



## Erhaltung der Reperepunkte im Österreichischen Präzisionsnivellement auf dem Gebiet der Republik Kroatien

Nevio Rozić <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Geodetski fakultet Sveucilista u Zagrebu, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, Hrvatska*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **87** (4), S.  
188–195

1999

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Rozic_VGI_199922,  
  Title = {Erhaltung der Reperepunkte im {"0}sterreichischen Pr{"a}  
          zisionsnivellement auf dem Gebiet der Republik Kroatien},  
  Author = {Rozi{"c}, Nevio},  
  Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
            Geoinformation},  
  Pages = {188--195},  
  Number = {4},  
  Year = {1999},  
  Volume = {87}  
}
```



Föderation BiH            540.000 USD  
Serbische Republik        500.000 USD

Für Kantone gibt es noch immer keine Budgetpläne.

Die Einwohner und Experten BiHs leisten derzeit jedenfalls Unglaubliches zum Wiederaufbau eines „Normalzustandes“.

Eine Mithilfe beim raschen Wiederaufbau und die daraus folgende Stabilisierung der Region kommt letztlich allen Ländern in Europa zu gute.

## 5. Schlußfolgerungen

Es gibt viele ambitionierte Initiativen zur Unterstützung für den Wiederaufbau der Infrastruktur in BiH. Gerade der Fall der Wiederherstellung der öffentlichen Register (Kataster, Grundbuch, Firmenregister) zeigt aber, daß der Erfolg nicht nur am Willen zur Zusammenarbeit der einzelnen Volksgruppen liegt sondern auch einer Koordinierung und Abstimmung der vielen bilateralen Aktivitäten notwendig macht.

### Literatur

[1] Return, Relocation and Property Rights, a discussion paper prepared by Marcus Cox on behalf of the CRPC and UNHCR, December, 1997, p.4.

### Anschrift der Autoren:

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Zdravko Galić. Zur Spinnerin 24/4/19, 1100 Wien, Email: gsc@via.at  
Dipl.-Ing. Gerhard Muggenhuber (BEV, internationale Ang.), Schiffamtsgasse 1–3,  
Email: geomugg@compuserve.com.



## Erhaltung der Reperepunkte im Österreichischen Präzisionsnivellement auf dem Gebiet der Republik Kroatien

*Nevio Rožić, Zagreb*

### Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden die Erhaltungszustände der Höhenmarken im österreichischen Präzisionsnivellement auf dem heutigen Gebiet der Republik Kroatien präsentiert. Es wurde die Anzahl der Höhenmarken von diesem Nivellement im Moment der Netzfertigung 1909 festgestellt, wie auch der Erhaltungszustand der Höhenmarken 1948 als ihre erste systematische Feldidentifikation und Evidenz publiziert worden waren, und ihr Zustand im Jahr 1999 als dieselben Arbeiten im Rahmen der Revision aller Netze des geometrischen Nivellements ausgeführt worden waren. Es hat sich erwiesen, daß nach mehr als 100 Jahren 233 Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivellements oder 39% von der Gesamtanzahl der bis 1909 stabilisierten Höhenmarken in das moderne Höhensystem Kroatiens eingeschlossen worden sind. Der Zustand und die Zahlenangaben bestätigen die Qualität der Stabilisierung von Höhenmarken I. Ordnung des österreichischen Präzisionsnivellements und weisen auf ihre Dauerhaftigkeit hin.

### Summary

This paper presents the results of defining the preserved conditions of bench marks in the Austrian precise levelling at the present territory of the Republic of Croatia. There was the number of bench marks determined existing in this levelling at the moment as the network had been finished in 1909, and also the degree of the preserved conditions of bench marks in 1948, as their first systematic field identification and records were published, as well as the degree of their preserved conditions in 1999, when the same papers were published within the scope of the revision made for all network of geometric levelling. It was found out that after more than one hundred years 233 bench marks of the Austrian precise levelling had been included into the modern height system of Croatia or 39% of the totally stabilised I. order bench marks from 1909. The degree of the preserved conditions and the numeric data confirm the quality of the stabilisation of the I. order bench marks of the Austrian precise levelling and indicate their long life.

### 1. Einführung

Das erste systematisch ausgeführte Nivellementnetz auf dem heutigen Gebiet der Republik Kroatien war das Präzisionsnivellementnetz der

Österreich-Ungarischen Monarchie, das in Kroatien unter dem Titel „Netzes des österreichischen Präzisionsnivellement“ bekannt ist. Es wurde am Ende des 19. und am Anfang des 20. Jahrhunderts ausgeführt und umfasste den

südlichen, bzw. südöstlichen Teil der ehemaligen Monarchie. Außer den Gebieten Kroatiens hatte es auch die Gebiete der benachbarten Staaten eingeschlossen: Slowenien, Bosnien und Herzegowina, wie auch die Vojvodina. Die Arbeiten am Netz wurden stufenweise und in einer längeren Zeitperiode durchgeführt, genauer gesagt von 1874 bis 1909, und der Ausführer war das Militärgeographische Institut aus Wien. Das Netz wurde in Übereinstimmung mit klar definierten wissenschaftlichen, fachlichen und technischen Kriterien gemacht, und die Ausführung des Netzes schloss folgendes ein: Projektierung der geometrischen Netzkonfiguration und Feststellung der Nivellementlinien, Stabilisierung der Höhenmarken, Vermessung, Meßdatenbearbeitung, Bestimmung der Höhe von Höhenmarken über dem Meeresspiegel im normal-orthometrischen (sphäroidischen) Höhensystem mit dem Ausgangspunkt in Triest (Molo Sartorio) und das Veröffentlichen der relevanten Angaben in Sonderausbänden des Militärgeographischen Instituts in Wien.

Seit den Anfangsarbeiten am Netz des österreichischen Präzisionsnivellements bis heute ist merklich viel Zeit, mehr als 100 Jahre, vergangen. Während dieser Zeit wurden die Höhenmarken dieses Netzes in Kroatien gebraucht, um eine ganze Reihe von verschiedenen fachlichen und wissenschaftlichen Aufgaben zu lösen. Deswegen ist die Betrachtung des Erhaltungszustandes von Höhenmarken, wie auch die Feststellung ihrer Anwesenheit im modernen Höhensystem Kroatiens, sehr interessant. Aus diesem Grunde wurden auch drei Epochen betrachtet, für die die relevanten Angaben feststellbar sind. Die erste Epoche ist mit dem Jahr 1909 verbunden, bzw. das Jahr in dem die Feldarbeiten am Netz des österreichischen Präzisionsnivellements beendet wurden. Die zweite Epoche bezieht sich auf das Jahr 1948, als nach dem II. Weltkrieg auf dem Gebiet Kroatiens eine systematische Höhenmarkenevidenz dieses Netzes durchgeführt wurde. Die dritte Epoche umfaßt das Jahr 1999, in dem die umfangreichen Arbeiten an der Revision des geometrischen Nivellements aller Ordnungen auf dem Gebiet der Republik Kroatien gerade am Ende sind.

## 2. Österreichisches Präzisionsnivellement auf dem Gebiet der Republik Kroatien

Auf dem heutigen Gebiet der Republik Kroatien hat das Netz des österreichischen Präzisionsnivellements keine feste geometrische Konfiguration als Folge von: der charakteristi-

schen Gestalt Kroatiens, der Tatsache, daß das Netz auf dem weiteren Gebiet des südlichen Teils der ehemaligen Monarchie ausgeführt wurde, und der Straßen- und Eisenbahnnetze, wo die Strecken der Nivellementlinien definiert wurden. Auf dem Gebiet Kroatiens kann nur eine völlig geschlossene Nivellementfigur bemerkt werden, und alle anderen Nivellementfiguren überlappen zu kleinerem oder größerem Teil ins Gebiet der benachbarten Staaten Ungarn, Slowenien, Bosnien und Herzegowina und Vojvodina, was auch bei einer großen Anzahl der Nivellementlinien zu sehen ist. Im Netz wurden auch drei größere Seiten-Nivellementlinien im Küstengebiet der Adria ausgeführt, wie auch eine bestimmte Anzahl von Seiten-Nivellementlinien im ganzen Netz, meistens in Orten und Städten. Das Verhältnis der geometrischen Netzkonfiguration und der Gegenwartsgrenzen der Republik Kroatien ist auf der Abb. 1. klar dargestellt.

Man kann sehen, daß auf dem Gebiet Kroatiens im Einklang mit der ursprünglichen Nummerierung die Nivellementlinien Nr.: 248, 261, 262, 264, 265, 273, 274, 291, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 305, 306, 307 und 308 völlig anwesend sind, im größeren Teil die Nivellementlinien Nr.: 252, 263, 266 und 304, im kleineren Teil die Nivellementlinien Nr.: 247, 249, 271, 272, 275, 276, 280, 290, 292, 293 i 300, und die Seiten-Nivellementlinien Nr. 122, ein Teil von 299 und 309. Die vollständigen Angaben, die sich auf die erwähnten Nivellementlinien und Höhenmarken

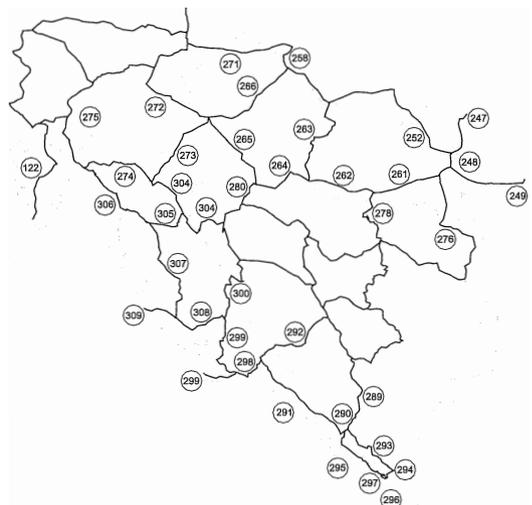


Abb. 1: Österreichisches Präzisionsnivellementnetz auf dem Gebiet der Republik Kroatien, Slowenien und Bosnien und Herzegowina

beziehen, wurden in Sonderpublikationen des Militärgeographischen Instituts aus Wien veröffentlicht [15, 16, 17, 18]. In der Zwischenzeit wurden auch einige gegenwärtigen Analysen der Genauigkeit dieses Netzes auf dem Gebiet Kroatiens, Sloweniens, und Bosniens und Herzegowina veröffentlicht [1].

Die Stabilisierung von Höhenmarken im österreichischen Präzisionsnivellament wurde entlang der Straßen- und Eisenbahnlinien gemacht, wo sich die Nivellementlinien erstrecken. Man hat eine angemessene Anzahl von Höhenmarken, bezugnehmend auf die Größe des Gebietes, stabilisiert, und für die Stabilisierung wurden auf günstig ausgewählten Mikrolokationen die entsprechenden Objekte benutzt, wie z.B.: Gebäude, Häuser, wirtschaftliche Objekte, Brücken, Kilometersteine usw. Man hat zwei Stabilisierungsweisen angewendet, und deswegen sind zwei charakteristische Höhenmarkenarten zu unterscheiden, bzw. entsprechend der ursprünglichen Klassifizierung: Höhenmarken I. Ordnung und Höhenmarken II. Ordnung [17].

Die Höhenmarken I. Ordnung wurden als hohe Höhenmarken stabilisiert. Der Metallkörper dieser Höhenmarken ist in die Vertikalwände der ausgebauten Objekte horizontal eingebaut. Die Höhenbeziehung auf dem Höhenmarkenkörper ist durch eine zentrische horizontale Bohrung bestimmt und die Vorderseite des Höhenmarkenkörpers ist mit der Wandebene ausgeglichen. Auf die Vorderseite des Höhenmarkenkörpers oder an die Wand selbst wurde eine viereckige Gußeisentafel aufgebracht, worauf der Höhenbezug mit einem Loch, aber auch mit einem horizontalen durch die Bohrung gestellten Strich definiert worden war. Auf der Tafel über dem horizontalen Strich befindet sich die Aufschrift in einer der drei Sprachen: „BILJEG VISINE“ auf Kroatisch, „HOEHEN MARKE“ auf Deutsch oder „MAGASSAGJEGY“ auf Ungarisch. Die Abb. 2. und 3. zeigen zwei Varianten der Höhenmarken I. Ordnung, die auf dem Gebiet Kroatiens stabilisiert worden waren [14]. Die Besonderheiten der auf der Abb. 3 gezeigten Höhenmarke ist der quadratische Höhenmarkenkörper, die kleinere Dimension der Vordertafel und die Ausbuchtung des Unterteils der Tafel im Verhältnis zu ihrem mittleren und oberen Teil.



Abb. 2: Höhenmarken I. Ordnung - erste Variante

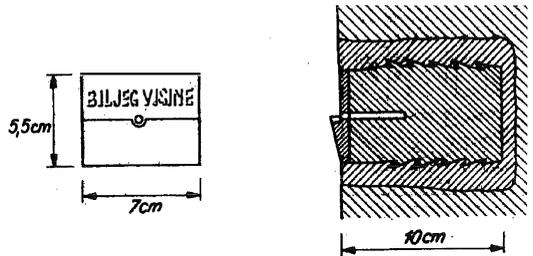


Abb. 3: Höhenmarken I. Ordnung - zweite Variante

Die Höhenmarken II. Ordnung wurden meist auf elementare Weise stabilisiert. Wie es auch bei den Höhenmarken I. Ordnung der Fall ist, kommen zwei Varianten ihrer Stabilisierung vor. Bei der ersten Variante ist die Höhenmarke durch besonders bezeichnete horizontale Flächen auf einem Kilometerstein definiert, oder es wurde ins Urgestein, bzw. ein Steinobjekt, auch eine besonders bezeichnete horizontale Fläche eingemeißelt, worauf dann direkt eine Nivellierlatte aufgesetzt wird. Eine auf diese Weise stabilisierte Höhenmarke, oder, wie sie auf Deutsch heißt „STEINMARKE“, wird in Abb. 4 gezeigt [17].

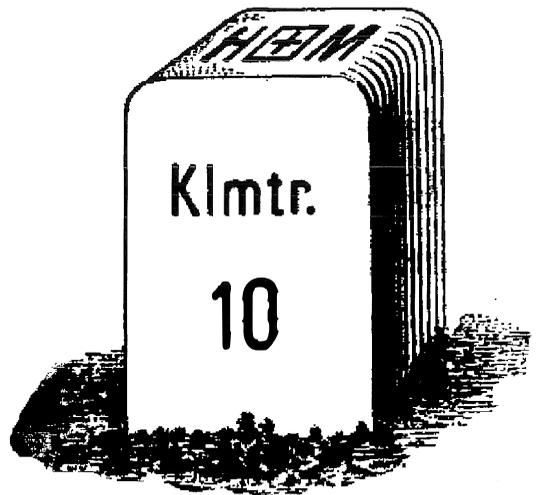


Abb. 4: Höhenmarke II. Ordnung (STEINMARKE)

Die zweite Variante der Stabilisierung von Höhenmarken II. Ordnung bestand daraus, daß ein horizontaler Strich als Höhenbezug auf ein günstig ausgewähltes Steinobjekt eingemeißelt wurde. Die ursprüngliche Bezeichnung für solche Höhenmarken auf Deutsch ist „STRICH-MARKE“.

Auf Grund der bisherigen Beschreibung war offensichtlich die Stabilisierung der Höhenmarken I. Ordnung viel anspruchsvoller, komplexer

und teurer, aber auch von höherer Qualität als die Stabilisierung der Höhenmarken II. Ordnung. Im Verhältnis zu den Höhenmarken I. Ordnung waren die Mikrolokationen für die Stabilisierung in größerem Maße Höhenveränderungen oder Verschiebungen unterworfen, die Höhenbezüge ermöglichten keinen Vermessungsanschluß mit derselben Genauigkeit, und die potentielle Möglichkeit ihrer Beschädigung oder Vernichtung war wesentlich größer. Deswegen können die Höhenmarken II. Ordnung als Hilfhöhenmarken betrachtet werden, die eine einfachere Organisation der Feldarbeiten, die Messung der Höhenunterschiede in Nivellementslinien und die Übertragung der Höhen unter den Höhenmarken der I. Ordnung ermöglicht haben. Gerade aus diesen Gründen ist in der Analyse der Höhenmarkenerhaltung des österreichischen Präzisionsnivellements auf dem Gebiet der Republik Kroatien die grundsätzliche Aufmerksamkeit nur den Höhenmarken I. Ordnung gewidmet.

Auf Grund der ursprünglichen Angaben des österreichischen Präzisionsnivellements ist auf dem heutigen Gebiet der Republik Kroatien die Gesamtzahl von 592 Höhenmarken I. Ordnung festgelegt. Die annähernde Einzelposition dieser Höhenmarken ist graphisch auf der Abb. 5 dargestellt. Man kann sehen, daß die Konzentration der Höhenmarken im Küstenteil Kroatiens (Dalmatien) viel ausgeprägter ist als im kontinentalen Teil (Slavonien). Der Grund liegt in der Konfiguration des Terrains längs der Strecken der Nivellementslinien, weil die Anzahl der Höhenmarken mit der Höhenvielfältigkeit des Terrains korreliert.

Nach dem Jahr 1909 wurden auf dem Gebiet Kroatiens keine bemerkenswerte Arbeiten an



Abb. 5: Position der Höhenmarken I. Ordnung – 1909

der systematischen Erweiterung und Ergänzung des fundamentalen Höhennetzes durchgeführt. Die einzige Ausnahme ist die Nivellementlinie Nr. 266, die zusammen mit der Ergänzung der Stabilisierung von Höhenmarken 1913 wieder nivelliert worden war, also vor dem Anfang des I. Weltkrieges. Während des I. Weltkrieges, und dann in der Zeit von 1918 bis 1941, wie auch während des II. Weltkrieges wurden ebenfalls keine systematischen Nivellementsarbeiten auf dem Gebiet Kroatiens ausgeführt. Da Kroatien nach dem I. Weltkrieg Bestandteil des Königreiches Jugoslawien wurde, war für die Arbeiten solcher Art das Militärgeographische Institut aus Belgrad zuständig. Es führte aber im Rahmen der Ausbildung für die Offiziere der Höheren Militärischen geodätischen Schule nur die Messungen in zwei Nivellementlinien des Präzisionsnivellements auf dem Gebiet Slavoniens aus.

Daraus folgt, daß die Grundarbeiten an der Errichtung des fundamentalen Nivellementnetzes und des Höhensystems Kroatiens bis zum Jahre 1913 erledigt worden waren, also während der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. Außerdem existierte dieses Höhennetz, nachdem Kroatien aus der Monarchie ausgetreten und in das Königreich Jugoslawien eingetreten war, auch weiterhin ohne bemerkenswerte Veränderungen und Ergänzungen.

### 3. Zustand der Höhenmarken im Jahr 1948

Nachdem II. Weltkrieg wurden auf dem Gebiet der Volksrepublik Kroatien die Angaben des österreichischen Höhensystems während des Aufbaues und der Erneuerung des Landes benutzt. Das Landesvermessungsamt der Regierung der Volksrepublik Kroatien fand es nötig, den Zustand der Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivellements zu prüfen, festzustellen und zu veröffentlichen. Diese Aufgabe des Landesvermessungsamtes, von der ersten Idee 1947, wurde sehr schnell realisiert, so daß die Arbeiten an der Bestimmung des Zustandes von Höhenmarken im Laufe des Jahres 1948 fertiggestellt wurden, und alle relevanten Angaben für den praktischen Gebrauch in der Sonderpublikation [4] veröffentlicht wurden.

In dieser Publikation wurden alle vorhandenen Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivellements, die durch Feldeinsicht registriert und identifiziert worden waren, übersichtlich angegeben. Es wurden ausschließlich die Höhenmarken I. Ordnung auf dem Gebiet Kroatiens erfasst, einschließlich dem Grenzgebiet mit Slowenien und Bosnien und Herzegowina. Die Höhen-

marken sind sehr übersichtlich nach Nivellimentlinien systematisiert mit angegebenen Nummern, Höhen, Entfernung der Höhenmarke vom Anfang der Nivellimentlinien, der Positionsbeschreibung und Bemerkungen im Falle einer teilweisen Beschädigung entweder von Höhenmarken oder von Objekten, auf denen sie stabilisiert wurden.

Auf Grund von den Angaben aus der angegebenen Publikation wurde für das Jahr 1948 die Gesamtzahl der bestehenden, bzw. der erhaltenen oder vernichteten Höhenmarken I. Ordnung festgelegt. Die kurz gefaßten Angaben über die Erhaltung und Vernichtung der Höhenmarken wurden in der Tab. 1 dargestellt, und die annähernden Positionen der aufbewahrten Höhenmarken wurde graphisch auf der Abb. 6 dargestellt.

Die Gesamtanzahl der erhaltenen Höhenmarken	377	64%
Die Gesamtanzahl der vernichteten Höhenmarken	215	36%
Die Gesamtanzahl der Höhenmarken	592	100%

Tab. 1: Zustand der Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivellements 1948



Abb. 6: Die Position der Höhenmarken I. Ordnung - 1948

Die in der Tab. 1 angegebenen Angaben kann man klassifizieren. Einige von den erhaltenen Höhenmarken sind teilweise beschädigt, oder das Objekt, auf dem die Höhenmarke stabilisiert ist, ist wesentlich beschädigt oder niedergedrückt. Partielle Beschädigung der Höhenmarken ist vor allem mit der Höhenmarkentafel verbun-

den, die abgenommen oder von der Objektwand abgeschlagen wurde, an dem die Höhenmarke stabilisiert worden war, obwohl der Höhenmarkenkörper und der Höhenbezug darauf (Bohrung) auch weiterhin erhalten und benutzbar sind. Auf der anderen Seite wurden einige völlig erhaltene Höhenmarken auf den Objekten identifiziert, die sehr beschädigt, devastiert oder niedergedrückt sind, z.B. durch Feuer oder einen anderen Grund, Tab. 2. Für solche Höhenmarken ist ein berechtigter Zweifel an der Angemessenheit des Gebrauchs gegeben, bezugnehmend auf die möglichen Höhenverschiebungen, die durch die Art und Weise der Objektbeschädigung verursacht wurden.

Anzahl der völlig erhaltenen Höhenmarken	295	50%
Anzahl der völlig erhaltenen Höhenmarken auf wesentlich beschädigten Objekten	22	4%
Anzahl der teilweise beschädigten Höhenmarken	54	9%
Anzahl der teilweise erhaltenen Höhenmarken auf wesentlich beschädigten Objekten	6	1%
Gesamtanzahl der Höhenmarken	377	64%

Tab. 2: Verhältnis zwischen den völlig erhaltenen und teilweise beschädigten Höhenmarken

Außer der in der Tab. 1. und der Tab. 2. angegebenen Angaben, wurden auch die Art und Bestimmung der Objekte klassifiziert, auf denen die Höhenmarken stabilisiert wurden, Tab. 3.

Religiöse Objekte	Kirche	79	98	17%
	Kapelle	13		
	Kloster	1		
	Pfarrhaus	5		
Eisenbahnobjekt	Eisenbahnstation	66	113	19%
	Eisenbahnwächterhaus	47		
Familienwohn- oder Wirtschaftsobjekt	Familienhaus	83	92	15%
	Wirtschaftsgebäude	9		
Öffentliches Objekt	Staatsverwaltungsgebäude	21	45	8%
	Schule	14		
	andere Gebäude oder Bauobjekte	10		
Wirtschaftsobjekt	Hafengebäude	4	29	5%
	Straßenwärtergebäude	11		
	Werkgebäude	8		
	andere Gebäude	6		
Insgesamt		377	377	64%

Tab. 3: Struktur der Objekte, auf denen die Höhenmarken stabilisiert wurden

Die vorläufige Übersicht der Erhaltung von Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivelements auf dem Gebiet Kroatiens zeigt, daß während der 50 Jahre langen Zeit 64% der Höhenmarken erhalten, 36% vernichtet, und 50% zusammen mit dem Objekt, auf dem sie stabilisiert wurden, erhalten sind. Bezugnehmend auf die Länge der Zeitperiode und die Tatsache, daß das Gebiet Kroatiens in Kriegsaktivitäten verwickelt wurde, ist dieser Prozentsatz relativ groß. Auf Grund der Angaben aus der Tab. 3 ist zu ersehen, daß 51% der erhaltenen Höhenmarken, aus der Gesamtanzahl der stabilisierten Höhenmarken seit dem Jahr 1909, in drei Grundgruppen von Objekten eingebaut wurde: Religiöse Objekte, Eisenbahnobjekte und Familienwohn- oder Wirtschaftsobjekte.

#### 4. Zustand der Höhenmarken im Jahr 1999

Für die Bestimmung des Zustandes der Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivelements in der Zeit von 1948 bis 1999 ist es wichtig, die Übersicht der erledigten Nivellementarbeiten auf dem Gebiet Kroatiens kurz zusammenzufassen.

Es wurde nämlich nach 1945 auf dem Gebiet Jugoslawiens, bzw. Kroatiens, ein neues Netz des geometrischen Nivellements ausgeführt, das unter dem Titel I. Nivellement hoher Genauigkeit oder abgekürzt INVT bekannt ist. Die geometrische Konfiguration des neuen Netzes stimmt hauptsächlich mit dem Netz des österreichischen Präzisionsnivelements überein. Deswegen sind die Trassen der bestehenden Nivellementlinien wesentlich durch die Stabilisierung von neuen Höhenmarken ergänzt, und die Messungen umfassen die erhaltenen Höhenmarken. Wo es möglich war, wurden die Nummern für die Nivellementlinien und Höhenmarken belassen. Ein Teil der erhaltenen Höhenmarken des österreichischen Nivellements wurde nicht in diese Messungen eingeschlossen.

Die Arbeiten an der Ausführung des INVT hatten die Dauer von zehn Jahren, von 1946 bis 1955. In dieser Zeit, bzw. bis Ende sechziger Jahre wurden die meisten anderen Nivellementarbeiten, bzw. die geometrischen Nivellements niedrigerer Ordnung realisiert: Präzisionsnivelements, Stadtnivelements, technische Nivellements höherer Genauigkeit und technische Nivellements, die sich an die Linien des INVT anlehnen. In diesen Nivellements sind die restlichen erhaltenen Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivelements eingeschlossen. Man muß aber noch erwähnen, daß das Netz

INVT aus zahlreichen Gründen die fachlichen und wissenschaftlichen Kriterien nicht völlig getroffen hat.

Am Anfang der siebziger Jahre, genauer von 1970 bis 1973 wurde ein neues Nivellement höherer Genauigkeit ausgeführt, das unter dem Titel II. Nivellement hoher Genauigkeit bekannt ist, oder abgekürzt IINVT. Dieses Nivellement wurde auch als Basis des modernen Höhensystems der Republik Kroatien nach dem Zerfall Jugoslawiens und der Unabhängigkeit Kroatiens am Anfang der neunziger Jahre akzeptiert [2]. Leider waren die Trassen der Nivellementlinien des IINVT nicht mehr im Einklang mit den Trassen des INVT, bzw. des österreichischen Präzisionsnivelements, so daß in die neuen Messungen auf dem Gebiet Kroatiens nur eine geringe Anzahl der Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivelements eingeschlossen ist.

Nach dem Jahr 1973 sind auf dem Gebiet Kroatiens keine bedeutenden, bzw. systematische Nivellementarbeiten ausgeführt worden, bis zur Entstehung des gegenwärtigen Kroatischen Staates. Aber sehr bald, nachdem die Republik Kroatien ihre Unabhängigkeit und Souveränität bekommen hatte, war in Zusammenarbeit vom Landesvermessungsamt, der Geodätischen Fakultät der Universität in Zagreb und einer kleinen Anzahl der renommierten geodätischen Firmen eine systematische Revision aller bis 1992 erledigten Nivellementsarbeiten angefangen [3]. Die Arbeiten umfassen mehrere Segmente: die Definition des neuen Höhendatums und des Höhensystems auf Basis von IINVT, die Bestimmung der technischen und fachlichen Kriterien für die Realisierung der Arbeiten am geometrischen Nivellement, die Feldidentifizierung und Festlegung der Stabilität und des Zusatzes von Höhenmarken, die Bestimmung der neuen Höhen von Höhenmarken auf Basis einer Netzgleichung des geometrischen Nivellements im nationalen orthometrischen Höhensystem, die Vorbereitung der neuen Dokumentation für den praktischen Gebrauch des Höhensystems und die Verbindung des Höhensystems Kroatiens mit UELN [11, 19]. Die Ergebnisse der erledigten Arbeiten, vor allem im Rahmen des Feldteils der Revision und der Höhenmarkenidentifizierung, haben unter anderem auch die Feststellung des Zusatzes von Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivelements ermöglicht.

Die Zahlenangaben des Zustandes von Höhenmarken sind auf Grund der verfügbaren Angaben der Feldrevision übersichtlich in der Tab. 4 dargestellt [5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13]. Die annä-

hernde Einzellage der erhaltenen Höhenmarken ist graphisch auf der Abb. 7 dargestellt.

Wie auch in der vorherigen Zeitperiode, ist in der Gesamtanzahl der erhaltenen Höhenmarken auch eine bestimmte Anzahl der teilweise beschädigten Höhenmarken enthalten. Diese Angaben sind in der Tab. 5 angegeben, und in der Tab. 6 die Struktur der Objekte, auf welchen die Höhenmarken stabilisiert wurden.

Gesamtanzahl der erhaltenen Höhenmarken	297	50%
Gesamtanzahl der zerstörten Höhenmarken	295	50%
Gesamtanzahl der Höhenmarken	592	100%

Tab. 4: Zustand der Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivellements im Jahr 1999



Abb. 7: Die Position der Höhenmarken I. Ordnung – 1999

Die vorläufige Übersicht des Erhaltungszustandes von Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivellements auf dem Gebiet Kroatiens zeigt, daß während der Zeit von hundert Jahren 50% von Höhenmarken erhalten, 50% zerstört, bzw. 39% zusammen mit dem Objekt, auf dem sie stabilisiert wurden, erhalten sind. Die angegebenen Höhenmarken sind im Nivellementnetz von hoher Genauigkeit, bzw. IINVT und in den Netzen des geometrischen Nivellements niedrigerer Ordnungen enthalten. Aber ohne Rücksicht auf die Nivellementsordnung, der sie angehören, werden sie auch weiterhin gebraucht und sind der Bestandteil des modernen Höhensystems der Republik Kroatien.

Anzahl der völlig erhaltenen Höhenmarken	233	39%
Anzahl der völlig erhaltenen Höhenmarken auf beschädigten Objekten	16	3%
Anzahl der teilweise beschädigten Höhenmarken	43	7%
Anzahl der teilweise beschädigten Höhenmarken auf beschädigten Objekten	5	1%
Gesamtanzahl der Höhenmarken	297	50%

Tab. 5: Das Verhältnis der völlig erhaltenen und teilweise beschädigten Höhenmarken

Religiöse Objekte	Kirche	66	82	14%
	Kapelle	12		
	Pfarrhaus	4		
Eisenbahnobjekt	Eisenbahnstation	55	89	15%
	Eisenbahnwächterhaus	34		
Familienwohn- oder Wirtschaftsobjekt	Familienhaus	64	72	12%
	Wirtschaftsgebäude	8		
Öffentliches Objekt	Staatsverwaltungsgebäude	13	29	5%
	Schule	8		
	andere Gebäude oder Bauobjekte	8		
Wirtschaftsobjekt	Hafengebäude	4	25	4%
	Straßenwärtergebäude	10		
	Werkgebäude	6		
	andere Gebäude	5		
Insgesamt		297	297	50%

Tab. 6: Die Struktur der Objekte, auf denen die Höhenmarken stabilisiert worden sind

Die Angaben in den Tab. 4, 5 und 6 sind von preliminärem Charakter, weil die einzelnen Teile des kroatischen Territoriums während der Feldarbeiten, in der Zeit von 1992 bis 1999 nicht völlig zugänglich waren, teilweise weil das Gebiet besetzt und nach der Befreiung miniert war.

Ohne Rücksicht auf die auf dem größeren Teil des zugänglichen Gebiets festgestellten Ergebnisse, ist es wirklich zu erwarten, daß die Anzahl der festgestellten erhaltenen Höhenmarken nicht wesentlich kleiner sein wird. Genauso wie früher, zeigen die Angaben aus der Tab. 6, daß mit Bezug auf die Objekte, worauf die Höhenmarken angebracht wurden, 41% der erhaltenen Höhenmarken auf die religiösen, Eisenbahn- und Familienwohn- oder Wirtschaftsobjekten angebracht sind.

## 5. Schlußfolgerung

Der Hauptschluß, den man auf Grund der vorläufigen Angaben ziehen kann, ist die merkbare Qualität der Stabilisierung von Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivellements. Die Stabilisierungsqualität bezieht sich auf die Höhenmarken I. Ordnung, und wird in der Stabilisierungsweise reflektiert, wie auch in der Auswahl der Mikrolage für den Einbau der Höhenmarken. Dieser Schluß basiert auf der Anzahl von 233 völlig aufbewahrten Höhenmarken auf dem Gebiet Kroatiens nach einer Zeit von mehr als 100 Jahren. Daraus ist zu sehen, daß die Anwendung solcher Stabilisierungen – in die Bauobjekte eingebauten Höhenmarken – eine sehr erfolgreiche Stabilisierungsweise ist, die ohne Rücksicht auf die Probleme beim Vermessungsanschluß eines der sehr wichtigen fachlichen Kriterien für die Stabilisierung der geodätischen Punkte im allgemeinen befriedigt, und das ist ihre Dauerhaftigkeit. Man muß besonders die Tatsache betonen, daß die Höhenmarken des österreichischen Präzisionsnivellements auf dem Gebiet Kroatiens nicht nur der Teil eines sehr wertvollen geodätischen historischen Erbes sind, sondern sie dienen auch weiterhin zur Lösung verschiedener geodätischer Aufgaben als Bestandteil eines modernen Höhensystems der Republik Kroatien.

### Literatur:

- [1] Feil L., Klak S., Ročić N. (1992): Beitrag zur Bestimmung der Vertikalkrustenbewegungen in Kroatien, Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 1992, Heft 2, 95–106.
- [2] Feil L., Klak S., Ročić N. (1993): Nivellement hoher Genauigkeit auf dem Gebiet der Republik Kroatien, Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 1993, Heft 4, 176–182.
- [3] Feil L., Klak S., Ročić N., Gojčeta B. (1998): National report on high system, Subcommission for Europe (EUREF), Report on the Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF) held in Bad Neuenahr – Ahrweiler, 10–13 June 1998, (in print).
- [4] Geodetska uprava pri vladi Narodne Republike Hrvatske (1948): Nivelman na području Narodne Republike Hrvatske, Svezak 1, Popis Repera austrijskog preciznog nivelmana. Štamparski zavod Ognjen Prica, Zagreb, 1948.
- [5] Klak S., Feil L., Ročić N. (1994): Izjednačenje nivelmanskih mreža svih redova u II. nivelman-skombom poligonu II. NVT, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1994.
- [6] Klak S., Feil L., Ročić N. (1995): Izjednačenje nivelmanskih mreža svih redova u I. nivelman-skombom poligonu II. NVT, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1995.
- [7] Klak S., Feil L., Ročić N. (1995): Izjednačenje nivelmanskih mreža svih redova u III. nivelman-skombom poligonu II. NVT, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1995.
- [8] Klak S., Feil L., Ročić N. (1996): Izjednačenje nivelmanskih mreža svih redova u VIII. nivel-manskom poligonu II. NVT, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1996.
- [9] Klak S., Feil L., Ročić N. (1996): Izjednačenje nivelmanskih mreža svih redova u IV. nivelman-skombom poligonu II. NVT - prvi dio, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1996.
- [10] Klak S., Feil L., Ročić N. (1997): Izjednačenje nivelmanskih mreža svih redova u VI., XIV., XV. i XVI. nivelmanskom poligonu II. NVT, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1997.
- [11] Klak S., Feil L., Ročić N. (1997): Precise levelling data of the Republic of Croatia for the United European Levelling Network, Državna geodetska uprava Republike Hrvatske, Zagreb, 1997.
- [12] Klak S., Feil L., Ročić N. (1998): Izjednačenje nivelmanskih mreža svih redova u V. nivelman-skombom poligonu II. NVT, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1998.
- [13] Klak S., Feil L., Ročić N. (1998): Izjednačenje nivelmanskih mreža svih redova u IV. nivel-manskom poligonu II. NVT - drugi dio, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1998.
- [14] Macarol S. (1950): *Praktična geodezija. Tehnic-ka knjiga*, Zagreb, 1950.
- [15] *Militärgeographisches Institut* (1897): Die Astronomisch-Geodätischen Arbeiten. VIII Band. Das Präzisions-Nivellement in der österreichisch-ungarischen Monarchie, Wien, 1897.
- [16] *Militärgeographisches Institut* (1899): Die Astronomisch-Geodätischen Arbeiten. XIV Band. Das Präzisions-Nivellement in der österreichisch-ungarischen Monarchie. Wien, 1899.
- [17] *Militärgeographisches Institut* (1899): Die Ergebnisse des Präzisions-Nivellement in der österreichisch-ungarischen Monarchie, Südöstlicher Theil, Wien, 1899.
- [18] *Militärgeographisches Institut* (1909): Die Fortsetzung des Präzisionsnivellement ausgeführt im Jahre 1899–1909, Wien.
- [19] Sacher M., Lang H., Ihde J. (1998): *Stand und Ergebnisse der Ausgleichung und Erweiterung des United European Levelling Network 1995 (UELN-95), Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Verlag des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main, Band 1, 77–91.*

### Adresse des Autors:

Doc. Dr. sc. Nevio Ročić: Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, Hrvatska.  
E-mail: nevio.rozic@public.srce.hr.