



Nivellement hoher Genauigkeit auf dem Gebiet der Republik Kroatien

L. Feil ¹, S. Klak ², Nevio Rozić ³

¹ *Geodetski fakultet Sveucilista u Zagrebu, Kaciceva 26, 41000 Zagreb, Kroatien*

² *Geodetski fakultet Sveucilista u Zagrebu, Kaciceva 26, 41000 Zagreb, Kroatien*

³ *Geodetski fakultet Sveucilista u Zagrebu, Kaciceva 26, 41000 Zagreb, Kroatien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **81** (4), S. 176–182

1993

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Feil_VGI_199312,  
Title = {Nivellement hoher Genauigkeit auf dem Gebiet der Republik Kroatien},  
Author = {Feil, L. and Klak, S. and Rozi{\c}, Nevio},  
Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {176--182},  
Number = {4},  
Year = {1993},  
Volume = {81}  
}
```





Nivellement hoher Genauigkeit auf dem Gebiet der Republik Kroatien

von L. Feil, S. Klak, N. Rozic, Zagreb

Zusammenfassung

Der Aufsatz bietet einen Rückblick auf die Arbeiten für das Präzisionsnivellement auf dem Gebiet der Republik Kroatien vom Ende des 19. Jahrhunderts bis heute. Besondere Aufmerksamkeit wurde dem sogenannten zweiten Präzisionsnivellement (II NVT) gewidmet, das als Grundlagennetz für die Erstellung von Nivellements geringerer Genauigkeit dient.

Abstract

The paper presents the review of the works accomplished on the precise leveling on the territory of the Republic Croatia in the period starting at the end of the 19th century up to now. Special attention has been given to the so called second precise leveling (II NVT) which was accepted as the basis extension net for the execution of the lower order leveling works.

1. Einführung

Auf dem Gebiet der Republik Kroatien wurden bisher umfangreiche Arbeiten des geometrischen Nivellements aller Ordnungen durchgeführt. Diese Arbeiten wurden manchmal mit kleineren oder größeren Unterbrechungen gemacht, weswegen es heute eine sehr große Menge von Daten gibt, die sich nicht auf eine einheitliche Epoche beziehen.

Die ersten systematischen Arbeiten des geometrischen Nivellements auf dem Gebiet der Republik Kroatien, Slowenien, Bosnien und Herzegowina erfolgten seitens des Militär-Geographischen Instituts in Wien Ende des letzten und Anfang dieses Jahrhunderts unter der damaligen Bezeichnung Präzisionsnivellement. Die Vermessungsangaben und Rechnungsergebnisse wurden in den Publikationen dieses Instituts von 1896, 1897, 1899, 1901, 1902, 1905, 1907 und 1909 veröffentlicht und sind in dieser Arbeit unter dem Titel Österreichisches Nivellement angeführt.

Dieses Nivellement ist mit der mittleren Meereshöhe verbunden, die in Triest (Molo Sartario) nach der einjährigen Beobachtung bestimmt wurde, statt aus der 18,6-jährigen Periode und es unterscheidet sich wesentlich von dem Meeresniveau, das der vollen Beobachtungszeit entspricht. Auf Grund der so bestimmten Meereshöhe wurden die absoluten Höhen der Höhenfestpunkte im österreichischen Präzisionsnivellement gerechnet, die aber um ca. 12 cm zu groß sind (siehe Feil und andere 1992).

Zu Beginn des I. Weltkrieges kamen alle Arbeiten des geometrischen Nivellements zum Stillstand und genauso diejenigen des Nivellements von hoher Genauigkeit (NVT) auf dem Gebiet der Republik Kroatien. Sie wurden erst nach dem II. Weltkrieg fortgesetzt. Das Landesvermessungsamt der Volksrepublik Kroatien machte auf seinem Gebiet in der Zeit von 1946 - 1947 die Besichtigung des österreichischen Präzisionsnivellements und stellte fest,

daß nur 418 Höhenfestpunkte (Höhenmarken) in den 2163 km langen Nivellementslinien übriggeblieben sind (Landesvermessungsamt der Volksrepublik Kroatien 1948). Im restlichen westlichen Teil des damaligen Jugoslawiens war die Situation mit Bezug auf das Netz des österreichischen Präzisionsnivellements ähnlich, und sie war keinesfalls besser in den östlichen Gebieten (Monte Negro, Mazedonien, Serbien), wo das österreichische Präzisionsnivellement überhaupt nicht vorhanden war. Deswegen wurde entschieden, ein neues Netz des Nivellements von hoher Genauigkeit (I NVT) zu bilden. Die Trassen der Nivellementslinien dieses Netzes stimmten auf dem Gebiet Kroatiens, Sloweniens, Bosniens, Herzegowinas und von Vojvodina mit den Trassen der Nivellementslinien des österreichischen Präzisionsnivellements überein. Auf dem Gebiet Serbiens, Mazedoniens und Monte Negros hat man versucht, die einzelnen Nivellementslinien in das Netz des I NVT einzuschalten, aber ihre Angaben konnten die Kriterien des Nivellements von hoher Genauigkeit nicht erfüllen.

Die einzelnen Nivellementslinien des I NVT wurden in verschiedenen Zeitintervallen durchgeführt, dabei wurden verschiedene Geräte, Zubehör und Methoden verwendet, weswegen heterogenes Beobachtungsmaterial erhalten wurde. Die Genauigkeit wurde durch wiederholte Beobachtungen einzelner Nivellementslinien nicht verbessert, und es wurde entschieden, ein neues Nivellement hoher Genauigkeit (II NVT) auf dem ganzen Gebiet des ehemaligen Jugoslawiens im Zeitraum von 2 - 3 Jahren auszuführen.

Die Meereshöhen der Höhenfestpunkte im I NVT für Kroatien und die restlichen Teile des damaligen Jugoslawiens wurden auf das österreichische Präzisionsnivellement bzw. Triest (Molo Sartorio) gerechnet. Dasselbe gilt für die Höhenfestpunkte in Nivellementsnetzen der niedrigeren Ordnung; die von Seeger angeführte Angabe ([9]) entspricht nicht dem wirklichen Zustand.

Auf Abb. 1 ist das Netz des II NVT für den westlichen Teil des ehemaligen Jugoslawiens dargestellt. Leider waren die Trassen vieler Nivellementslinien mit den Trassen

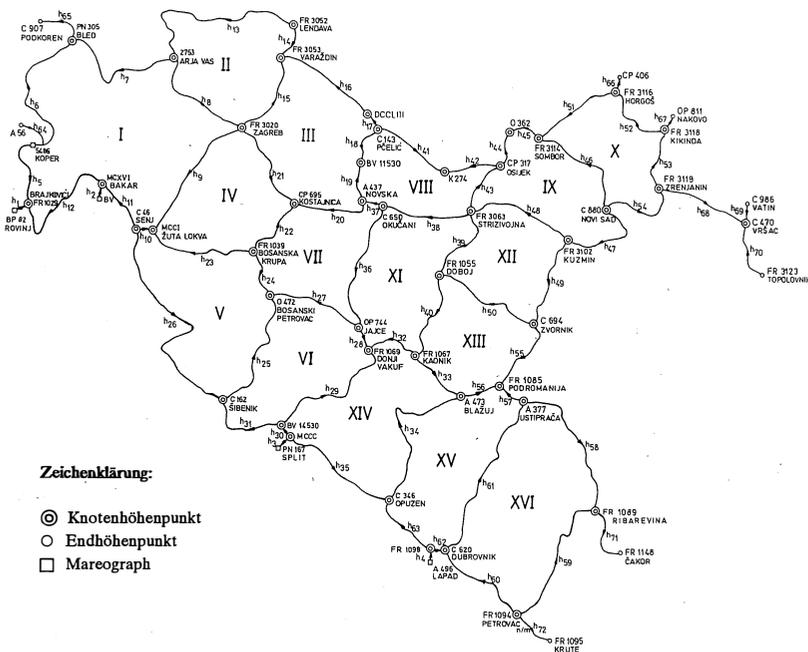


Abb. 1: Das Netz des II NVT für das westliche Gebiet des ehemaligen Jugoslawiens

des österreichischen Präzisionsnivellements bzw. des I NVT nicht mehr identisch, weswegen es keine Möglichkeit gibt, die rezenten Erdkrustenbewegungen zu bestimmen.

2. Festlegung der grundlegenden Höhenfestpunkte

Im Rahmen der Vorbereitungen für das neue Nivellement von hoher Genauigkeit des ehemaligen Jugoslawiens (II NVT) wurden umfangreiche Vorarbeiten für die Aufstellung eines grundlegenden Höhenpunktes - des normalen Höhenfestpunktes - gemacht. Nach großen Vorarbeiten, geologischen und seismischen Analysen, wählte das damalige Bundesvermessungsamt die Umgebung der Stadt Maglaj (in Bosnien und Herzegowina) zur Stelle des normalen Höhenfestpunktes. Die Einzelheiten über diese Arbeit wurden 1962 ([10]) veröffentlicht.

Unabhängig von diesem Unternehmen und bevor der normale Höhenfestpunkt in Maglaj für ganz Jugoslawien aufgestellt worden war, wurden auf dem Gebiet der Republik Kroatien sechs grundlegende Untergrundhöhenfestpunkte festgelegt, um die Messungen im Nivellement von hoher Genauigkeit zu verbessern und zu sichern. Die Stabilisierung (Abb. 2) war von höherer Qualität als diejenige, die im II NVT für die fundamentalen Höhenfestpunkte verwendet wurde. Weiters wurden in der unmittelbaren Umgebung der grundlegenden Höhenfestpunkte auch Mikronivellementsnetze aufgestellt. Makro- und Mikroloka-

tion dieser grundlegenden Höhenfestpunkte wurden in Zusammenarbeit mit dem geologischen Institut der SR Kroatien bestimmt. Diese Höhenfestpunkte befinden sich in Brajkovici, Knin, Koprivnica, Kostajnica, Otocac und Strizivojna. Die gesamte Dokumentation - geologische Gutachten, Festlegungsart, Höhenfestpunkttypen, Lageskizzen, Pläne der Mikronivellementsnetze im Maßstab von 1:2880 und technische Berichte - befindet sich im Landesvermessungsamt des Ministeriums für Bauwesen und Umweltschutz der Republik Kroatien. Diese Höhenfestpunkte wurden bis heute bewahrt, die meisten wurden in das II NVT eingegliedert, weswegen es in der Republik Kroatien heute ein solides Basisnetz der grundlegenden Höhenfestpunkte gibt, die relativ gut auf ihrem Territorium verteilt sind.

Daraus folgt, daß es in der Republik Kroatien nicht einen normalen Höhenfestpunkt gibt, sondern sechs grundlegende Höhenfestpunkte, weswegen die von diesen Höhenfestpunkten unterstützten Beobachtungen in Zukunft eine sichere Bestimmung der Höhenbeziehungen leichter machen werden.

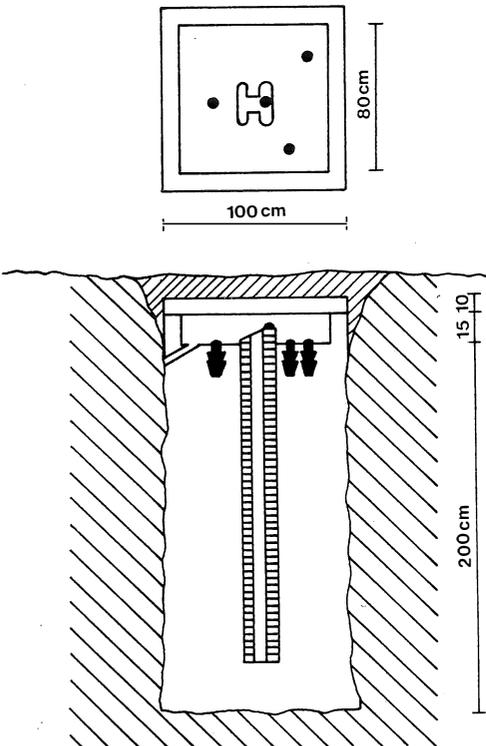


Abb. 2: Festlegung des grundlegenden Höhenfestpunktes

3. Datumbestimmung

Auf dem Gebiet der Republik Kroatien gibt es drei Netze des Nivellements von hoher Genauigkeit, wovon das Netz II NVT von höchster Qualität und am aktuellsten ist. Es kann demnach als Basis für alle anderen Höhenarbeiten gebraucht werden ([2], [3]). Dieses Höhennetz wird von fünf Mareographen (vier in Kroatien und eines in Slowenien) sowie von sechs in Kroatien verteilten grundlegenden Höhenfestpunkten unterstützt. Alle Mareographen verfügen über die volle Periode für Meeresniveaubeaobachtungen von 18,6 Jahren, die mit Bezug auf den 1.7.1971 ($\pm 9,3$ Jahre) gerechnet wurde. Vier grundlegende Höhenfestpunkte, Brajkovici, Kostajnica, Otočac und Strizivojna, sind in das II NVT eingeschlossen, diejenigen in Koprivnica und Knin nicht.

Das gesamte Beobachtungsmaterial II NVT für den westlichen Teil des ehemaligen Jugoslawiens wurde in den Publikationen der Geodätischen Fakultät der Universität Zagreb ([1]) veröffentlicht. Die Beobachtungen im II NVT wurden innerhalb von 2 Jahren ausschließlich mit den Nivellierinstrumenten Wild N3 und Invarzentimeterlaten durchgeführt, wobei eiserne Keile statt gewöhnlicher Untersätze und dieselben Verfahren verwendet wurden.

Für den Bedarf des Landesvermessungsamtes des Ministeriums für Bauwesen und Umweltschutz der Republik Kroatien ist das Netz II NVT für den westlichen Teil des ehemaligen Jugoslawiens ausgeglichen worden, wobei es sich auf die mittlere Meereshöhe von 5 Mareographen stützte: Koper (Slowenien), Rovinj, Bakar, Split, Dubrovnik (Kroatien), wobei auch die fünf grundlegenden Höhenfestpunkte ([8]) eingeschlossen wurden. Aus dieser Ausgleichung resultierte der wahrscheinliche Fehler zu $\pm 0,79 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$, und der



Abb. 3: Verteilung der grundlegenden Höhenfestpunkte im Netz II NVT auf dem Gebiet der Republik Kroatien

größte mittlere Fehler der Meereshöhe auf dem ca. 300 km von der Adriatischen Küste entfernten Knotenhöhennpunkt mit ± 13 mm.

Es sollte betont werden, daß die Messungen im II NVT durch orthometrische Korrekturen verbessert wurden, berechnet mit Hilfe von normalen Werten der Schwerebeschleunigung (sphäroidische Höhen). Die Berechnung in anderen Höhensystemen wurde nicht durchgeführt, denn es gibt kein verifiziertes und veröffentlichtes Schweregrundnetz. Es wurde also das Datum des Nivellements von hoher Genauigkeit auf dem Gebiet der Republik Kroatien im Verhältnis zu Triest (Molo Sartorio) verändert. Wie schon in der Einführung angegeben, beträgt der Unterschied zwischen diesen zwei Datumswerten ca. 12 cm ([2]). Das Nivellementsnetz von hoher Genauigkeit stützt sich also auf die Angaben von fünf Mareographen an der Ostküste der Adria und auf die fünf grundlegenden Höhenfestpunkte. Die Analysen der mareographischen Angaben ([6], [7], [8]) haben eine sehr gute Übereinstimmung gezeigt, ohne daß sich spürbare systematische Einflüsse gezeigt hätten. Auf diese Weise haben die Angaben der Mareographen entlang der gesamten kroatischen Adriaküste als Anhaltspunkt und zur Überprüfung des Nivellements von hoher Genauigkeit gedient.

Eventuelle Bodenbewegungen sowie natürliche und/oder künstliche seismische Aktivitäten werden viel sicherer mit den Angaben bestimmt werden können, die von den fünf Mareographen und von den fünf grundlegenden Höhenfestpunkten gegeben werden.

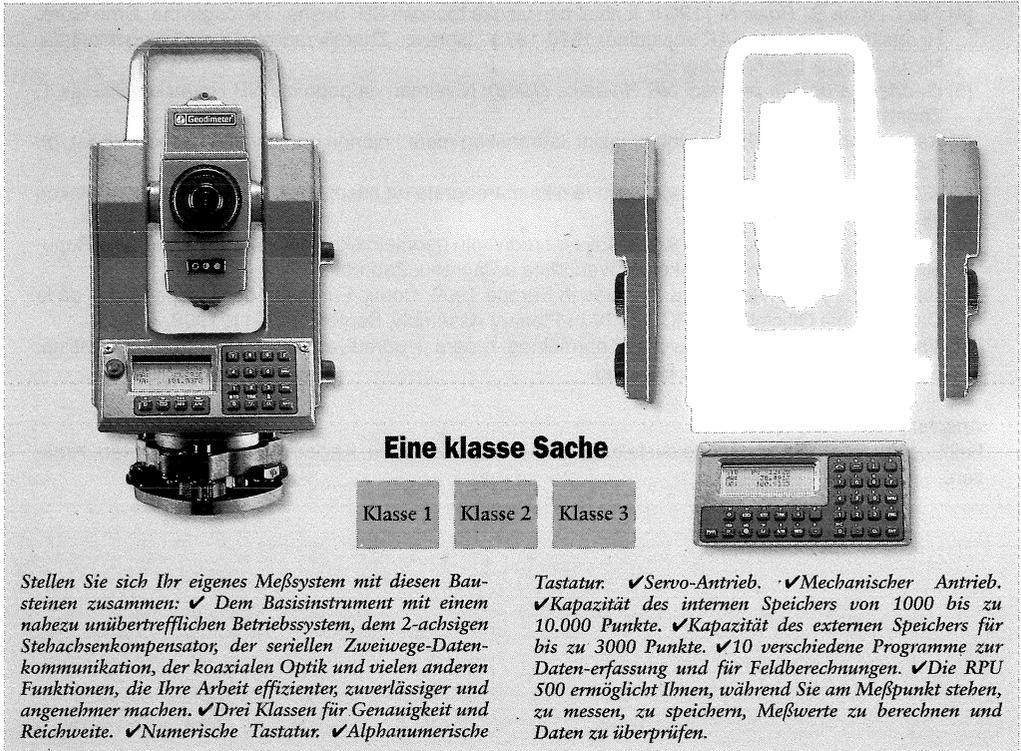
4. Schlußfolgerung

In vielen Ländern werden für die Datumsbestimmung und die Festlegung des Höhenpunktes die Angaben eines Mareographen bzw. eines grundlegenden Höhenpunktes verwendet. Bezugnehmend auf die territoriale Form der Republik Kroatien wurden die Angaben aller Mareographen auf der kroatischen und slowenischen Adriaküste verwendet, die mit fünf grundlegenden Höhenfestpunkten verbunden sind. Deshalb werden alle natürlichen oder künstlichen Veränderungen in ihrer Höhenlage sicherer bestimmt. In Split gibt es zwei Mareographen, von denen nur der eine im Hafen in die Ausgleichung eingeschlossen ist; der Mareograph auf dem Kap von Marjan wurde wegen seiner geringen Entfernung von demjenigen im Hafen ausgelassen.

Außer den grundlegenden Höhenfestpunkten wurde im Netz II NVT eine größere Anzahl von sogenannten fundamentalen Höhenfestpunkten (Untergrundstabilisierung) aufgelegt. In der Regel wird diese Art der Stabilisierung auf den Knotenpunkten der Nivellementsnetze verwendet. Danach wird die erste Erneuerung des II NVT eine solide Übersicht der Höhenbeziehungen auf dem Gebiet der Republik Kroatien geben. Die Verbindung mit den Nivellements hoher Genauigkeit der Nachbarländer Kroatiens wird auch bei der Untersuchung rezenter Bewegungen auf größeren Gebieten einen Beitrag seitens der Geodäsie leisten.

Literatur

- [1] *Bilajbegovic A., Feil L., Klak S., Sredic S., Skeljo LJ. (1986):* Il nivelman visoke tocnosti SR: Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Hrvatske, Slovenije i SAP Vojvodine, 1970-1973. Zbornik radova Geodetskog fakulteta, Niz D, Svezak broj 6/1-6/7, Zagreb.
- [2] *Feil L., Klak S., Roic M., Rozic N. (1992):* Beitrag zur Bestimmung der Vertikalkrustenbewegungen in Kroatien. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, Heft 2.
- [3] *Feil L., Klak S., Rozic N. (1992):* Sredivanje geometrijskog nivelmana u Republici Hrvatskoj. Zbornik Geodetskog fakulteta Sveucilista u Zagrebu u Povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962-1992.



Eine Klasse Sache

Klasse 1

Klasse 2

Klasse 3

Stellen Sie sich Ihr eigenes Meßsystem mit diesen Bausteinen zusammen: ✓ Dem Basisinstrument mit einem nahezu unübertrefflichen Betriebssystem, dem 2-achsigen Stehachsenkompensator, der seriellen Zweizeige-Datenkommunikation, der koaxialen Optik und vielen anderen Funktionen, die Ihre Arbeit effizienter, zuverlässiger und angenehmer machen. ✓ Drei Klassen für Genauigkeit und Reichweite. ✓ Numerische Tastatur. ✓ Alphanumerische

Tastatur. ✓ Servo-Antrieb. ✓ Mechanischer Antrieb. ✓ Kapazität des internen Speichers von 1000 bis zu 10.000 Punkte. ✓ Kapazität des externen Speichers für bis zu 3000 Punkte. ✓ 10 verschiedene Programme zur Daten-erfassung und für Feldberechnungen. ✓ Die RPU 500 ermöglicht Ihnen, während Sie am Meßpunkt stehen, zu messen, zu speichern, Meßwerte zu berechnen und Daten zu überprüfen.

Stellen Sie sich Ihr eigenes Meßsystem zusammen!

Was würden Sie tun, wenn Sie Ihr eigenes Meßsystem nach Ihren Wünschen zusammenstellen könnten? Sie würden es Ihrer Arbeitsweise und Ihren Aufgaben anpassen. Richtig? Wie sollte Ihr Ergebnis sein? Sollte es nicht zuverlässiger und gewinnbringender sein? Selbstverständlich! Das ist kurz gesagt die Philosophie, die hinter dem System 500 steht. Dem System, das Sie nach Ihren Anforderungen zusammensetzen.

Es ist leicht. Sie beginnen mit der Entscheidung, welche Genauigkeit und welche Reichweite Sie wünschen. Dazu gibt es noch weitere 20 Funktionen, die Sie wählen und mit Ihren Ansprüchen in Einklang bringen können. Kreieren Sie Ihr „Trauminstrument“, wir machen dann Wirklichkeit daraus. Mit anderen Worten: Sie wählen die Spezifikationen und den Preis. Das ist Freiheit!

Geodimeter System 500

Die Freiheit wählen zu können

Interessiert? Rufen Sie uns an und vereinbaren Sie einen Termin mit uns oder fordern Sie einen Prospekt an. Wir geben Ihnen 65 triftige Gründe, sich für das Geodimeter System 500 zu entscheiden.

Den Coupon bitte kopieren oder ausschneiden und an uns schicken oder faxen. Geotronics GmbH, Feldstraße 14, W-6108 Weiterstadt. Fax: (06151) 89 11 23.

Ja! Ich möchte selbst kreativ sein.

Ich möchte eine unverbindliche Vorführung

Ich möchte ausführlichere Informationen über das System 500

Name _____

Firma _____

Straße _____

Ort _____

Telephon _____

- [4] *Feil L., Klak S., Rozic N. (1993)*: II nivelman visoke tocnosti SR: Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Hrvatske, Slovenije i SAP Vojvodine, 1970-1973 - Ispravci. Zbornik radova Geodetskog fakulteta, Niz D, Svezak broj 6/8, Zagreb.
- [5] *Geodetska uprava pri Vladi NR Hrvatske (1948)*: Nivelman na podrucju NR Hrvatske. Svezak 1, Zagreb.
- [6] *Kasumovic M. (1959)*: O srednjoj razini Jadranskog mora i njenon odredivanju. Geodetski list, br. 7-9.
- [7] *Klak S. (1957)*: Odredivanje visinskih razlika mareografa na nasoj obali. Godisnjak Hidrografskog instituta JRM 1956/57, Split.
- [8] *Klak S., Feil L., Rozic N. (1992)*: Studija o sredivanju geometrijskog nivelmana na podrucju Republike Hrvatske. Geodetski fakultet Sveucilista u Zagrebu, Zagreb.
- [9] *Seeger H. (1992)*: Reference Systems in Europe 1992. Comit' European des Responsibles da la Cartographie Officielle (CERCO), XIV-th Plenary Assembly, September 8-11, 1992, Ankara.
- [10] *Vecnikov N. (1962)*: Postavljanje normalnog repera i odredivanje njegove apsolutne visine. Savezna geodetska uprava, Beograd.

Anschrift der Autoren:

Feil L., Klak S., Rozic N.: Geodetski fakultet Sveucilista u Zagrebu, Kaciceva 26, 41000 Zagreb, Kroatien.