

# Geodetic Surveying and Mountaineering

## Trigonometric Points and Mountaineers

A trigonometric point is a point of a trigonometric network whose coordinates are determined and which is permanently indicated on the terrain. It is therefore also referred to as the triangulation point. It is a permanent geodetic point used as a reference point for other surveys. Such points are regularly stabilized by setting permanent marks. The form of stabilization depends on the order of the trigonometric point and the terrain the point is being set onto.

Trigonometric points of the 1st order are stabilized underground by a stone or concrete plate with a hole in it, covered in lead and with an engraved cross. Above

or an iron bar with an engraved cross or a hole.

Applying the classical geodetic method of triangulation, geodetic points or the so-called trigonometric points were set at certain distances in order to form an almost congruent triangle net. The points were set at dominant points of the terrain, such as mountain peaks, so they could be viewed one from another in geodetic survey (a direct line from one point to the other). Geodetic points which determine coordinates can be found at numerous mountain peaks in Croatia.

Official topographic maps at the scale 1:25 000 contain permanent geodetic points, and names of a number of mountain peaks are related to geodetic objects found on them (Piramide, Čardak, Kula...).

names Sinjal, after the archaic word for signal.

According to Poljak (1981, 2001), the highest peak of Velebit has been a problem for a long time and numerous professionals and amateurs were interested in it. There are three issues: what is the highest peak, what is it called and how high is it. There are many discussions about the issues. Z. Rosandić (1932) wrote an interesting article, stating: "An equally, if not even more actual is the issue which is Babin vrh, and which Vaganski vrh, because data in mountaineering literature do not match special topographic map data or the terrain data, and the state in geographic papers is even more chaotic. Whether this resulted from ignorance or a tendency to be original or a consequence of flimsy office work, in any case, one needs to seek the truth."

According to Poljak (1981, 2001) and a topographic map, Babin vrh on Velebit has an altitude of 1723 m, Sveto brdo has 1751 m, and Vaganski vrh 1757 m. Vaganski vrh is the third highest peak in Croatia, behind Dinara and Sv. Jure on Biokovo.

A comprehensive positional description of trigonometric points and good maintenance (marked and easy to go paths) and knowledge of mountaineering paths facilitate accessing those points. Trigonometric points have to be preserved in order to execute new control geodetic surveys, which require good point stabilization. Therefore, trigonometric points must not be damaged by engraving or writing inscriptions. Mountaineers should know that damaging or destroying these points is prohibited by the law. Establishment and maintenance of permanent geodetic points is under the authority of the State Geodetic Administration of the Republic of Croatia (Premužić, Bosiljevac, 2007).

A visit to a 1st order trigonometric point can be an unforgettable experience. This is witnessed by a recent venture of the employees of the State Geodetic Administration who, in order to "strengthen body and spirit", first visited the Cadastre Branch Office in Knin, then the Knin fortress, rode horses at Burum, visited the

96



Fig. 1 Trigonometric point at the peak Šatorina, 1624 m  
Sl. 1. Trigonometar, vrh Šatorina, 1624 m

the ground, the point is stabilized by a concrete pillar 1.4 to 1.8 m high, which is secured on a concrete plate about 10 cm thick and protruding through the earth 1.0 to 1.2 m, so an instrument for measuring angles can be mounted directly on it. The point itself is marked on the upper surface of the pillar with an engraved cross

Thus, the highest peak of middle Velebit – Šatorina (1624 m), where there is a geodetic point, was named, according to an itinerary by D. Hirc, after a wooden tent (Croatian šator = tent) geodesists had set up for surveying, and the highest peak of Croatia, Dinara (1831 m), where there is a geodetic pillar, obtained the second

# Geodetska mjerenja i planinarstvo

## Trigonometri i planinari

Trigonometar je točka trigonometrijske mreže kojoj se određuju koordinate i koja je trajno označena na terenu. Zbog toga se još naziva i trigonometrijska ili triangulacijska točka. To je stalna geodetska točka koja se upotrebljava kao referentna točka za ostala mjerenja. Takve se točke redovito stabiliziraju postavljanjem trajnih oznaka. Oblik stabilizacije ovisi o redu trigonometra i terenu na kojem se točka postavlja.

Trigonometri I. reda stabiliziraju se podzemno kamenom ili betonskom pločom u kojoj je izbušena rupa, zalivena olovom i u olovu urezan križ. Nadzemno je točka stabilizirana stupom od betona visine od 1,4 do 1,8 m, koji je fundiran na betonskoj ploči debeloj oko 10 cm i koji viri iz zemlje 1,0 do 1,2 m, tako da se na njega neposredno može staviti instrument za mjerenje kutova. Sama točka označena je na gornjoj površini stupa urezanim križem ili ubetoniranom željeznom šipkom na kojoj je urezan križ ili izbušena rupica.

Geodetske točke tzv. trigonometri klasičnom geodetskom metodom triangulacije postavljane su na određenim udaljenostima tako da čine suvislu mrežu trokuta, a smještene su na dominantnim točkama terena, kao što su planinski vrhovi, kako bi se u geodetskoj izmjeri mogle međusobno dogledati (direktna linija od jedne do druge točke). Na velikom broju planinskih vrhova u Hrvatskoj nalaze se geodetske točke kojima su određene koordinate.

Na službenim topografskim kartama mjerila 1:25 000 ucrtane su stalne geodetske točke, a imena mnogih planinskih vrhova povezana su s geodetskim objektima koji se nalaze na njima (Piramida, Čardak, Kula...). Tako je i najviši vrh srednjega Velebita – Šatorina (1624 m), na kojem se nalazi geodetska točka, prema putopisu D. Hirca dobio ime po drvenom šatoru koji su geodeti tamo podigli radi mjerenja, a najviši vrh Hrvatske Dinara visine 1831 m na kojem se nalazi geodetski stup dobio je drugo ime Sinjal prema starinskom nazivu za signal.

Prema Poljaku (1981, 2001), najviši vrh Velebita odavno je problem kojim se

bavio niz stručnjaka i amatera. Postoje tri pitanja: koji je najviši vrh, kako se on zove i koliko je visok. O tim je problemima napisan niz rasprava. Zanimljiv je članak Z. Rosandića (1932) koji između ostalog navodi ovako: "Jednako, ako ne i više, aktualno je pitanje, koji je Babin vrh, a koji Vaganski, jer se podaci u ovom pitanju i u planinarskoj literaturi ne slažu s podacima specijalne karte, a niti s onim u terenu, a u geografskim radovima je još gori kaos. Da li to potječe iz neupučenosti ili težnje za originalnošću ili pak kao posljedak površna kabinetskog rada, bilo što bilo, ali valja ići za istinom."

geodetska mjerenja, a ona zahtijevaju dobru stabilizaciju točaka. Zato se trigonometri ne smiju oštećivati urezivanjem ili ispisivanjem natpisa. Planinari bi trebali znati da je zakonom zabranjeno svako oštećivanje i uništavanje tih točaka. Uspostava i održavanje stalnih geodetskih točaka u nadležnosti je Državne geodetske uprave (Premužić, Bosiljevac, 2007).

Posjet nekom trigonometru I. reda može biti nezaboravan doživljaj. O tome svjedoči nedavni poduhvat djelatnika Državne geodetske uprave koji su u sklopu "jačanja duha i tijela" najprije obišli



Fig. 2 Trigonometric point at the Dinara mountain, 1831 m

Sl. 2. Trigonometar na Dinari, 1831 m

Prema Poljaku (1981, 2001), koji se poziva na topografsku kartu, na Velebitu Babin vrh ima nadmorsku visinu 1723 m, Sveto brdo 1751 m, a Vaganski vrh 1757 m. Vaganski vrh treći je najviši vrh u Hrvatskoj, iza Dinare i Sv. Jure na Biokovu.

Detaljan položajni opis trigonometra i dobro održavanje (markacije, prohodne staze) i poznavanje planinarskih putova olakšavaju pristup tim točkama. Trigonometre je potrebno očuvati da bi se na njima mogla obavljati nova kontrolna

ispostavu katastra u Kninu, zatim kninsku tvrđavu, jahali na lokalitetu Burum, posjetili izvor rijeke Krke kod Topoljskog buka i konačno popeli se na sam vrh Dinare (Sinjal, 1831 m) do trigonometra (Premužić 2008b, 2008c).

## Trigonometrijska mreža u Hrvatskoj

Nezamjenjivu ulogu u razvoju geodezije i ostalih geoznanosti ima uspostavljanje i osuvremenjivanje osnovnih

spring of river Krka at Topoljski buk and climbed to the top of Dinara (Sinjal, 1831 m) to the trigonometric point (Premužić 2008b, 2008c).

### Trigonometric Network in Croatia

Establishing and updating basic geodetic networks play an indispensable role in development of geodesy and other geosciences. Basic geodetic networks are a basis for executing other geodetic works, practical or scientific. They are: astronomic-geodetic network, trigonometric network, precise levelling network, high accuracy levelling network and basic gravimetric network (Bilajbegović 1997). What follows is a brief overview of Croatia's trigonometric network.

The first triangulation works in Croatia were done between 1810 and 1816. They were done by the Austrian Military-Geographic Institute in Vienna in order to

determine a triangle network of 1st grade points. A developed and detailed trigonometric network (Geodetska uprava NRH 1953) existed in Croatia until the beginning of World War I. When World War I was over, the 1st order trigonometric network in Croatia was incomplete and non-uniform (Adamik 1949). When Yugoslavia came to be, there was a problem of determining and adopting a unique map projection, which could be used to calculate the trigonometric network of the whole area of the country. This issue was solved by 1924, when the Gauss-Krüger projection of meridian zones was adopted as the official map projection.

1st order triangulation network in Croatia rests upon 13 Laplace points and contains a total of 77 points determined from 1850 to 1954. The 2nd order network, which was produced from 1933 to 1961, contains 470 points. There are 1843 points in the 3rd basic order and 2670 in the 3rd supplementing order, a total of 4583 points. The network of 4th order

geodetic points contains 23 781 points. Therefore, there are 28 854 registered trigonometric points in Croatia, which means there is one basic network point for every 187 hectares (Božićnik 1984b).

Contemporary methods of satellite geodesy, primarily GPS (Global Positioning System), became at the end of the 20th century routine methods for establishing all orders of basic geodetic networks (Bilajbegović et al. 1991). The first steps to include Croatia in the unique European Reference Frame (EUREF) were taken after Croatia was admitted into United Nations at the beginning of 1992. In the summer of 1993, foundations were set for the international GPS campaign in the Republic of Croatia and the Republic of Slovenia titled EUREF'94. Establishment of 10 points on the territory of Croatia was definitely accepted, and 1st order trigonometric points were chosen. Observations were done from May 30 to June 3, 1994 (Čolić et al. 1996).



Fig. 3 State Geodetic Administration employees around the trigonometric point at Dinara mountain, Spring 2008  
Sl. 3. Djelatnici Državne geodetske uprave oko trigonometra na Dinari, proljeće 2008.

geodetskih mreža, koje su temelj za izvođenje ostalih geodetskih radova, bilo za praktične ili znanstvene namjene. Osnovne geodetske mreže jesu: astronomsko-geodetska mreža, trigonometrijska mreža, mreža preciznog nivelmana i nivelmana visoke točnosti i osnovna gravimetrijska mreža (Bilajbegović 1997). U nastavku dajemo kratki osvrt na trigonometrijsku mrežu Hrvatske.

Prvi triangulacijski radovi na području Hrvatske izvršeni su između 1810. i 1816. godine. Te je radove izvršio austrijski Vojnogeografski institut u Beču u svrhu određivanja jedne trokutne mreže točaka I. reda. Od tada pa do početka I. svjetskog rata na čitavom području Hrvatske bila je razvijena i detaljna trigonometrijska mreža (Geodetska uprava NRH 1953). Po završetku I. svjetskog rata trigonometrijska mreža I. reda u Hrvatskoj bila je nepotpuna i nejedinstvena (Adamik 1949). Stvaranjem Jugoslavije nametnulo se pitanje određivanja i usvajanja jedinstvene projekcije, u kojoj bi se trebala izračunati trigonometrijska mreža cijelog državnog područja. Do 1924. godine to je pitanje bilo konačno riješeno, te je kao jedinstvena projekcija usvojena Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona.

Triangulacija I. reda u Hrvatskoj počiva na 13 Laplaceovih točaka i sadrži ukupno 77 točaka određivanih u vremenskom rasponu od 1850. do 1954. godine. Mreža II. reda, koja je izrađivana od 1933. do 1961. sadrži ukupno 470 točaka. U III. osnovnom redu ima 1843 točke, a u III. popunjavajućem redu 2670 točaka, ukupno u III. redu 4583 točke. Mreža geodetskih točaka IV. reda sadrži ukupno 23 781 točku. U Hrvatskoj postoji, prema tome, ukupno evidentirano 28 854 trigonometrijskih točaka, što znači da jedna točka iz osnovnih mreža dolazi na 187 hektara površine (Božićnik 1984b).

Suvremene metode satelitske geodezije, prvenstveno GPS (Global Positioning System), postale su krajem 20. stoljeća rutinska metoda u uspostavljanju svih redova osnovnih geodetskih mreža (Bilajbegović i dr. 1991). Prvi koraci u priključivanju Hrvatske u jedinstveni europski koordinatni okvir EUREF (European Reference Frame) poduzeti su nakon primitka hrvatske države u Ujedinjene narode početkom 1992. U ljeto 1993. postavljeni su temelji za međunarodnu GPS-kampanju u Republici Hrvatskoj i Republici Sloveniji pod nazivom EUREF'94. Definitivno je prihvaćeno uspostavljanje ukupno 10 točaka na području Hrvatske za koje su odabrani trigonometri I. reda. Opažanja su izvršena od 30 svibnja do 3. lipnja 1994. (Čolić i dr. 1996).

Nakon te prve kampanje održano je u Hrvatskoj sljedećih godina još nekoliko

međunarodnih GPS-kampanja (CRO-REF-95, CROREF-96, CRODYN-94, CRODYN-98).

U Republici Hrvatskoj pokrenut je i projekt pod imenom *Obnova trigonometrijske mreže 2. reda i uspostava homogenog polja Hrvatske*. Tim projektom predviđena je revizija trigonometrijske mreže 2. reda i uključivanje svih trigonometrijskih točaka pogodnih za GPS-mjerenja u homogeno polje GPS-točaka rastera 10×10 km.

Imajući u vidu takvo stanje položajne mreže Republika Hrvatska prihvatila je poziv europskih zemalja i spremno se sredinom devedesetih uključila u realizaciju Europskog terestričkog referentnog sustava 1989 (ETRS89). Realizacija sustava ETRS89 je EUREF-mreža stalnih točaka razmještenih preko cijele Europe i ta se realizacija naziva ETRF89. Hrvatska je uključena u taj sustav s deset točaka ravnomjerno raspoređenih po cijelom teritoriju. Od 1989. godine taj se sustav proglašuje u mnogim europskim zemljama kako bi se omogućio dobar lokalni pristup tom datumu. Na taj način smo i mi u Republici Hrvatskoj progustili mrežu od 10 osnovnih točaka GPS-mjernom kampanjom CROREF, provedenom 1996. godine. Ta mjerna kampanja rezultirala je

mrežom od 78 trajno stabiliziranih stalnih geodetskih točaka čije su koordinate izračunane u sustavu ETRS89.

Godine 2004. donijeta je *Odluka o utvrđivanju novih službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske* kojom 78 stalnih točaka geodetske osnove čine novi službeni hrvatski terestrički referentni sustav HTRS96 i kao takve imaju temeljno značenje za geodetski prostorni sustav Republike Hrvatske.

## Projekt sanacije stalnih točaka geodetske osnove

Većina od 78 osnovnih točaka su trigonometrijske točke stare triangulacijske mreže stabilizirane u vrijeme bivše države, dok je samo nekoliko točaka novostabilizirano. Sadašnje fizičko stanje i izgled stalnih točaka geodetske osnove prilično je loše, što je posljedica gotovo nikakvog održavanja tih točaka u posljednjih pedesetak godina. U svrhu sprečavanja daljnjeg propadanja osnovnih točaka geodetske osnove, 2006. godine Državna geodetska uprava krenula je u postepenu obnovu svih 78 točaka referentne mreže Republike Hrvatske. Cilj



Fig. 4. Distribution of 78 basic points of positional reference frame of the Republic of Croatia

Sl. 4. Raspored 78 stalnih točaka geodetske osnove Hrvatske

Several more international GPS campaigns were held in Croatia (CROREF-95, CROREF-96, CRODYN-94, CRODYN-98).

A project titled *Renovation of 2nd Order Trigonometric Network and Establishment of Homogeneous Field of Points for Croatia* was also started in the Republic of Croatia. This project specified the revision of the 2nd order trigonometric network and included all trigonometric points suitable for GPS surveys into a homogeneous field of GPS points of 10×10 km raster.

Taking into consideration the state of the positional network, the Republic of Croatia accepted the invitation of European countries and readily entered the realization of the European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) in mid 1990s. The realization of the ETRS89 system is EUREF-network of permanent points situated all over Europe and called ETRF89. Croatia is included in this system with ten points evenly distributed over the whole territory. Since 1989, the system has been densified in numerous European countries so as to enable good local access to that datum. In this way, we densified the network of 10 basic points in Croatia by means of GPS survey campaign CROREF, executed in 1996. The campaign resulted in a network of 78 permanently stabilized permanent geodetic points whose coordinates are calculated in the ETRS89 system.

The *Decision about Determination of New Official Geodetic Datums and Map Projections of the Republic of Croatia* was made in 2004. 78 permanent points of geodetic basis formed the new official Croatian terrestrial reference system HTRS96 and as such have a fundamental meaning for the geodetic spatial system of the Republic of Croatia.

### Project of Recovering Permanent Points of Geodetic Basis

Most of the 78 basis points are trigonometric points of the old triangulation network stabilized during the period of the former country, whereas only several points are newly-stabilized. The current physical condition and appearance of permanent points of geodetic basis is quite bad, which is a consequence of almost no maintenance of the points during the last fifty years. In order to prevent further

deterioration of basic points of geodetic basis, the State Geodetic Administration started to gradually recover all 78 points of reference network of the Republic of Croatia in 2006. The goal of recovery is to improve stability and aesthetic appearance, ensure durability and embed a metal plate informing the public about the geodetic point. Special importance was put on preserving the mark on the upper surface, which defines the position of the point.

Recovery is executed according to a civil engineering recovery project produced by the Građevinski institut Hrvatske (Institute of Civil Engineering of Croatia). In 2006, seven trigonometric points were recovered: Brusnik, Kloštar Ivanić, Kalnik, Kozjača, Samoborska Plešivica, Kapavac and Veli vrh on the island of Krk (Premužić, Bosiljevac 2007). According to the annual work program of the State Geodetic Administration, 17 trigonometric points were recovered in 2007: 182/z Montaur, 391/z Novoselsko Brdo, 194/z Privis, 316/z Molve, 402/z Donji Miholjac, 362/z Gradište, 403/z Brežić, 465/z Trojnaš, 200/z Alije, 198/z Priseka, 362/z Gorica, 363/z Đakovo, 20 Sisak, 401/z Gradina, 249/z1 Osijek, 101 Ivšić Brdo and 527 Babjak (Premužić, 2008a).

### GPS and Mountaineers

Lately, mountaineers have been using GPS devices which can have integrated digital maps, in place of mountaineering maps and compasses. By using the simplest GPS devices, nowadays everyone is able to collect geodetic coordinates, which is not negligible, especially in mountaineering. A mountaineer can use a GPS device at any moment to obtain current coordinates of position and facilitate orientation, especially when orientation is made difficult by unknown or monotonous landscape. Furthermore, some cameras have an integrated GPS module, so a digital image contains coordinates of the position it was taken, which can often help in research and expeditions. There are also satellite images and digital maps (e.g. Google Earth), so one can get a representation of mountaineering route on a screen by loading that log track obtained with a GPS device.

In addition to determining the Earth's shape and country survey, the triangulation method was used to determine mountain peak heights. The highest peak in the



Fig. 5. Renewed trigonometric point at the Samoborska Plešivica mountain

Sl. 5. Obnovljeni trigonometar na Samoborskoj Plešivici

world, Mt. Everest was determined thanks to geodetic surveys, i.e. triangulation network established by Sir George Everest. Everest invested immense effort to establish the triangulation network all over India, which required constructed towers, designed by Everest himself, many of which are over 15 m high (URL1). His successor Andrew Scott Waugh calculated the height of the highest peak and published his results, according to which "peak 15" is 8840 m high and probably the highest peak in the world. He proposed to name the peak Mt. Everest in honour of his predecessor. The height changed as a result of more precise surveys. Last surveys of the Everest peak in 1999 using satellite images and GPS indicated the height of 8850 m, two meters more than the last official survey in 1954.

Lately, GPS technology has enabled research and determination of mountain peak heights, as well as depths of subterranean caves and pits. Thus, GPS devices enabled the research of Lukina jama on Velebit, 1392 m deep (from the height of 1426 m to the depth of 81 m above the Sea) in 1994.

Margareta Premužić  
Berto Slevka



Fig. 6. Geodetic measurement of Lukina jama in Velebit mountain

Sl. 6. Geodetska mjerenja Lukine jame na Velebitu

obnove je popraviti stabilnost i estetski izgled, osigurati trajnost te ugradnjom metalne pločice pružiti javnosti osnovne informacije o geodetskoj točki. Poseban je naglasak stavljen na očuvanje oznake na gornjoj plohi, kojom je definiran položaj točke.

Obnova se provodi na temelju građevinskog projekta sanacije izrađenog od Instituta građevinarstva Hrvatske. U 2006. godini sanirano je ovih 7 trigonometara: Brusnik, Kloštar Ivanič, Kalnik, Kozjača, Samoborska Plešivica, Kapavac i Veli vrh na Krku (Premužić, Bosiljevac 2007). Prema godišnjem programu radova Državne geodetske uprave, u 2007. godini obnovljeno je ovih 17 trigonometara: 182/z Montaur, 391/z Novoselsko Brdo, 194/z Privis, 316/z Molve, 402/z Donji Miholjac, 362/z Gradište, 403/z Brežić, 465/z Trojnaš, 200/z Alije, 198/z Priseka, 362/z Gorica, 363/z Đakovo, 20 Sisak, 401/z Gradina, 249/z1 Osijek, 101 Ivšić Brdo i 527 Babjak (Premužić, 2008a).

### GPS i planinari

U planinarstvu se u novije vrijeme planinarske karte i kompas zamjenjuju GPS uređajem koji u sebi može imati i integriranu digitalnu kartu. Upotrebom najjednostavnijih GPS uređaja danas je svakome omogućeno prikupljanje geodetskih koordinata, što nije zanemariva činjenica posebno u planinarstvu gdje se korištenjem GPS uređaja u svakom trenutku mogu dobiti koordinate stajališta te tako omogućiti bolje snalaženje u prostoru posebno u uvjetima gdje je zbog nepoznatog i jednoličnog krajolika nemoguća orijentacija. Također neki fotoaparati imaju integriran GPS modul pa se u digitalnoj snimci odmah zabilježe koordinate gdje je snimana fotografija a to često pomaže kod istraživanja i ekspedicija. Na kraju tu su i satelitske snimke i digitalne karte (npr. Google Earth) te se učitavanjem log

tracka dobivenog GPS uređajem dobiva prikaz planinarske rute na digitalnoj podlozi.

Osim određivanja oblika Zemlje i državne izmjere metoda triangulacije upotrebljavana je i prilikom određivanja visina planinskih vrhova. Najviši vrh na svijetu Mt. Everest određen je zahvaljujući geodetskim mjerenjima odnosno triangulacijskoj mreži što ju je uspostavio Sir George Everest. On je uložio ogroman trud da bi uspostavio trigonometrijsku mrežu preko velikog područja Indije što je zahtijevalo konstrukcije zidanih tornjeva koje je dizajnirao sam Everest, a mnogi od njih su bili viši od 15 m (URL1). Njegov nasljednik Andrew Waugh izračunao je visinu najvišeg vrha te objavio svoje rezultate prema kojima je "vrh 15" visine 8840 m najvjerojatnije najviši vrh na svijetu. U čast njegovog prethodnika predložio je da se vrh zove Mt. Everest. Preciznijim mjerenjima visina se naknadno mijenjala. Posljednja mjerenja vrha Everest 1999. godine uz pomoć satelitskih snimaka i GPS-a pokazala su visinu od 8850 m, dva metra više od prethodnog službenog mjerenja 1954. godine.

U novije vrijeme GPS tehnologijom omogućeno je istraživanje i određivanje visina planinskih vrhova, ali i dubina podzemnih spilja i jama. Tako je npr. upotrebom GPS uređaja 1994. godine omogućeno istraživanje Lukine jame na Velebitu, duboke 1392 m (od visine 1436 m do dubine od 81 m n/m).

Margareta Premužić  
Berto Slevka

### References/Literatura

- \*\*\*: Odluka o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske, Znanstveno-stručna objašnjenja sastavnih dijelova odluke
- Adamik, E. (1949): Osvrt na radove trigonometrijske mreže I. reda na području Jugoslavije, Geodetski list 8-12, 207-244.
- Bilajbegović, A. (1997): Trigonometrijska mreža, Tehnička enciklopedija, Sv. 13, Leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb, 196-203.
- Bilajbegović, A., Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. (1991): Osnovni geodetski radovi – suvremene metode – GPS, Tehnička knjiga, Zagreb.
- Božićnik, M. (1984b): Stanje trigonometrijskih mreža u SR Hrvatskoj, Geodetski list 10-12, 245-256.
- Čolić, K., Bašić, T., Seeger, H., Gojčeta, B., Altiner, Y., Rašić, Lj., Medić, Z., Pribičević, B., Medak, D., Marjanović, M., Prelogović, E. (1996): Hrvatska u EUREF'94 i projekt CRODYN, Geodetski list 4, 331-351.
- Frančula, N., Lapaine, M.: Geodezija u Hrvatskoj od 1878. do 2003. godine, HIS
- Geodetska uprava NRH (1953): Sastanak stručnog savjeta Geodetske uprave NR Hrvatske, Geodetski list 5-8, 210-233.
- Poljak, Ž. (1981): Planine Hrvatske, 2. dopunjeno izdanje, Planinarski savez Hrvatske, Zagreb.
- Poljak, Ž. (2001): Hrvatske planine, 3. prerađeno izdanje, Golden marketing, Zagreb.
- Premužić, M. (2008a): Obnova stalnih točaka geodetske osnove u 2007. godini, Vizura, 13, 3.
- Premužić, M. (2008b): Timski duh i revizija trigonometra Dinara, Vizura, 15, 4.
- Premužić, M. (2008c): Razvijanje timskog duha - revizija trigonometra Dinara, Vizura, 18, 3.
- Premužić, M., Bosiljevac, M. (2007): Čemu služe geodetski stupovi na našim vrhovima, Hrvatski planinar, 3, 89-93.
- Rosandić, Z. (1932): "Vaganski" ili "Babin" vrh u Velebitu, Hrvatski planinar, br. 4, 103-108.
- URL1: Sir Georg Everest and Survey of India, [http://www.surveyhistory.org/sir\\_george\\_everest1.htm](http://www.surveyhistory.org/sir_george_everest1.htm) (10. 8. 2008)