

O EKSTREMNIH TOČKAH NAŠEGA PLANETA

Marjan Jenko *

Izveček

Prispevek obravnava ekstremne točke naše Zemlje. S pomočjo geografskih podatkov iz različne literature je bila izdelana raziskava o točkah, ki so najbolj oddaljene od središča Zemlje, in točkah, ki so najbližje središču Zemlje.

Vesolju sta najbližja vrhova dveh znamenitih gora – Chimboraza v Ekvadorju in Huascarana v Peruju. Človeku dosegljiva točka zemeljske kopnine, ki je najbližja središču Zemlje, pa je po vsej verjetnosti najsevernejši rt Grenlandije.

KLJUČNE BESEDE:
geoid, točke z
najmanjšo razdaljo od
središča Zemlje, točke z
največjo razdaljo od
središča Zemlje

1. UVOD

Ko začnemo razmišljati o ekstremnih točkah naše Zemlje, nam verjetno najprej prideta na misel njena tečaja: to sta skrajni geografski točki s širino 90° N in 90° S. Vemo, da je severni tečaj sredi arktičnega oceana, ki je tam globok čez 4.000 m, južni pa na sredi Antarktike na nadmorski višini 2.800 m, od katere pa pretežna višina odpade na celinski ledni pokrov.

Najvišjo točko zemeljske topografske ploskve radi imenujejo tretji tečaj, čeprav ni tam nobene osi; gre za točko, ki je od privzete ničelne nivojske ploskve našega planeta (ki ji pravimo geoid) najbolj oddaljena v pozitivnem smislu: to je vrh M. Everesta (Qomolangme, Sagarmathe) v Himalaji z višino 8.848 m; najnovejše meritve so dale rezultat 8.850 m (Anon., 2000).

Nasprotje te točke je najgloblja točka na dnu oceanov. Po podatkih novjših atlasov je v Marianskem jarku v Tihem oceanu ($\varphi = 11^\circ$ N, $\lambda = 142^\circ$ E). Tam je morje globoko 11.020 m. Sledita jarek Tonga (10.882 m) in Filipinski jarek (10.830 m), prav tako v zahodnem Pacifiku.

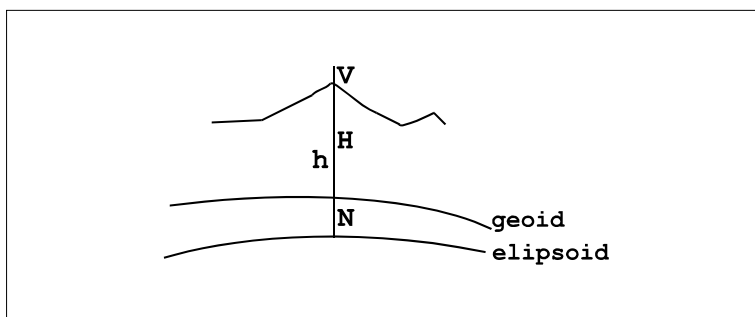
Najnižja točka suhozemnega površja našega planeta je obala Mrtvega morja (Jordanija, Izrael) z višino -395 m, najgloblja kriptodepresija pa je na dnu Bajkalskega jezera (-1.165 m).

Vprašamo pa se lahko tudi, katera točka zemeljske topografske ploskve je najbolj oddaljena od središča Zemlje, ali drugače povedano, štrli najbolj daleč v vesolje oziroma (bolj pesniško) je najbližja zvezdam. Vrh M. Everesta (8.850) ni, saj je površje zemeljskega elipsoida na geografski širini Everesta

(27°59') kar 4.677 m bližje središču Zemlje kot na ekvatorju. Če zanemarimo razlike med površjem geoida in matematično ploskvijo elipsoida, je torej ob ekvatorju vrh vsake gore visoke nad 4.200 m bolj oddaljen od središča Zemlje kot vrh Everesta. Takih gora pa ob ekvatorju ne manjka; najdemo jih na Novi Gvineji (M. Carstensz /Jaya i.dr.), v Afriki (Ruvenzori, M. Kenya, Kilimandžaro), najvišje pa so na južnoameriški celine, kjer številne presegajo 6.000 metrov nadmorske višine.

Da bi izdelali kratak, a zanesljiv seznam od središča Zemlje najbolj (ali pa najmanj) oddaljenih točk zemeljskega površja, potrebujemo za vsako obravnavano točko naslednje podatke: geografski koordinati φ in λ , nadmorsko višino H ter lokalno višino N geoida nad (pod) elipsoidom. Vsota $N + H = h$ (slika 1) je elipsoidna višina točke V .

Slika 1: Elipsoidna višina točke V



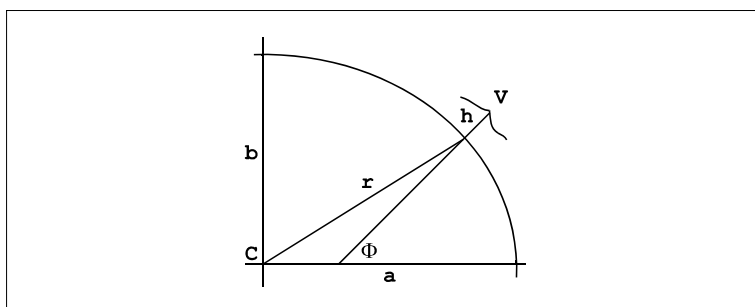
Za izračun razdalje od V do središča Zemlje potrebujemo še geocentrični polmer projekcije točke V na elipsoid (slika 2). Za ta polmer ali radij-vektor r obstaja več formul; vsaka vsebuje dve konstanti zemeljskega elipsoida in širino φ . Na primer:

$$r = \sqrt{(a^4 \cos^2 \varphi + b^4 \sin^2 \varphi) / (a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi)} \quad (\text{Jordan, 1958})$$

Za računanje je bolj praktična predelana oblika navedene formule:

$$r = a \sqrt{(K^2 + (1 - K^2) / (1 + K^2 \tan^2 \varphi))}, \quad \text{kjer je } K^2 = b^2 / a^2$$

Slika 2: Geocentrični polmer projekcije točke V na elipsoid



Že dve desetletji veljajo naslednji elipsoidni parametri:

$a = 6.378.137,000$ m, $b = 6.356.752,314$ m; odtod $K^2 = 0,9933056200$.

Površje zemeljskega elipsoida je na polih za 21.384,7 m bližje njegovemu središču kot na ekvatorju – toliko namreč znaša razlika $a - b$.

Razdaljo od točke zemeljskega površja do središča Zemlje dobimo najpreprosteje s seštevanjem radija-vektorja in elipsoidne višine h . Torej

$$S = r + h \quad (h = N + H),$$

čeprav strogo vzeto to ne drži, saj radij-vektor neke točke na elipsoidu v splošnem ne leži na elipsoidni normalni v tisti točki. Kot med smerema višine h in radija r pa je majhen in ne preseže vrednosti $11'33''$. Zato je vsota $r + h$ povsem zanemarljivo večja od prave razdalje S : celo v primeru M. Everesta znaša razlika le 34 mm, pri ostalih vrhovih, ki jih obravnavamo, pa pod 5 mm.

2. PODATKI O GEOIDU

555

Površje geoida poteka večinoma nekaj deset metrov nad površjem elipsoida ali pa pod njim, marsikje celo 60 m in tudi več. Podatki o geoidu so nam v zadovoljivi meri na voljo na internetnih straneh ameriške National Imagery and Mapping Agency; na voljo je tudi interpolacijski program, ki izračuna višino geoida N za poljubno točko z geografskima koordinatama ϕ in λ . Prikazana je tudi natančnost teh višin: na oceanih je centimetrskega reda, na kopnem pa v glavnem od ± 20 cm naprej. Na območju Andov od Kolumbije proti jugu do Bolivije znaša na primer okoli ± 35 cm, v vzhodni Afriki pa okoli ± 26 cm.

3. GEOGRAFSKI PODATKI

Med atlasi smo uporabljali zlasti The Times Atlas of the World (1985) in naš Veliki atlas sveta (1996), katerega kartografski del je prevzet od renomiranega Istituto Geografico De Agostini, Novara. Za pričujočo raziskavo najpomembnejše karte – karte Južne Amerike in Vzhodne Afrike – so v prvoimenjenem atlasu v merilu 1 : 5 000 000 (1' geografske širine znese 0,37 mm na karti), v drugem pa v merilih 1 : 12 000 000 in 9 000 000 (1' = 0,15 oz. 0,21 mm). Geografske koordinate vrhov smo grafično merili na

kartah obeh atlasov; v imenskem kazalu Timesovega atlasa smo jih našli tudi izpisane na celo minuto. Nadmorske višine se v atlasih v glavnem dobro ujemajo; razlike od enega do dveh metrov niso zares pomembne.

V Afriki sta najvišji gori, Kilimandžaro in M. Kenya, osamljena vulkanska stožca. V Ameriki pa je poleg samostojnih vulkanskih masivov (Cotopaxi, Chimborazo itn.) tudi veliko število pravih gorskih verig (Cordilleras). V atlasih je praviloma označen le najvišji vrh vsake od njih, pa čeprav je 100 km dolga, kot npr. Cordillera Blanca v Peruju. Zato je bilo treba poiskati podrobnejše geografske podatke.

Nekaj več kotiranih vrhov je v turistični avtokarti Venezuela – Peru v merilu 1 : 4 000 000 italijanske založbe Studio F.M.B. Bologna (izvor: Falk Verlag Stuttgart). Bogatejše in zanesljivejše podatke o južnoameriških gorovjih smo našli v knjižnici Planinske zveze Slovenije, in sicer v dveh zajetnih knjigah: Guide to the World's Mountains, Američana M. Kelsey (1990), in Mountaineering in the Andes, angleške avtorice J. Neate (1994). Zadnjo odlikuje izredna popolnost, saj našteva vse gorske skupine in v vsaki sistematično vse vrhove. V obeh knjigah so med besedilom številne male grebenske karte gorskih skupin. Te so boljše v Kelseyevem delu: o tem nas je prepričala primerjava grafično izmerjenih koordinat s tistimi iz Timesovega atlasa. Merilo uporabljenih grebenskih kart se giblje nekje med 1 : 130 000 in 1 : 330 000.

Kar pa se tiče nadmorskih višin, smo ugotovili tu in tam znatne razlike glede na atlas. Primer: Nevado Huila (Kolumbija) ima v atlasih in tudi v omenjeni turistični karti koto 5.750, oba zgoraj omenjena avtorja pa navajata za glavni vrh Pico Mayor koto 5.365 m.

Skoraj brez izjeme so kote iz starejših virov večje od kasneje objavljenih kot. Kaže, da se atlas ne ažurirajo dovolj sproti s podatki hitro napredujočih državnih topografskih izmer v merilih med 1 : 25 000 in 1 : 250 000.

Kljub temu da so Kelseyeve grebenske karte in večina kart v knjigi J. Neate očitno izpeljane iz topografskih kart, se kote istoimenskih vrhov, ki jih navajata avtorja, marsikdaj ne ujemajo. Od 20 za nas zanimivih kot od Kolumbije do Peruja se jih 7 ne ujema; razlike znašajo od 12 do 146 m. Knjiga J. Neate je specializirana za Ande, in kot smo že rekli, zelo natančno sestavljena. Zato smo se odločili, da nadmorske višine prevzemamo iz nje.

4. VRHOVI Z NAJVEČJIMI RAZDALJAMI OD SREDIŠČA ZEMIJE

Pri iskanju gorskih vrhov, ki so najbolj oddaljeni od središča Zemlje, začnemo z gorami tik ob ekvatorju in se postopoma oddaljujemo proti severu in jugu, dokler ne postane jasno, da vrhov z razdaljo S , ki bi dosegala neko predpostavljeno mejno vrednost S' , ni več, pa čeprav so še tako visoki.

V naši raziskavi smo izbrali $S' = 6.383.900$ m. Od afriških gora presega to mejno vrednost edino vrh Kilimandžara, ostali vrhovi pa so v ekvatorialnem pasu Južne Amerike: trije so v Ekvadorju, šest pa v Peruju. Nadaljnji trije vrhovi (eden v Ekvadorju, dva v Peruju) za manj kot 100 metrov zgrešijo postavljeno mejno razdaljo. V preglednici 1 so vse te gore urejene po padajočih vrednostih razdalje S . Med njimi sta tudi dva stranska vrhova, Huascarán Norte in Huandoy Oeste (oddaljena od glavnega vrha 2 km oz. 1 km), ki nimata samostojne vrstne številke – saj tudi nimata posebnega imena. Tudi Chimborazo ima v neposredni bližini glavnega vrha Pico Whimper tri stranske vrhove (npr. P. Ventimilla 6.267 m); zaradi pomanjkljivega kartografskega prikaza pa jih nismo obravnavali.

Št.	Ime gore, država	H m	φ °	λ °	N m	r m	S = r + N + H m	Razl. m
1	Chimborazo, EC	6310	-1,48	78,87W	25,2	63781229,9	6384458,1	-
2	Huascarán S., PE	6768	-9,13	77,60W	21,6	77602,6	84392,2	-66
2a	Huascarán Norte	6655	-9,12	77,61W	21,5	77604,5	84281,0	-177
3	Yerupajá, PE	6617	-10,27	76,92W	25,5	74463,2	84105,7	-352
4	Cotopaxi, EC	5897	-0,66	78,47W	27,2	78134,2	84059,4	-399
5	Huandoy E, PE	6395	-8,94	77,63W	19,7	77624,3	84039,1	-419
5a	Huandoy Oeste	6356	-8,95	77,64W	19,7	77623,5	83999,2	-459
6	Huantsan, PE	6395	-9,51	77,33W	23,6	77558,2	83976,8	-481
7	Chopicalqui, PE	6345	-9,10	77,56W	21,3	77406,4	83972,8	-485
8	Kilimanjaro, TZ	5895	-3,08	37,32E	-16,3	78075,6	83954,3	-504
9	Cayambe, EC	5789	0,02	78,13W	25,0	78137,0	83951,0	-507
10	Santa Cruz, PE	6259	-8,82	77,69W	18,4	77638,0	83915,3	-543
11	Antisana, EC	5705	-0,50	78,15W	25,9	78135,4	83866,3	-592
12	Siula, PE	6356	-10,29	76,90W	25,7	77459,6	83841,3	-617
13	Chinchey, PE	6222	-9,37	77,34W	23,1	77574,4	83819,5	-639
-	M. Everest	8850	27,98	86,93E	-29,9	6373459,6	6382279,7	-2178

Preglednica 1: Seznam gora, urejenih po padajočih vrednostih razdalje S

Med naštetimi perujskimi vrhovi jih je kar šest v znameniti verigi Cordillera Blanca, Yerupajá in Siula pa pripadata skupini Huayhuash.

5. TOČKE Z NAJMANJŠIMI RAZDALJAMI OD SREDIŠČA ZEMLJE

Točke na našem planetu, ki so njegovemu središču najbližje, si lahko predstavljamo različno. V mislih imamo lahko:

1. točke na površini morja, na morskih obalah ali v depresijah;
2. podvodne točke na dnu oceanov ali v kriptodepresijah (človeku dosegljive z batiskafi);
3. človeku dosegljive točke na dnu naravnih brezen in umetnih jaškov.

Točk v zadnji skupini ne moremo šteti za prave točke zemeljskega površja in jih zato ne obravnavamo.

5.1 Točke na površini morja, na morskih obalah ali v depresijah

Površje oceanov je seveda najbližje središču Zemlje na severnem tečaju (glej preglednico 2). Tečaju najbližja kopna točka, rtič Morris Jesup (Grenlandija) je že 218 m bolj oddaljena. Južnemu tečaju se še bolj približa obala Antarktike na geografski dolžini 150° W (Amundsenova obala), vendar ta obala dejansko ni dosegljiva zaradi debeline ledu, pod katerim je. Če je led debelejši od okoli 145 m, se ta točka uvršča za prej omenjeni grenlandski rtič.

Dna depresij se z omenjenima obalnima točkama ne morejo kosati. Najbližje središču Zemlje je dno Turfanske depresije v zahodni Kitajski (pod vzhodnim Tian-Šanom), ki je sicer precej manj globoka od mrtvomorske, ima pa skoraj 11° večjo geografsko širino, to pa veliko nanese v smislu zmanjšanja razdalje S.

5.2 Podvodne točke na dnu oceanov ali v kriptodepresijah

Po dnu oceanov ne smemo iskati zemeljskemu središču najbližjih točk v tropskem pasu (kjer so sicer najgloblji morski jarki), temveč čim bližje tečajema. Verjetno ima prvenstvo najgloblje mesto t. i. Evrazijske kotline v Arktičnem oceanu (-4.300 m); leži na njenem skrajnem zahodu, 2° od tečaja (λ je med 0 in 5°E). V morjih okoli Antarktike najdemo koto -4.800 m (Weddelovo morje), ki je središču Zemlje bližja kot za 2.020 m globlje, a precej bolj severno ležeče dno Škotskega morja ($\varphi = -60,5^\circ$) v južnem Atlantiku.

Med kriptodepresijami je absolutno na prvem mestu najgloblje dno Bajkalskega jezera, je pa od središča Zemlje še vedno bolj oddaljeno kot arktične in antarktične obale.

Preglednica 2: Lokacije, najbližje središču zemlje

Lokacija	H m	φ °	λ °	N m	r m	S=r+N+H m	Razlika m
Severni te aj, morje	0	90,00	–	15	6376752	6356767	–
Obala Amundsen, Ant.	(0)	-85,42	150,00W	–50	6356889	(6356840)	-
Rt M Jesup, Grenl.	0	83,69	36,02W	28	6357012	6356985	(145)
Depresija Turfan	-154	42,71	89,33E	-55	6368343	6368134	-
Arkti ni ocean	–4300	88,02	3,00E	18	6356778	6352496	–
Weddellovo morje	-4800	-71,28	34,67W	-1	6358971	6354171	1675
Bajkalsko jezero	-1165	53,01	107,54E	-37	6364535	6363333	-

Kartografski podatki za preglednico 2 izvirajo iz Velikega atlasa sveta DZS, geoidne višine pa so posnete z natančnostjo ± 2 do 4 m iz svetovne karte geoida, ki jo podajajo že omenjene internetne strani (tisk v formatu A4).

6. ZAKLJUČEK

Med vsemi vzpetinami na našem planetu sta vesolju najbližja vrhova dveh znamenitih gora – Chimboraza v Ekvadorju in Huascarana v Peruju. Človeku dosegljiva točka zemeljske kopnine, ki je najbližja središču Zemlje, je po vsej verjetnosti najsevernejši rt Grenlandije. Ker je kartografija morskega dna veliko manj natančna in podrobna od kartografije kopnega, daje iskanje točke, ki je najbližja zemeljskemu središču, tukaj manj zanesljive rezultate. Verjetno jo pokriva Arktični ocean.

559

Vse podatke o višinah geoida mi je prijazno poiskal in posredoval dr. Miran Kuhar s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, za kar se mu pristrčno zahvaljujem. Brez njih bi bila ta ljubiteljska raziskava dokaj nepopolna in nezrela za objavo.

Literatura

- Anon.**, Everest je še višji. *Planinski vestnik*, Ljubljana, 2000, letnik C/6, str. 266.
- Jordan/Eggert/Kneissl**, *Handbuch der Vermessungskunde*. 10. Ausgabe, Band IV., 1. Hälfte. Stuttgart, 1958.
- Kelsey, Michael R.**, *Guide to the World's Mountains*. Third Edition. Provo, Utah, USA, 1990.
- Moritz, H.**, *Geodetic Reference System 1980*. V: *Bulletin Géodésique*, Paris, 1984, p. 388–398.
- Neate, Jill**, *Mountaineering in the Andes: A Sourcebook for Climbers*. 2nd Edition, London, 1994.
- The Times Atlas of the World. Maps by J. Bartholomew & Son Ltd.**, Edinburgh. 7th Edition. Times Books Ltd., London, 1885.
- Veliki atlas sveta.**, 2. popravljena izdaja. DZS, Ljubljana, 1996.

Prispelo za objavo: 2001-01-01