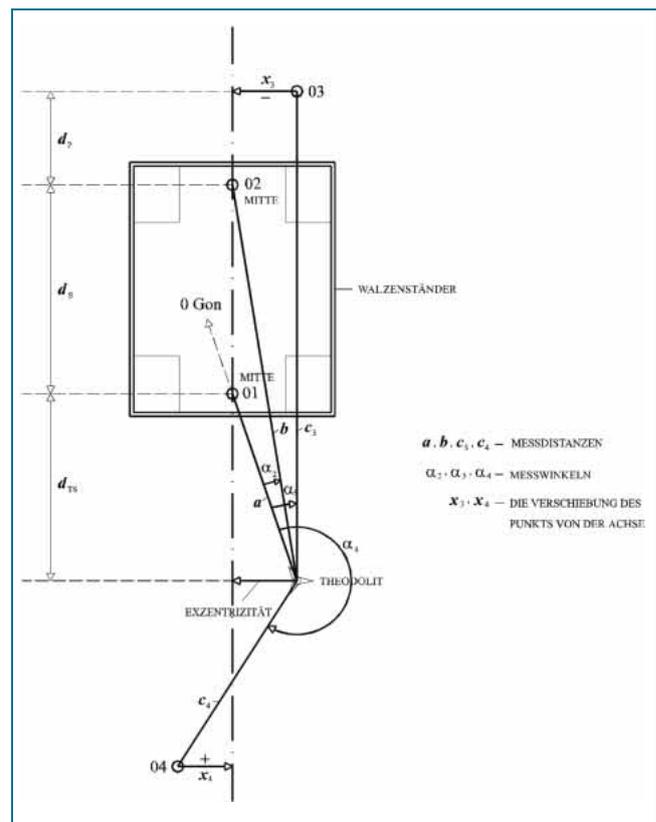


Abb. 1: Das Bestimmungsprinzip der Verschiebung eines Punktes von der Achse, die durch die Walzenständermittle durchgeht, mit dem gegenüber der Achse exzentrisch gestellten Theodolit

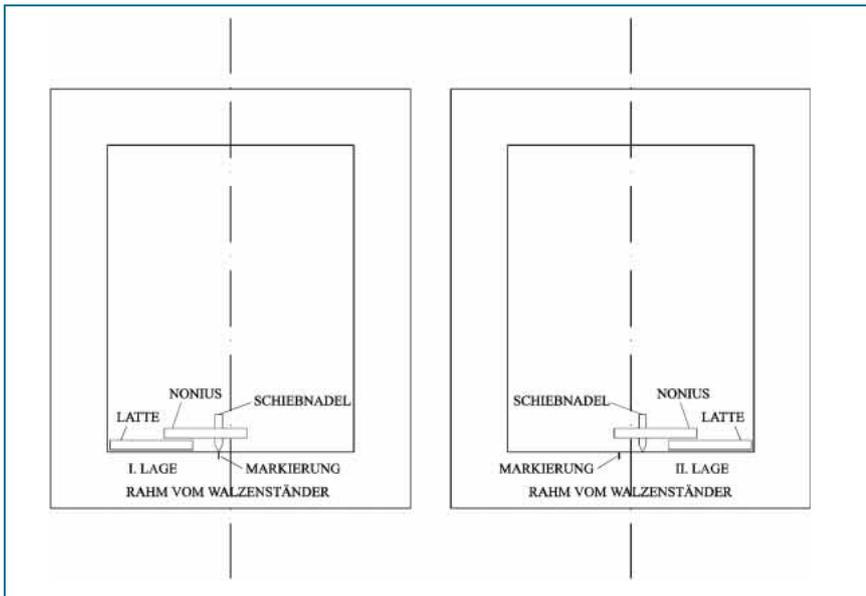


Abb. 2: Bezeichnung der Ständerrahmenmitte vor der Anzielung an die Punkte 01 und 02 auf der Achse. Die Latte mit dem Nonius und Schiebnaedel in der I. und II. Lage der Latte (Aufriss)

auch das Rechenverfahren und die graphische Darstellung, würden sehr lange dauern. Bezugnehmend auf die sehr schnelle Entwicklung der geodätischen elektronischen Messinstrumente, und auf elektronische Theodoliten mit hoher Genauigkeit 0,5", die eine automatische Übergabe der Ablesung vom horizontalen und vertikalen Kreis in den Rechner (Notebook) ermöglichen, haben wir an der Geodätischen Fakultät in Zagreb entschieden, diese Methode zu automatisieren. Zur Zeit gibt es keine Fabrikprogramme, die solche automatisierte Messungen und Datenbearbeitung bei der Bestimmung der Verschiebung eines Punktes von der durch die Walzenständermittle durchgehenden Achse ermöglichen wurden.

Die halbautomatisierten Messungen und Datenbearbeitung sind so organisiert, dass der Theodolit ungefähr auf die Gerade gestellt wird, die durch die Achse der Walzenständermittle durchgeht. Dann wird der erste Punkt an der Walzenständermittle angezielt (Zielpunkt 01), und bei Nullsetzung der horizontalen Kreisablesung wird auf dem Horizontalkreis 0,0000 Gon eingestellt. Dank so einem Verfahren kann man nach der Beendigung der Messung sehr einfach nachprüfen, ob während der Messung das Stativ verschoben worden ist. Falls das Stativ verschoben worden ist, kann die Messung wiederholt werden. Danach wird ein weiterer Punkt auf der Walzenständerrachse angezielt (Zielpunkt 02), und dann die Punkte, deren Abweichungen von der Walzenständerrachse bestimmt werden (z.B. Zielpunkte 03 und 04). Der Theodolit kann auf einer oder der anderen Walzenständerrseite, oder sogar auf dem Walzenständerr zwischen den Punkten 01 und 02 sein, was nur vor der Walzenständerrmontage passieren kann.

2.1 Bezeichnung der Walzenständermittle

Die Ständermittle (der Punkt 01, bzw. 02) wird mit Hilfe einer Latte realisiert, auf deren Ende sich ein Nonius und eine Schiebnaedel (worauf angezielt wird) befinden. Die Latte wird in der I. Lage an den Walzenständerrrand gestellt, und die Schiebnaedel wird auf die erwartende Stelle

geschoben, wo sich die Ständermittle befindet, und diese Stelle an dem Ständer markiert (Abb. 2). Dann wird die Latte um 180° in die II. Lage gedreht, und die Latte wird an den anderen Ständerrrand angelehnt. Falls die Nadel in der II. Lage der Latte nicht an die bezeichnete Stelle auf dem Ständer fällt, wird die Schiebnaedel mit Hilfe des Nonius auf die Hälfte des Unterschiedes zwischen der bezeichneten Stelle und der Nadelstelle in der II. Lage der Latte gestellt. Auf diese Weise wird es erreicht, dass die Schiebnaedel ziemlich genau in der Ständermittle steht. Wenn auf diese Nadel in der I. Lage der Latte mit dem Theodolit in der I. Lage des Theodolits angezielt wird, und in der II. Lage des Theodolits auf die Nadel in der II. Lage der Latte, und die Mitte der Theodolitablesung im Richtungssatz genommen wird, bekommt man eine sehr genaue Ständermittle.

2.2 Beschreibung des Programmpaketes

Nachdem das Programmpaket „ONAXIS“ auf dem Bildschirm geöffnet wird, erscheint das Hauptmenu (Abb. 3). Am Anfang der Messung soll man zuerst auf dem Hauptmenu „Messungen für die Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse“ wählen. Dann muss man eingetragen, auf wieviel Punkten man messen möchte (es ist möglich, auf höchstens 10 Punkten zu messen), sowie die Entfernung der Messpunkte vom Theodolit und wieviel

Messung für Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse
 Abzug der Bestimmungsergebnisse der Punktverschiebung von der Achse
 Verbesserung der eingetragenen Längen und Ausschließung von schlechten Richtungssätzen
 Graphische Darstellung
 Rückkehr zu DOS

Abb. 3: Hauptmenu

Messpunkt-nummer	Schiefe Entfernung	Mittel der horizontal-Kreisablesungen	Standardabweichung	x' Verschiebung des Punktes von der Gerade, wenn die Horizontalkreisablesung am Theodolit genau 0 (oder 200) Gon ist	Standardabweichung
	m	GGG,GGGG	G,GGGG	mm	mm
01	2,0123	0,0001	0,0001	0,003	0,003
02	4,4864	0,0023	0,0002	0,162	0,014
03					
04					

Messpunkt 03; erstes Mal. Visieren Sie, drücken Sie ENTER oder Fx

F2 – die Messung vom Anfang an wiederholen; F3 – den letzten Messpunkt wiederholen
F4 – die vorgehenden Messpunkte wiederholen; F8 – die Beobachtung beenden

Abb. 4: Der Bildschirm vor der Anzielung an den Messpunkt 03, zum ersten Mal

Mal man „präzis“ visuell auf jeden Messpunkt anzielen will. Bei einer „grobe“ Anzielung des Messpunktes kann man 2 bis 10 mal „Präzis“ anzielen, was eine höhere Genauigkeit und Zeitersparung ermöglicht.

Nach der Messung am einzelnen Punkt wird folgendes auf dem Rechnerbildschirm geschrieben (Abb. 4):

- die Mitte der Horizontalkreisablesung und Standardabweichung der Anzielung auf diesen Punkt, dargestellt in Gon,
- x' Punktverschiebung von der Gerade, wenn die Horizontalablesung auf dem Theodolit genau 0 (oder 200 Gon) ist, und seine Standardabweichung in mm.

Falls der Beobachter mit der Standardabweichung nicht zufrieden ist, kann er

- die Messung vom Anfang an wiederholen, an allen Punkten,
- die Messung an dem letzten Punkt wiederholen,
- die vorläufigen gemessenen Punkte wiederholen (es ist möglich, mehrere vorläufige Punkte zu wiederholen), und
- die Beobachtung völlig beenden (Abb. 4).

Nach der Beobachtung in zwei Theodolitpositionen kann man auf dem Bildschirm folgendes sehen:

- Kollimationsfehler, der aus den Messungen an jedem einzelnen Messpunkt erhalten wird,
- Verschiebungsmittel x'_r die im letzten Richtungssatz erhalten wird, und ihre Standardabweichung, wo x'_r – die horizontale Messpunktverschiebung von der Gerade ist, wenn die Horizontalkreisablesung auf dem Theodolit genau 0 (oder 200) Gon ist. Außerdem ist die horizontale Verschiebung auch reduziert, wenn die Ablesung auf den Punkt 01 während der Anzielung nicht genau 0,0000 Gon gewesen ist.
- Mitte der Verschiebung x'_r von allen Richtungssätzen und ihre Standardabweichung.

Falls der Beobachter mit den Standardabweichungen nicht zufrieden ist, kann er den letzten Richtungssatz akzeptieren oder ablehnen.

Falls es der Beobachter möchte, kann er in dem nächsten Richtungssatz weitermessen, falls er nicht weiter beobachten möchte, soll er die Namen der Achse und der Datei, wo die Daten gespeichert werden, eintragen.

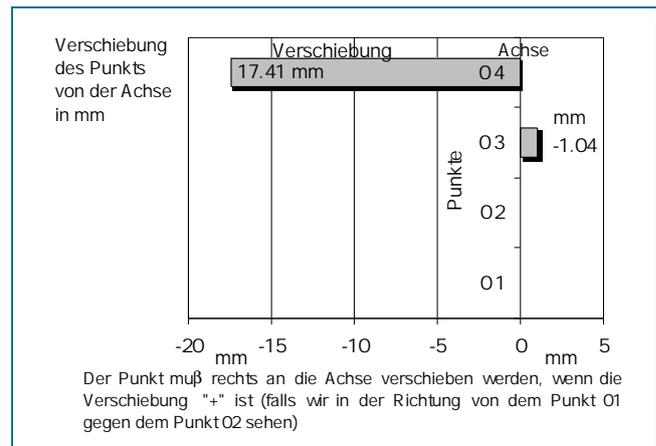


Abb. 5: Auf dem Rechnerbildschirm befindet sich die graphische Darstellung der Punktverschiebungen von der Achse, die durch die Ständermitte verläuft

Wenn im Hauptmenu „Verbesserung der eingetragenen Längen und der Ausschluss von schlechten Richtungssätzen“ ausgewählt wird, ist es möglich die fehlerhaft eingetragene Länge später zu korrigieren, alles umzurechnen und die schlechten Richtungssätze, wie auch alles korrigierte in die entsprechende Datei zu speichern.

Wenn „Abzug der Ergebnisse in der Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse“ ausgewählt wird, erscheint auf dem Bildschirm die Abschrift der Messergebnisse und ihre graphische Darstellung (Abb. 5). In der Ergebnissabschrift befindet sich auch die ausgemessene Größe der Theodolitezentrizität. Nach dem ersten Richtungssatz, falls die Theodolitezentrizität grösser als ungefähr 2 cm ist, ist es erwünschenswert, den Theodolit näher zu Achse zu schieben und die Messung wiederholen, um eine höhere Genauigkeit zu erzielen.

3 Apriori Schätzung der Standardabweichungen der Punktverschiebung von der Achse

Die Standardabweichung in der Bestimmung der Verschiebung x'_1 (des Punktes 01 in dem näheren Teil der Walzenständermitte von der Gerade, wenn auf dem Theodolit die Horizontalkreisablesung genau 0,0000 Gon ist (Abb. 6), wegen der Standardwinkelabweichung σ_α und der Standardmesslängeabweichung σ_D :

$$\sigma_{x1'} = \sqrt{\left(D_{TS} \cdot \frac{\sigma_\alpha}{\rho''}\right)^2 + \left(\sigma_D \cdot \frac{x'}{D_{TS}}\right)^2},$$

wo

- D_{TS} – die Entfernung des Theodolites vom Ständer,
- σ_α – die Standardabweichung der Winkelmessung α , die mit dem elektronischen Theodolit Kern E2 gemessen wird, $\sigma_\alpha = 0,5'' \cdot \sqrt{2} = 0,71''$,
- $\rho'' = 206265''$,
- σ_D – die Standardabweichung der Länge,
- x' – die Punktverschiebung der Ständermitte von 0 (oder 200) Gon auf dem Theodolit sind.

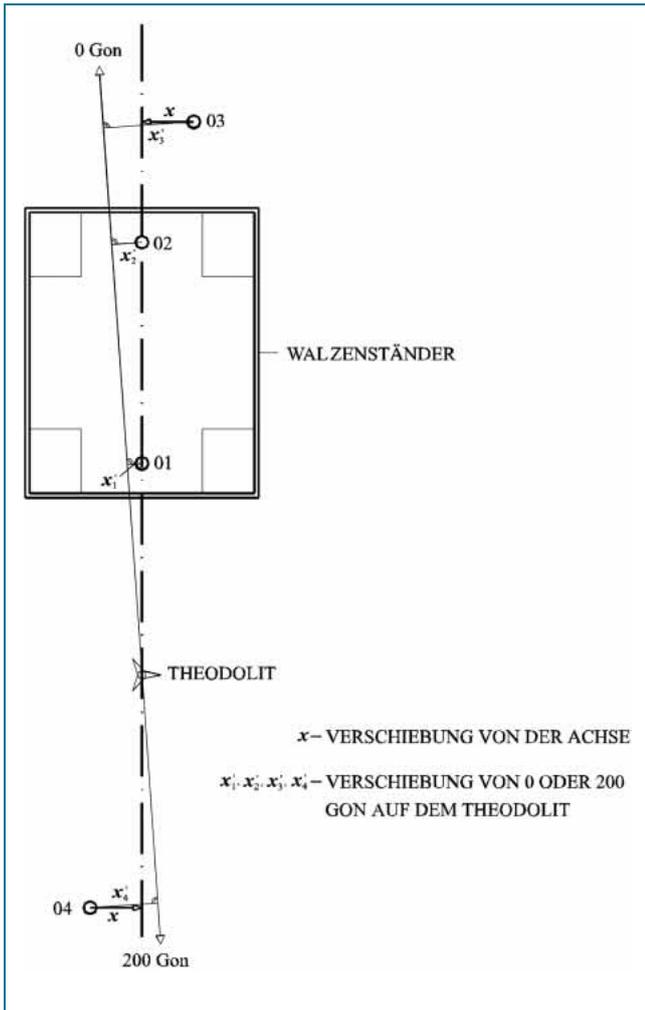


Abb. 6: Bestimmung der Bewegung x' von einzelnen Messpunkten von 0 (oder 200) Gon auf dem Theodolit und die Punktverschiebung von der Achse x

Die Standardabweichung in der Bestimmung der Verschiebung x'_2 (des Punktes 02) auf dem entfernteren Teil der Ständermitte von der Gerade, wenn die Horizontalkreisablesung auf dem Theodolit genau 0,0000 ist (Abb. 6), ist gleich:

$$\sigma_{x2'} = \sqrt{(D_{TS} + D_S)^2 \cdot \left(\frac{\sigma_\alpha}{\rho''}\right)^2 + \left(\sigma_D \cdot \frac{x'}{D_{TS} + D_S}\right)^2},$$

wo

D_S – Walzenständerlänge ist.

Die Standardabweichung in der Bestimmung der Ständerachserichtung ist:

$$\sigma_{\text{rich}} = \sqrt{\sigma_{x1'}^2 + \sigma_{x2'}^2},$$

und die Standardabweichung in der Bestimmung x der Punktverschiebung (Abb. 6) von der Achse mit einem sehr wenig exzentrisch gestellten Theodolit wird wie folgt sein:

$$\sigma_x \approx \sqrt{\left[D_{TS}^2 + (D_{TS} + D_S + D_P)^2 \right] \cdot \left(\frac{\sigma_\alpha}{\rho''}\right)^2 + (\sigma_D \cdot x)^2 \cdot \left(\frac{1}{D_{TS}^2} + \frac{1}{(D_{TS} + D_S + D_P)^2} \right) + \sigma_{\text{rich}}^2 \cdot \left(\frac{D_P}{D_S} + 1 \right)^2},$$

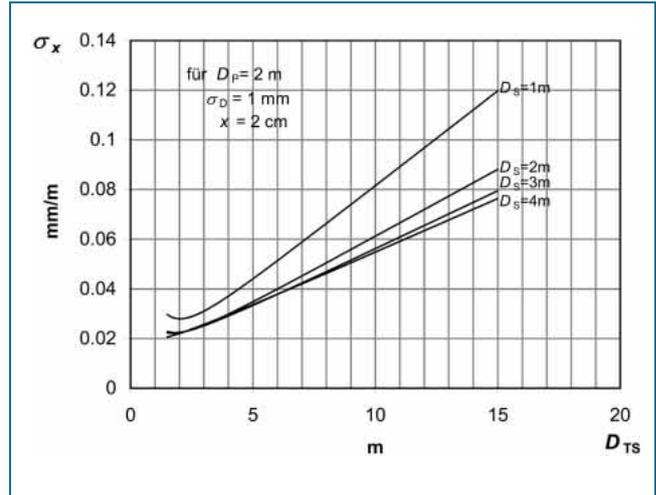


Abb. 7: Standardabweichung in der Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse σ_x in Abhängigkeit von der Entfernung des Theodolits vom Walzenständer D_{TS} , für die Ständerlängen von $D_S = 1\text{ m}$ bis 4 m , wenn die Entfernung des Punktes vom Ständer $D_P = 2\text{ m}$ und die Standardabweichung der Längenmessung $\sigma_D = 1\text{ mm}$, und die Punktverschiebung von der Ständerachse $x = 2\text{ cm}$ ist

wo

D_P – die Entfernung des Messpunktes vom Walzenständer ist (Abb. 1),

x – die Punktverschiebung von der Ständerachse (Abb. 6).

Auf Grund dieser Analyse sind graphische Darstellungen der im Voraus gerechneten Standardabweichung σ_x der Bestimmung der Punktverschiebung x von der Ständerachse mit dem elektronischen Theodolit Kern E2 (0,5'') gemacht worden, in Abhängigkeit von der Entfernung des Theodolits vom Ständer D_{TS} , für unterschiedliche Ständergrößen D_S , dann die Standardabweichungen der Längenmessungen σ_D , x Punktverschiebung von der Achse und die Länge zwischen dem Ständer und dem Punkt D_P (Abb. 7, 8, 9, 10 und 11).

Diese graphischen Darstellungen können in der praktischen Arbeit sehr gut benutzt werden, weil ein Vermesser auf deren Basis einschätzen kann, wie weit er sich mit dem Theodoliten vom Ständer entfernen kann, mit welcher Genauigkeit er die Längen messen muss und wie groß die Punktverschiebung von der Ständerachse sein darf, damit man die verlangte Präzision erreichen kann.

4 Die optimalen Bedingungen

Aus der graphischen Darstellung in der früheren Abteilung auf den Abb. 7, 8, 9 und 10 kann man entnehmen, dass eine kleinere Standardabweichung in der Bestimmung der Punktverschiebung von der Ständerachse bei

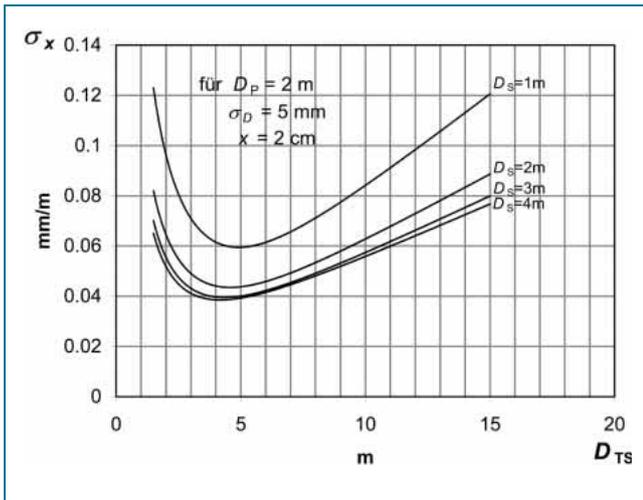


Abb. 8: Standardabweichung in der Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse σ_x in Abhängigkeit von der Entfernung des Theodolits vom Walzenständer D_{TS} , für die Ständerlängen von $D_S = 1$ m bis 4 m, wenn die Entfernung des Punktes vom Ständer $D_P = 2$ m und die Standardabweichung der Längenmessung $\sigma_D = 5$ mm, und die Punktverschiebung von der Ständerachse $x = 2$ cm ist

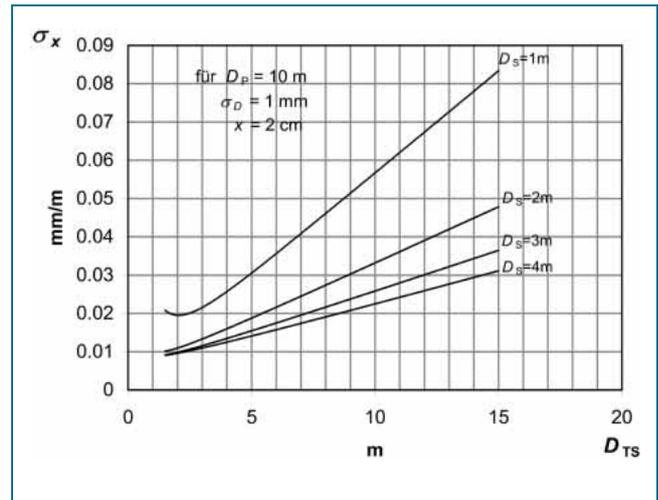


Abb. 9: Standardabweichung in der Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse σ_x in Abhängigkeit von der Entfernung des Theodolits vom Walzenständer D_{TS} , für die Ständerlängen von $D_S = 1$ m bis 4 m, wenn die Entfernung des Punktes vom Ständer $D_P = 10$ m und die Standardabweichung der Längenmessung $\sigma_D = 1$ mm, und die Punktverschiebung von der Ständerachse $x = 2$ cm ist

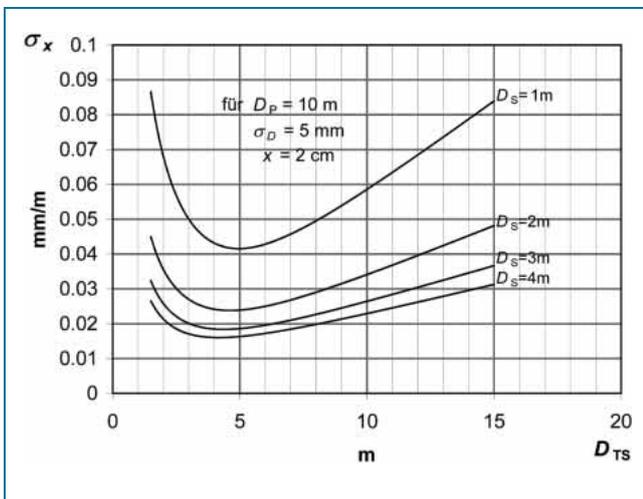


Abb. 10: Standardabweichung in der Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse σ_x in Abhängigkeit von der Entfernung des Theodolits vom Walzenständer D_{TS} , für die Ständerlängen von $D_S = 1$ m bis 4 m, wenn die Entfernung des Punktes vom Ständer $D_P = 10$ m und die Standardabweichung der Längenmessung $\sigma_D = 5$ mm, und die Punktverschiebung von der Ständerachse $x = 2$ cm ist

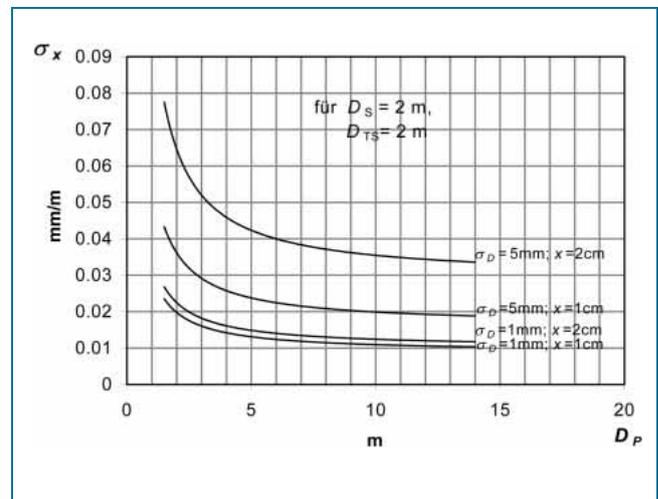


Abb. 11: Standardabweichung in der Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse σ_x in Abhängigkeit von der Entfernung des Punktes vom Ständer D_P , für den Ständer von der Länge $D_S = 2$ m, die Entfernung des Theodolits vom Ständer $D_{TS} = 2$ m, für verschiedene Standardabweichungen in Längenmessungen $\sigma_D = 1$ mm und 5 mm, wie auch für verschiedene Punktverschiebungen von der Ständerachse $x = 1$ cm und 2 cm

längeren Ständern erreicht werden kann. Außerdem kann man sehen, dass die optimalen Entfernungen zwischen dem Theodoliten und dem Ständer D_{TS} wie folgt sind:

- bei der Längenmessung mit der Standardabweichung $\sigma_D = 1$ mm und mit der Punktverschiebung von der Ständerachse bis $x = 2$ cm ungefähr **2 m**, und

- mit $\sigma_D = 5$ mm und mit der Punktverschiebung von der Ständerachse bis $x = 2$ cm ungefähr **4 m**.

Außerdem kann man aus der Abb. 11 entnehmen, dass je weiter der Punkt vom Ständer positioniert ist, eine desto relativ kleinere Standardabweichung des Punktes von der Achse erreicht werden kann.

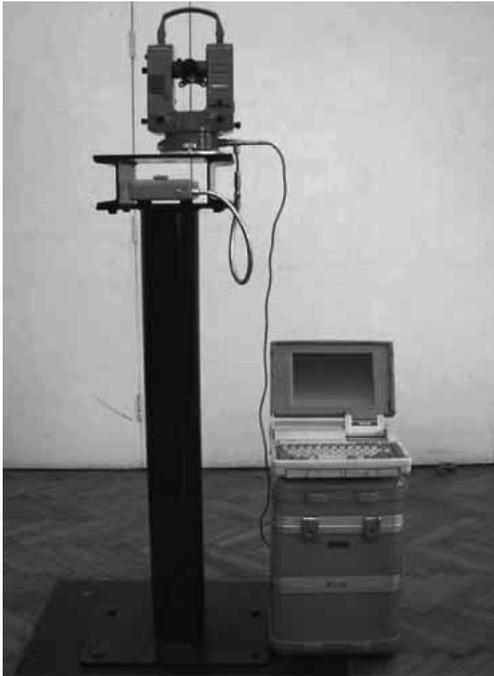


Abb. 12: Elektronischer Theodolit Kern E2 und Notebook Rechner im Laboratorium der Geodätischen Fakultät an der Universität zu Zagreb

5 Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse im Laboratorium

Im Messtechniklabor der Geodätischen Fakultät an der Universität in Zagreb wurde diese halbautomatische Methode der Punktverschiebungsbestimmung von der Mitte der Achse getestet, die durch eine simulierte Ständermitte durchläuft. Es wurde in 20 Richtungssätzen auf einen simulierten 2 m langen Ständer mit dem 2 m vom Ständer entfernten Theodolit beobachtet, und zwar auf den 2 m vom Ständer entfernten Punkt. Die Längen wurden mit der Standardabweichung von 5 mm gemessen, und man hat die Standardabweichung der Punktverschiebung von der Achse in einem Richtungssatz $s = 0,015 \text{ mm/m}$ erhalten, als man zweimal auf einen einzelnen Punkt angezielt hat. Dieses bestätigt, dass in Laborbedingungen mit zwei feinen Anzielungen ein bisschen höhere Präzision erreicht wurde, als es die im Voraus gerechnete $0,022 \text{ mm/m}$ mit einer Anzielung ist (siehe graphische Darstellung auf der Abb. 7). Während der Messungen im Laboratorium der Geodätischen Fakultät an der Universität zu Zagreb hat sich die Methode als sehr praktisch gezeigt (Abb. 12).

6 Abschluss

Zur Zeit gibt es nicht ein fertiges Fabrikprogrammpaket, das automatisierte Messungen und Datenbearbeitung bei der Bestimmung der Punktverschiebungen von der Ach-

se durch die Walzenständermittle ermöglichen würde. Wegen des Bedarfs in den Fabriken TLM Sibenik und ähnlichen Fabriken haben wir uns entschlossen, eine halbautomatische Methode für die Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse zu entwickeln. In der ersten Variante dieser Halbautomatisierung im Jahr 2001 wurden der elektronische Theodolit Kern E2 (0.5") und der Notebook Rechner benutzt. Die ausgeführte Schätzung der apriori Standardabweichungen in der Bestimmung der Punktverschiebung von der Achse σ_x hat hingewiesen, dass eine sehr hohe Präzision erreicht werden kann (Abb. 7, 8, 9, 10 und 11) und dass die optimale Entfernung des Theodolits Kern E2 vom Walzen wie folgt ist:

- **2 m**, wenn die Längen mit der Standardabweichung von 1 mm gemessen werden, und
- **4 m**, wenn die Längen mit der Standardabweichung von 5 mm gemessen werden.

Aus der graphischen Darstellung kann man sehen, dass eine relativ kleinere Standardabweichung in der Bestimmung der Punktverschiebung von der Gerade erreicht werden kann, je weiter der Punkt vom Walzenständer entfernt ist.

Außerdem können die oben gegebenen graphischen Darstellungen in der praktischen Arbeit benutzt werden, denn ein Vermesser kann auf deren Basis schätzen, wie weit entfernt er mit dem Theodolit vom Ständer stehen kann, mit welcher Genauigkeit er die Längen messen muss und wie groß die Punktverschiebung von der Achse sein darf, damit man die verlangene Präzision erhalten kann. Das ist sehr wichtig, denn in den Fabrikhallen ist es oft nicht möglich, mit dem Theodoliten optimal vom Ständer entfernt zu sein, und die Ständerlänge ist von der Maschinengröße abhängig.

Während der Testmessungen in unserem Laboratorium wurden die Winkel in 20 Richtungssätzen gemessen, und diese halbautomatisierte Methode hat sich als sehr praktisch und sehr präzise gezeigt, **0,015 mm/m in einem Richtungssatz** mit zwei feinen Anzielungen. Es wurde auf einen 2 m langen simulierten Ständer mit dem 2 m vom Ständer entfernten Theodolit beobachtet, und zwar auf einen auch 2 m vom Ständer entfernten Punkt.

Literatur

- BENČIĆ, D. (1990): Geodetski instrumenti, Školska knjiga, Zagreb, 1–548
- DEUMLICH, F. (1988): Instrumentenkunde der Vermessungstechnik, VEB Verlag für Bauwesen, achte Auflage, Berlin, 1–295
- KERN (1984): Bedienungsanleitung elektronischer Sekundentheodolit E2, Kern&Co, AG, 1–30

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. Nikola Solarić, Dr.-Ing. Đuro Barković, Dipl. Ing. Mladen Zrinjski, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 10000 Zagreb, Kačićeva 26, Kroatien, E-mail: nsolaric@geodet.geof.hr

Zusammenfassung

In der Arbeit wird die halbautomatische Bestimmung der Punktverschiebung von der durch die Walzenständermittle in Fabrikhallen durchgehende Achse mit einem exzentrisch gestelltem elektronischen Theodolit Kern E2 (0,5'') und dem Notebook Rechner beschrieben. Die Methode kann sehr erfolgreich beim Abstecken langer Achsen in Fabriken angewendet werden. Es wurde die optimale Entfernung des Theodolits von der Walze festgestellt. Im Messtechniklabor der Geodätischen Fakultät in Zagreb hat sich die Methode als sehr präzise und praktisch gezeigt.

Summary

SEMI-AUTOMATIC DETERMINATION OF THE POINT SHIFT FROM THE AXIS PASSING THROUGH THE MIDDLE OF THE ROLLER MILL STAND

The paper describe a semiautomatic determination of the point shift from the axis passing through the middle of the roller mill stand in factory engine rooms with the eccentrically placed electronic theodolite Kern E2 (0.5'') and notebook computer. The method can be very successfully applied in setting out long axes in factories. Apart from that it was determined the optimum distance between the theodolite and the roller. In the Laboratory for measurements at the Faculty of Geodesy in Zagreb the method appear very precise and practical.

Keyword:

Semi-automatic measuring, industrially measuring



Zur Rekonstruktion geodätischer Netze von Städten des Moskauer Gebiets

Für viele Messungen ist der aktuelle und genaueste Stand der geodätischen und kartografischen Grundlage erforderlich. Ohne deren Modernisierung ist dieses Ziel nicht erreichbar. Negativ wirkt sich vor allem die ungenügende Genauigkeit der Punktkoordinaten aus. Geodätische Stadtnetze wurden meist in örtlichen Koordinatensystemen und oft ohne strenge Ausgleichung angelegt. Dadurch wird jedoch die Schaffung eines einheitlichen Geoinformationssystems erschwert.

In Russland wurden städtische geodätische Netze stets als lokale Netze entwickelt, obwohl sie formell an staatliche geodätische Punkte im Koordinatensystem SK-42 angeschlossen wurden. Die Deformationen dieses Systems wurden dabei oft ignoriert. Im Koordinatensystem SK-95 beträgt die Genauigkeit der gegenseitigen Lage benachbarter Punkte 3 bis 5 cm, bei 1000 km Abstand also 0,5 bis 0,6 m. Damit genügt sie den Anforderungen an die Genauigkeit der Koordinatengrundlage.

Die geodätischen Netze um Moskau wurden mit Hilfe der Satellitentechnik angelegt. 1993 entstand an den Grenzen Moskaus ein Festpunktnetz mit Hilfe der GPS-Technologie. Es besteht aus 110 Haupt- und 78 Orientierungspunkten. Nach der Ausgleichung betrug der mittlere Fehler der Koordinaten ± 2 bis 5 mm im Hauptnetz und $+ 8$ bis 10 mm im Verdichtungsnetz. 1997 wurde ein Satellitenetz der Stadt mit 216 Punkten gemessen, davon 27

durch die Moskauer geodätische Universität MIIGAiK. Beim Vergleich der Koordinaten der verschiedenen Netze wurden Unterschiede bemerkt, auf Grund deren alle Netze von Moskau und dem Moskauer Gebiet beträchtlich überarbeitet werden sollen.

Aus: O rekonstrukcii geodezičeskich setej gorodov Moskovskoj oblasti. Von Borodko, A.V., und Efimov, G.N. – Geodez. i Kartogr., Moskva (2002) 6, S. 26–29

