

UDK 912(084.3-12):528.93(497.1)
Pregledni radPRILOG RAZMATRANJU TOČNOSTI
JUGOSLAVENSKE OSNOVNE DRŽAVNE KARTE 1 : 5000

Marijan BOŽIČNIK — Zagreb*

1. UVOD

Izrada osnovne državne karte u SR Hrvatskoj bez sumnje je značajan geodetski zadatak, bilo zbog relativno dugogodišnjeg uključivanja velikog broja geodetskih stručnjaka u njenu izradu, bilo zbog osiguravanja određenih budžetskih i njima iz drugih izvora pridruženih novčanih sredstava ili konačno zbog čisto geodetsko emotivnih poriva, da se taj rad za područje SR Hrvatske što prije uspješno i kvalitetno dovrši.

Do danas je dovršeno 4635, od ukupno 9587 listova osnovne državne karte, (odnosno na 2,7 milijuna hektara površine, od ukupno 5,653.000 ha), tj. za 48% ukupne površine Republike (stanje krajem 1983. god). O problemima i dostignućima na izradi osnovne državne karte o izboru mjerila, o sistemu upotrebljenih znakova, o razvojnom tehnološkom putu, o nekim navodima o primjenjivosti i točnosti osnovne državne karte i drugih topografskih karata, o osobinama karte kao ogledala rada pojedinih njenih proizvođača, te o mišljenjima istaknutijih korisnika osnovne državne karte, pisano je povodom njenog 30 godišnjeg jubileja u Geodetskom listu broj 7-9/1979. godine.

Kako prolazi vrijeme, a time se povećava i opseg dovršenih radova na izradi karte, izgleda kao da je sve manje jasno, koju točnost treba imati taj naš geodetski proizvod. Iako se ova tvrdnja ne bi mogla u tako kategoričnom obliku braniti no nije ni bez osnova, jer o točnosti karte kao upotrebive podloge za projektiranje i druge stručne i upravne radove, postoje razna mišljenja i stavovi koji nisu uvijek identični. Te stavove iznose i tumače ih:

- korisnici (naručitelji) karte u neposrednoj upotrebi,
- neposredni proizvođač karte, geodetske radne organizacije (udruženi geodetski rad),
- zakonom određeni izdavač Republička geodetska uprava, koja u ime društva planira njenu proizvodnju i u tom pravcu usmjerava trošenje društvenih sredstava, i konačno postavlja se pitanje
- što drugi u svijetu misle o točnosti takve karte.

* Adresa autora: Marijan Božićnik dipl. inž. Republička geodetska uprava, Zagreb, Gruška 20.

2. ŠTO O KARTI MISLE NJENI NEPOSREDNI KORISNICI

Samo utvrđivanje točnosti karte za neposrednog korisnika, a dijelom i njegovih sugovornika preko kojih on ugovara izradu karte, vrlo je diskutabilno i pojmovno »rastezljivo«. S jedne strane naručitelj želi vrhunsku točnost (te želje i zahtjevi nisu u svih korisnika jednako izražavani), dok s druge strane takvi zahtjevi, bez sumnje, neposredno utječu na povećanje troškova izrade karte.

Rijetko kada naručitelj izražava traženu i željenu točnost karte nekom valorizacijom vrijednošću — matematički izraženom veličinom, on uobičajeno traži samo »najveću moguću točnost«, ili se pak njegov zahtjev odnosi na veće bogatstvo sadržaja terenskih podataka, potrebnih njegovim specifičnim zahtjevima zbog obrade njegovih zamisli na izrađenoj karti.

Međutim, neosporna je činjenica, da sa povećanim zahtjevom za točnošću karte, rastu i troškovi izrade. Time nije rečeno da su takvi zahtjevi neopravdani, ali je činjenica, da su oni često kamen spoticanja. Može se i potrebno je naglasiti, da u pogledu zahtjeva za povećanom točnošću karte kao i njenim bogatijim sadržajem, zahtjevi naručitelja do sada i nisu bili suviše glasni, dok zakonski izdavač, odgovoran za njenu proizvodnju, ide nekim svojim »srednjim putem«, kako u pogledu postignutih točnosti, tako i pruženog sadržaja karte. Da li je to uvijek ispravno o tome bi trebalo raspraviti, a potom tek reći.

3. KAKO NA TOČNOST KARTE UTJEČE NJEN NEPOSREDNI PROIZVOĐAČ, GEODETSKI UDRUŽENI RAD

Uz povećanu (u svakom slučaju opravdanu) upotrebu elektrooptičkih daljinomjera u svim geodetskim radovima, pa tako i vrlo obilato na pripremnim terenskim radovima pri određivanju orijentacionih točaka, u velikoj mjeri se zaobilazi osnovna geodetska teoretska postavka, da treba usklađivati i postizavati homogenost novo postavljenih mreža s mrežama ranije određenih stalnih geodetskih točaka.

Možda nešto zbog premale stručne obrazovanosti, a nešto iz nehata i brzine u radu, ili čak i zbog nepovoljnijih financijskih uvjeta za pogodne poslove, zaobilaze se u praktičnom radu teoretske osnove o obaveznim oblicima projektiranja geodetskih mreža. Radi se o dužini postavljenih vlakova, o neujednačenosti dužina pojedinih stranica u tim vlakovima, o zaobilazanju i neiskorištavanju priključaka na postojeće stalne geodetske točke u mreži, o sve češćoj primjeni slijepih poligonskih vlakova. Bez sumnje, da sve to utječe posredno i neposredno na točnost izvedenih radova pri izradi osnovne državne karte, pa se može zaključiti:

1. Upotrebom elektrooptičkih daljinomjera često se zaobilaze osnovne teoretske postavke o načinu projektiranja geodetskih mreža i time uvode u rad neprihvatljivi postupci, što se uočava podjednako kod mladih i kod starijih geodetskih stručnjaka.
2. Plaćani troškovi za jedinicu mjere pri izradi karte, tj. za hektar, nisu u svim slučajevima dovoljno stimulativni, da se pojačaju nastojanja u postizavanju većih točnosti, onih optimalnih i obaveznih.

4. ŠTO U POGLEDU TOČNOSTI OSNOVNE DRŽAVNE KARTE TRAŽI NJEN IZDAVAČ, REPUBLIČKA GEODETSKA UPRAVA?

Izdavač traži da mreža geodetskih točaka, postavljena zbog dobivanja orijentacionih točaka, bude projektirana i izvedena tako da se sačuva homogenost s već postojećom mrežom ostalih geodetskih točaka. Nadalje, da se u toku vršenja rutinskih geodetskih terenskih radova na određivanju orijentacionih točaka poštuju osnovne odrednice za sada još uvijek važećeg i postojećeg Pravilnika za državnu izmjeru II i III dio iz 1958. godine, kao i Uputstva za fotogrametrijske radove na državnoj izmjeri I i II dio iz 1962. godine.

U pogledu neposredno izvedenih radova primjenom fotogrametrije traži se prvenstveno da:

- odstupanja veznih točaka po visini i po položaju, poslije izvršene apsolutne orijentacije, ne smiju biti veća za kartu u mjerilu 1 : 5000, po visini $f_h = \pm \pm 0,6$ m i po položaju $f_d \pm 0,2$ m [1]
- srednja pogreška položaja na datim točkama ne smije biti veća od $m_d = \pm \pm 0,1$ u, u milimetrima, gdje je »u« faktor umanjenosti, to za osnovnu državnu kartu u mjerilu 1 : 5000 $m_d = \pm 0,5$ metara [1]
- pri određivanju veznih točaka na snimkama sitnijeg mjerila a za potrebe modela s kojih će vršiti restitucija u krupnijem mjerilu, srednja pogreška visine iznosi najviše $m_h = \pm 0,5$ m [1]

Nema sumnje, da su svi ovi naprijed navedeni pravilnički kriteriji vrlo vrijedni pokazatelji, iz kojih se mogu geodetski dešifrirati točnost izradene osnovne državne karte, međutim ipak nije lako reći kakva je stvarna praktična točnost konačne karte. Potrebno je pri tome naglasiti, da se onaj osnovni i najuvjerljiviji kriterij ocjene stvarne točnosti osnovne državne karte, to jest terenska provjera u karti prikazanih podataka praktički i nikada ne ispituje, prilikom njenog preuzimanja kao gotovog proizvoda.

A takve terenske provjere, prema članu 56. navedenog Uputstva za fotogrametrijske radove [1] trebale bi biti izvedene tako da se:

- postavljaju kontrolni profili na terenima, što čišćim od raslinja i drugih zapreka, koji sijeku linije objekata i kultura, (koje su kako na terenu, tako i na fotosnimkama što jasnije izražene) pod kutom što bliže 90° ,
- postavljaju kontrolni profili koji sijeku pravac pružanja izohipsa pod što povoljnijim kutom.

Takve profile bilo bi potrebno postavljati za osnovnu državnu kartu između dviju orijentacionih ili trigonometrijskih točaka, od prilike na svakom trećem listu karte, tj. na svakih, od prilike, 1500 hektara pojedinog zadatka. Umjesto profila mogu se postavljati i posebni poligonski vlakovi, s kojih je onda moguće provoditi kontrolna mjerenja bilo ortogonalnom ili polarnom metodom geodetske izmjere zemljišta.

5. ŠTO O TOČNOSTI OSNOVNE DRŽAVNE KARTE MISLE DRUGI GEODETI U EVROPI?

Interesantno je napomenuti, da se osnovna državna karta 1 : 5000 u Evropi najintenzivnije radi baš u Jugoslaviji i u SR Njemačkoj. Osobno vidim u toj povezanosti razlog što je nakon Prvog svjetskog rata tadašnja jugoslavenska

geodezija prihvatila kao svoje, većinu stavova i propisa iz nekadašnjeg pruskog, a kasnije njemačkih katastarskih pravilnika za izradu katastra zemljišta i provedbe državne izmjere uopće. Nadalje, odmah nakon što je u tadanjoj Njemačkoj uvedena Gauss-Krügerova projekcija kao zvanična državna projekcija, učinila je to i Kraljevina Jugoslavija. Godine 1924. je u Njemačkoj prihvaćena »Deutsche-Grundkarte« (DGK 5) u mjerilu 1 : 5000, pa ju je već uhodanom inercijom u tome u cijelosti slijedila i jugoslavenska geodetska praksa, prihvaćivši je kao osnovnu i najpovoljniju topografsku podlogu za projektiranje i druge stručne i upravne poslove za cijelu državu, davši joj ime: »Osnovna državna karta« 1 : 5000 (ODK).

Nije neka posebna novina da mi u SR Hrvatskoj još do danas nemamo izrađen suvremeni pravilnik za izvedbu katastarsko-topografske izmjere, pa tako ni za izradu osnovne državne karte. Jedan od razloga čime to pravdamo je taj, da nemamo dovoljno organizacionih spretnosti, da teoretski i pravilnički ocijenimo i dademo mjesto suvremenom fotogrametrijskom proizvodu, koji u lancu ostalih »klasičnih« geodetskih radova nosi, bez sumnje, primat, barem u Hrvatskoj.

Fotogrametrija nezadrživo zauzima prvenstvo u geodetskoj proizvodnji kartografskih podloga svih vrsta. Za to vrijeme nadležna državna administracija (a nju prati i ostala geodetska stručna inteligencija, počam od školstva, znanosti i udruženog rada), neodređeno sa strane promatra ta zbivanja.

Međutim, u tom pogledu naši sjeverni susjedi, a to važi podjednako i za Austriju i za SR Njemačku, također su se ranije sukobljavali s problemima iste vrste i postavljali određena pitanja gdje je mjesto fotogrametrije u okviru pravilničkih propisa, posebno kada se govori o točnosti njenih proizvoda. Međutim, nisu gubili vrijeme i problemu su prišli s mnogo više smisla za praktičnost i u svemu tome su našli izvanredno rješenje.

Najjednostavnija su rješenja praktički uvijek i najbolja, a ono je u ovome slučaju izraženo kroz njihov unaprijed postavljeni zahtjev: »Fotogrametrijski radovi, odnosno proizvodi koje daje fotogrametrija u obliku geodetskih podloga, trebaju zadržati istu točnost koja je propisana za izradu i održavanje katastarskotopografske izmjere u klasičnom obliku«. I sve to postaje odmah jasnije i jednostavnije.

Potpuno ista razmišljanja i zaključci u odnosu na fotogrametrijske radove bili su istaknuti i prihvaćeni već 1958. godine od tadanje Savezne geodetske uprave FNRJ, kada je dala na upotrebu i primjenu Pravilnik za državni premer II i III deo (Beograd 1958). Ali izgleda da vrijeme čini svoje, jer smo danas to već izgubili iz vida i potpuno zaboravili.

Kroz naprijed izraženu misao možemo razmatrati odnos prema ocjeni točnosti osnovne državne karte u onim zemljama gdje se ona izrađuje, a što je zapravo i dio teme ovog napisa. Unaprijed se napominje, da se u SR Njemačkoj pri izradi osnovne državne karte izvanredno mnogo i skoro isključivo koristi postupak aerotriangulacije, iako za potonji postupak tamo ne postoje posebni propisi u pogledu ocjene točnosti rezultata dobivenih aerotriangulacijom.

6. OCJENA TOČNOSTI

6.1. *Da li srednja pogreška ili unaprijed utvrđeni (dogovoreni) iznos dozvoljene pogreške?*

U daljem tekstu iznose se neka uočavanja iz njemačke stručne i normativne literature na tom području geodetske djelatnosti. Imade li osnova za raspravu pitanje: »Da li je prihvatljivije da se dozvoljeno odstupanje za izrađenu osnovnu državnu kartu izrazi srednjom pogreškom koordinata i visina (m_x , m_y i m_h - neke proizvoljne točke na karti, ili bi bilo uputnije radi ocjene njene točnosti, da se dogovorno unaprijed utvrdi u apsolutnom iznosu najviše dozvoljeno odstupanje položajnog i visinskog podatka neke točke, a koja se vrijednost ne bi smjela ili trebala prekoračiti?«

Ako znamo, da je zbog utvrđivanja srednje pogreške, kao mjere za točnost neke mjerenjem utvrđene vrijednosti, potrebno poznavati relativno veliki broj pravih pogrešaka, onda bi se vjerojatno lako odlučili, da je postupak unaprijed određenog dozvoljenog odstupanja podataka karte, kako za geodetu praktičara, tako i za neposrednog korisnika karte prihvatljiviji. I jedan i drugi, u tom slučaju, će se lakše orijentirati u pogledu željene točnosti odnosno odstupanja podataka izrađene osnovne državne karte.

Poznato nam je iz teorije o prirastu pogrešaka, da točnost neke točke na karti (to važi podjednako i za druge složene geodetske proizvode za koje se konačne vrijednosti dobivaju iz čitavog niza posrednih i neposrednih geodetskih mjerenja), ne ovisi samo o jednoj komponenti geodetskog rada.

Skoro je nerazumno kada netko ustvrdi da je vrlo jednostavno reći kolika je točnost nekog podatka očitnog s osnovne državne karte, jer je zaista dug put to utvrditi. Počam prvotno od ocjene točnosti postojeće mreže stalnih geodetskih točaka terena za koji se izrađuje karta, zatim okolnosti vezanih uz određivanje elemenata i provedbe snimanja iz zraka, terenskog određivanja orijentacionih točaka potrebnih za pravilnu izvedbu aerotriangulacije i kasnijeg orijentiranja modela, restitucije na stereoinstrumentu, do izrade i konačno umnožavanja karte, dug je postupak.

Iako je svaka od naprijed navedenih radnji vezana uz određene zakonitosti, njihov sumarni prikaz, koji se odnosi na osnovnu državnu kartu je zaista vrlo složen. No, geodetska znanost i praksa ne odustaju od toga da i taj i takav zadatak uspješno riješe i u tom smislu imademo već izrađeno u svijetu geodezije čitavo bogatstvo znanstvenih radova i dizertacija, referata s tematskih sajetovanja, u nekim zemljama čak i zvaničnih pravilničkih propisa.

Sigurno je, da je srednja pogreška neke veličine ovisna o upotrebljenim metodama mjerenja. Međutim, poznato je, da je u izboru metode mjerenja, u mnogo slučajeva ograničen njihov puni mogući domet iz raznih, a ponajviše gospodarskih razloga, tj. ekonomičnosti poslovanja.

U do danas provođenoj klasičnoj tehnici rada (a važi to i za ocjenu rada i s najsvremenijim elektrooptičkim daljinomjerima), maksimalna pogreška nekog geodetskog podatka izražena je kroz dozvoljeno odstupanje, koje odgovara trostrukoj srednjoj pogrešci.

Postoje u domeni geodezije dovoljno pouzdana ispitivanja iz kojih proizlazi nedvojbeno da pri izradi osnovne državne karte 1 : 5000 ne bi trebalo težiti da točnost podataka prikazanog na toj karti bude veća od naprijed navedenog,

odnosno tražiti da dozvoljeno odstupanje bude dvostruka, a ne trostruka vrijednost srednje pogreške. Najviša dozvoljena odstupanja, o kojima se još raspravlja, ili eventualna upotreba srednje pogreške, koje se sada prihvatljivo koriste, za posrednu ocjenu točnosti izrađene osnovne državne karte, razmatraju se sa slijedećih stanovišta:

1. pogreške položaja dobro (sigurno) utvrđene točke na karti,
2. pogreške visine dobro (sigurno) utvrđene točke na karti i
3. pogreške modela terena prikazanog na karti izohipsama.

6.2. Dozvoljena odstupanja položaja sigurno utvrđene točke na karti

Prvenstveno treba biti siguran da li postojeći biljni pokrov terena (dolaze u obzir listopadne šume), imade utjecaja na točnost utvrđivanja položaja neke točke. Da li je moguće koristiti jedinstvena dozvoljena odstupanja, kada je u pitanju od raslinja čisti teren ili kada je on pokriven šumom? Da li bi takav jedinstveni kriterij bio prihvatljiv za sve točke na karti?

U tom pogledu se mišljenja stručnjaka razilaze, ali prevladavaju shvaćanja, da se za utvrđivanje najvišeg dozvoljenog odstupanja položaja sigurno utvrđene točke na karti može uzeti jedinstvena vrijednost za sve vrste terena, budući da položajna točnost ne ovisi toliko o pokrovu već više o upotrebljenoj metodi mjerenja.

Dozvoljeno odstupanje položaja neke točke na karti, ovisno o raznim autorima i njihovim kriterijima kreće se do ± 3 m za točke u polju i od ± 5 do 7 m u šumskom području [3] a da pri tome nije izrazito naglašeno da li se radi o najvećoj dozvoljenoj srednjoj pogrešci ili se radi o maksimalno dozvoljenom odstupanju.

Autor E. Kmita [2] u svojim teoretskim razmatranjima zastupa kao prihvatljiv kriterij jedinstvene vrijednosti najviše dozvoljene maksimalne položajne pogreške od ± 4 m za sve one točke kojih se položaj može nedvojbeno utvrditi u odnosu karta-teren, bez obzira da li se te točke nalaze u slobodnom polju ili šumskim terenima.

Pri tome on polazi od slijedećeg stanovišta, da je:

- srednja pogreška podataka pri crtanju $\pm 0,1$ mm na karti, odnosno 0,5 m u naravi;
- srednja pogreška mjerenja ± 1 m,
- srednja pogreška skidanja podatka s karte $\pm 0,07$ mm što u naravi iznosi 0,33 m.

Primjenom zakona o prirastu pogrešaka, to daje za srednju položajnu pogrešku vrijednost od $\pm 0,27$ mm na karti, odnosno 1,35 m u naravi. Toj srednjoj položajnoj pogrešci odgovara maksimalno dozvoljeno odstupanje (pogreška) neke dobro definirane točke na karti od ± 4 m.

6.3. Dozvoljeno odstupanje visine sigurno utvrđene točke na karti

Takvom se točkom smatra ona za koju je mjerena visina na terenu i koja je kotom prikazana na karti. Visinska pogreška takve točke ovisna je u svakom slučaju o točnosti mjerenja visine te točke na terenu, kao i položajne pogreške

kojom je ta točka prikazana na karti. Pogreška visine neke točke koja proizlazi iz prethodnog loše određenog položaja točke to je veća što je veći nagib terena.

U smislu zakona o prirastu pogrešaka, srednja pogreška visine m_H neke točke izražava se kroz utjecaj naprijed spomenutih pogrešaka položaja i visine, formulom:

$$m_H^2 = m_h^2 + m_d^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha \quad (1)$$

gdje je m_H ukupna srednja pogreška visine točke, m_h srednja pogreška visine uzrokovana neposrednim mjerenjem visine a $m_d \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha$ utjecaj srednje pogreške određivanja položaja točke, ovisno o nagibu terena.

Kako je naprijed naglašeno, općenito je srednja pogreška nekog podatka vezana uz izabranu metodu mjerenja. Tako je bitno u ovome slučaju naglasiti, da li je visina točke određivana klasičnom metodom terenskog mjerenja visine ili je određivana fotogrametrijskim putem. U prvom slučaju mogla bi se uzeti kao srednja pogreška određene visine $s \pm 0.1$ m, a u drugom od ± 0.2 do 0.3 m

Uzimajući to u obzir, E. Kmita [2] daje tabelarni prikaz (Tablica 1) vrijednosti srednjih pogrešaka visine za terensko i fotogrametrijsko određivanje, a sve ovisno o nagibu terena.

Tablica 1

Nagib:	Terensko određivanje visina		fotogrametrijsko određivanje visina	
	Pogreška			
	srednja	maksimalna	srednja	maksimalna
0%	0,10	0,30	0,25	0,75
5%	0,12	0,36	0,26	0,78
10%	0,17	0,51	0,27	0,81
15%	0,23	0,69	0,32	0,96
20%	0,29	0,87	0,37	1,11
40%	0,55	1,65	0,59	1,77
50%	0,68	2,04	0,72	2,16
60%	0,82	2,46	0,85	2,55

Ostale preporuke i službena uputstva [3] daju za pogrešku visine pojedine točno definirane točke na karti, slijedeće vrijednosti $m_H = \pm 0,2$ do $0,3$ m (za srednju pogrešku) ovisno o nagibu terena, odnosno za maksimalnu pogrešku, vrijednost:

± 0.4 m za terene s padom do 5% i

± 0.6 m za terene s padom većim od 5%.

6.4. Dozvoljeno odstupanje visina prikazanog zemljišta pomoću izohipsa

Za ovaj slučaj potrebno je prvenstveno obrazložiti što se smatra pod »visinskom točnošću karte«, pa da bi se tek onda mogla izvesti prijemljiva teorija i formule, koje bi dale za praktične potrebe prihvatljivije dozvoljeno odstupanje

visina terena prikazanog izohipsama na osnovnoj državnoj karti. Za taj slučaj uzeta je kao mjera točnosti granična vrijednost »srednje visinske pogreške izohipsa.«

Sama definicija nije stroga, budući da se u ovome slučaju ne radi samo o visinskoj i položajnoj pogrešci izohipsa, već i o činjenici, da li teren između dviju izohipsa imade jednoličan pad. To se dalje svodi i na pitanje, da li je prethodno pravilno izabrana ekvidistancija izohipsa. Ako to nije slučaj, onda kod neravnomjernog pada terena, visine točaka prikazane jednoličnim padom između izohipsa ne daju vjernu sliku. Zato je izbor ekvidistancije izohipsa odgovoran i vrlo složen posao pri izradi projekta osnovne državne karte.

Točnim položajem i visinom prikazane izohipse na karti, riješen je samo jedan od uvjeta točnog prikaza reljefa terena. Drugi, podjednako važan uvjet je da izbor rastojanja izohipsa bude tako gusto izabran, da pad terena između dvije slojnice bude ravnomjeran. Pri tome bi bilo optimalno i poželjno, da svaka promjena pada bude obuhvaćena posebnom slojnicom, a što je u praksi, na žalost, rijetko i teško ostvariti, jer promjene pada terena se ne događaju na »okruglim« brojevima (vrijednostima) slojnica, koje su prikazane na karti.

Teoretski izvodi za dokazivanje srednje visinske pogreške izohipsa su složeniji, jer se radi o odstupanju modela terena prikazanog izohipsama. Tako predloženi model u svakom je slučaju vezan sa svojim prikazom u našoj predodžbi, kao da je pad terena između dviju slojnica jednoličan. A to unaprijed znamo da nije uvijek slučaj.

Visinska točnost karte biti će to veća, što je idealnije poklapanje izohipsama prikazanog modela putem kotirane projekcije, sa stvarnim oblikom terena, odnosno što su manja rastojanja između modela i stvarnog terena. Približavanje modela i terena biti će to idealnije, što je manja ekvidistancija izohipsa na karti. Premala pak ekvidistancija izohipsa može opet u negativnom smislu djelovati na preglednost karte, to izbor ekvidistancije izohipsa na karti imade svojih razumnih granica, o čemu se prethodno mora temeljito voditi računa.

Odstupanje (razmak) modela predloženog na karti i stvarnog zemljišnog oblika, praktički se može mjeriti posrednim putem njihovim odstupanjem u proizvoljnoj točki na karti, u pravcu okomice na padnicu terena. Na taj način dolazimo do srednje pogreške »odstojanja«, kao mjere za prikaz točnosti reljefa terena.

Tzv. »pogreška odstojanja« imade pred visinskom pogreškom slojnice određenu prednost u tome, što porastom nagiba terena to odstojanje teži ka jednoj graničnoj vrijednosti, dok porastom nagiba terena, visinska pogreška postaje sve veća.

Prema svemu naprijed obrazloženom, formula za određivanje srednje pogreške visine prikazane izohipsom dobiva jedan novi član koji se odnosi na utvrđivanje srednje pogreške odstojanja u karti prikazanog modela od stvarnog oblika terena. Time se formula (1) za srednju pogrešku visine neke točke nadaljuje novim članom m_0 , tj. srednjom pogreškom odstupanja i glasi:

$$m_H^2 = \pm m_n^2 + m_d^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha + m_0^2,$$

pri čemu m_0 ovisi o ekvidistanciji i neravnomjernosti pada terena između slojnica. Brojčani podaci, koji se uvrštavaju u gornju formulu temelje se na mnogim prethodnim ispitivanjima.

6.5. Koji se postupci ocjene točnosti karte koriste danas u praksi?

Ukoliko jedna karta treba biti točnija, toliko je i skuplji prethodno proveden postupak geodetske izmjere, a da bi se tražena točnost postigla. Zato je u praksi uvijek potrebno tražiti srednje putove između tražene »velike« točnosti i ekonomskih mogućnosti ili drugih opravdanosti.

U geodetskoj literaturi imade mnogo podataka o istraživanju točnosti i dozvoljenih odstupanja, odnosno još prihvatljivih pogrešaka koje ne smetaju u radu i korištenju podataka s karte. Tako je nekadašnji Savezni geodetski savjet [1] u Njemačkoj, još 1924. godine dao jedinstvene vrijednosti dozvoljenih odstupanja pri izradi osnovne državne karte 1 : 5000 i to:

1. za pojedinačne točke kojih se položaj može sigurno utvrditi na relaciji karta-teren kroz
 - srednju pogrešku položaja točke na slobodnom zemljištu od ± 3 m,
 - srednju pogrešku položaja točke na šumskom zemljištu od ± 7 m,
 - srednju pogrešku visine točke od $\pm 0,3$ m.

Da bi se ta točnost postigla potrebno je u prethodnim terenskim mjerenjima postići točnost određivanja orijentacionih točaka od $\pm 0,5$ metara.

2. za izohipse određena je srednja pogreška visine s :

$m_h \pm (0,4 + 5 \operatorname{tg} \alpha)$ m, dok je najviše dozvoljeno odstupanje (maksimalna pogreška) određena s : $m_h \max = (1,0 + 15 \operatorname{tg} \alpha)$.

Transformacijama kroz praksu, uvođenjem sve suvremenijih tehnologija u rad upotrebom najsuvremenijih instrumenata i računara, došlo se je 1970. godine do danas konačno važećih elemenata za praktičnu ocjenu točnosti osnovne državne karte u SR Njemačkoj. Savezni savjet zemaljskih geodetskih uprava, donio je tzv. Savezni okvirni propis u »Musterblatt« [4] kao smjernicu za izradu pravilnika za izradu osnovne državne karte 1 : 5000 pojedinih saveznih zemalja, čije su odredbe vrlo interesantne i opće prihvatljive za praktičnu primjenu. Posebno je vrijedno naglasiti da savezno propisani normativi važe za sve slučajeve, bez obzira kojom se metodom mjerenja izrađuje osnovna državna karta.

Tako je točnost položaja i visine točaka, koje se mogu na karti i zemljištu nedvojbeno utvrditi određena srednjim položajnim i visinskim pogreškama:

a) za položaj: $m_d = \pm \sqrt{m_x^2 + m_y^2} = \pm 3$ m.

b) za visine: $m_{h1} = \pm 0,2$ m za terene na kojima je ekvidistancija izohipsa 1 m.
 $m_{h2} = \pm 0,3$ m za terene na kojima je ekvidistancija izohipsa veća od 1 metar.

Srednja pogreška za m_x , m_y i m_h obavezno se mora izračunati iz najmanje 30 pravih pogrešaka. Odstupanje pojedinih slučajeva ne smije biti veće od dvostruko naprijed navedenih vrijednosti, a za specijalne slučajeve mora postojati i posebno obrazloženje.

- c) za točnost prikaza reljefa slojnicama, propisane su slijedeće vrijednosti srednjih pogrešaka visina proizvoljno uzete točke s karte:

$m_{h1} = \pm 0,3$ m (za terene na kojima je ekvidistancija izohipsa 1 metar.

$m_{h2} = \pm (0,4 + 3 \operatorname{tg} \alpha)$ m. (za terene sa slojnicama većim od 1 m).

Podjednako važi da se sve srednje pogreške utvrde na osnovi određivanja najmanje 30 pravih pogrešaka za svaki pojedini slučaj. Odstupanje Δh pojedinih točaka karte ne bi smjela prijeći granice navedene u (Tablici 2.).

Tablica 2

α ‰		e (m)	L (m)		Δh (m)	$\Delta h : e$
od	do		od	do		
< 5		1	> 20		0.6	0.6
5	12	2,5	50	20	1.3	0.5
12	25	5	40	20	2.0	2.0
25	50	10	40	20	3.0	0.3
> 50		20	< 40		4.0	0.2

gdje je α nagib terena u pojedinim točkama, e je ekvidistancija izohipsa a L njihov horizontalni razmak. Između navedenih podataka postoji odnos: $\frac{e}{L} = \text{tg}\alpha$. Iz gospodarstvenih razloga ne bi se trebalo tražiti veću točnost od osnovne državne karte, nego što su podaci ovdje izneseni.

6.6. Kako se nadzire točnost izrađene osnovne državne karte?

Za tu vrstu poslova prema [3] traže se posebno iskusni stručnjaci koji imaju solidno predznanje iz područja topografije, kartografije, morfologije i geologije, te koji imaju poseban dar zapažanja da na terenu uoče sve relevantne pojedinosti, koje izrađenu kartu čine dostojne imena osnovna državna karta.

Provjera izrade i točnosti osnovne državne karte provodi se na slijedeći način:

- općim pregledom i obilaskom terena,
- kontrolom točnosti pojedinih točaka detalja karte,
- kontrolom pojedinih linijskih elemenata karte i
- kontrolom zatvorenih površina karte.

Pod a) Općim pregledom terena ustanovljuje se da li je prikazan sadržaj karte potpun i da li je kartografska obrada tog sadržaja ispravna. Kao podloga za terensko upoređivanje može služiti tzv. sumarna kopija originala situacije, voda i izohipsa. Tim terenskim pregledom ustanovljuje se opća ispravnost prikazane putne, kanalske mreže i ostale situacije, pravilna upotreba kartografskih

znakova za pojedinosti karte, pravilna upotreba toponomastike i prikazana morfologija terena.

Pod b) Instrumentalno se na terenu vrši tahimetrijska izmjera pojedinih točaka čiji je položaj na karti u odnosu na teren, nedvojben. U tom slučaju treba na terenu snimati samo one točke koje kartiranjem mogu dati sigurnost da se radi o točkama koje su na karti prikazane određenim kartografskim znakom. Ta metoda praktički dolazi do izražaja kao dio metoda navedenih pod c) i d).

Pod c) Točnost izohipsa prikazanih na karti provjerava se na primjer okomitim presjecanjem niza izohipsa ili niveliranjem najmanje dviju uporednih izohipsa na terenu. Okomiti presjeci izohipsa snimaju se na terenu tahimetrijski, snimajući karakteristične detalje preloma na zemljištu i određivanjem drugih visinskih točaka na tim presjecima. Kartiranjem prikazuju se izmjerene kontrolne visine i na taj način provjerava visinska točnost prikazanih izohipsa. U slučaju strmijih terena, laganije je i uputnije provesti provjeru visinske točnosti izohipsa niveliranjem dviju izohipsa a to je zapravo najjednostavnija metoda provjeravanja točnosti visinskih odnosa linijskih elemenata prikazanih na karti.

Pod d) Ovakav način kontrole je u stvari dugotrajan, skuplji je ali je zato najpouzdaniji dokaz o kvaliteti izrađene osnovne državne karte, jer je najcjelovitiji. Izbor terena za ovakovo kontrolno snimanje treba biti sadržajem takav, da omogućuje pravilnu ocjenu, kako situacionog tako i visinskog sadržaja karte. Iz postupaka pod b), c) i d) mogu se prema izboru i želji računati prave pogreške detalja, kako bi za njih mogli odrediti srednje pogreške radi ocjene točnosti karte.

LITERATURA

- [1] Uputstva za fotogrametrijske radove na državnoj izmjeri I i II dio, Beograd, 1962. god.
- [2] KMITA, E. Bemerkungen und Vorschläge zu den Fehlergrenzen für die Deutsche Grundkarte 1 : 5000.
- [3] Handbuch für die topographische Aufnahme der DGK 3 LVA Baden Württemberg, Stuttgart, 1956.
- [4] Musterblatt für die Deutsche Grundkarte 1 : 5000 (8. Auflage). Druck und Vertrieb: LVA Hannover.

SAŽETAK

U članku su dani prilozi za razmatranje točnosti jugoslavenske osnovne državne karte 1 : 5000. Iznosi se, što o karti misle njeni neposredni korisnici, kako na njemu točnost utječe njen proizvođač geodetski udruženi rad, a što traži njen izdavač Republička geodetska uprava.

U tekstu su navedeni neki podaci za srednje pogreške položaja i visina točaka iz pravilnika i priručne literature SR Njemačke.

ZUSAMMENFASSUNG

In den Artikel sind die Beiträge für die Betrachtung der Genauigkeit der jugoslawischen Grundkarte 1 : 5000 gegeben.. Es ist dargelegt was über die Grundkarte ihre Benutzer meinen, wie die Geodäten, die die Karte herstellen ihre Genauigkeit beeinflussen und was der Herausgeber verlangt.

In den Artikel sind weiter die Werte der mittleren Lage- und Höhenfehler der Punkte aus dem Musterblatt und anderen Vorschriften für die Deutsche Grundkarte 1 : 5000 gegeben.

Primljeno: 1984-05-10