

ODRŽAVANJE KATASTRA ZEMLJIŠTA STEREOFOTOGRA- METRIJSKOM METODOM

Povodom nabave prvog stereoinstrumenta WILD A 10 u
Zavodu za katastar i geodetske poslove grada ZAGREBA

Marijan BOŽIČNIK — Zagreb*

1. UVOD

»KATASTARSKA FOTOGRAFIJA«, neobičajeni naziv u našoj katastarskoj svakodnevici, ali u širim evropskim katastarskim krugovima pa i u njihovoj radnoj praksi je već unazad desetak godina katastarska fotogrametrija postala posebna disciplina za katastarsku izmjeru, a i šire, odnoseći se podjednako i na održavanje katastra zemljišta.

U ovom napisu bit će potpuno mimoiden pojam katastarske izmjere izvedene fotogrametrijskim putem za izradu katastarskih planova, već će težište biti stavljeno na katastarsku fotogrametriju kao postupak za održavanje katastra i obavljanje drugih radnji vezanih uz prikupljanje i obradu informacija, s kojima katastar nastupa prema svim zainteresiranim društvenim subjektima.

U tom smislu, suvremena KATASTARSKA FOTOGRAFIJA može imati slijedeće funkcije u geodetsko katastarskoj djelatnosti:

1. digitalizaciju sadržaja raznih fotogrametrijskih modela radi iskazivanja širokog raspona informacija o zemljištu, njihovom uskladištenju (memoriranju) i pružanju zainteresiranim na korištenje, te održavanje katastarsko topografskih i posebno topografskih karata sitnijih mjerila,

2. određivanje (mjerenje i računanje) cjelovito novih, i upotpunjavanje postojećih mreža stalnih geodetskih točaka,

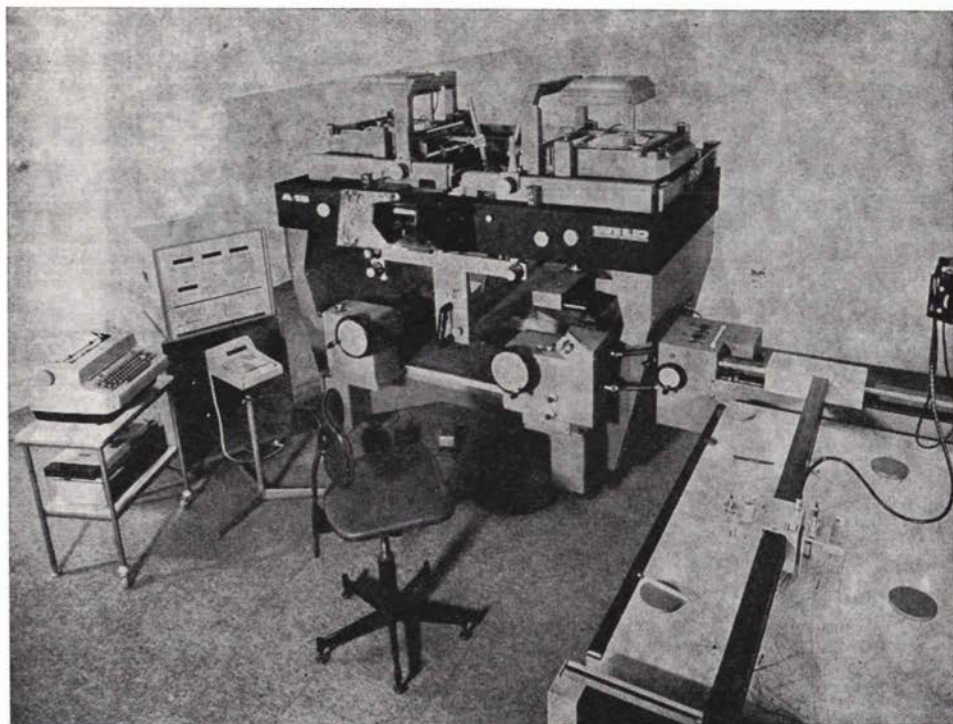
3. reambulaciju i održavanje sadržaja katastarskih planova.

U tim okvirima, (osim katastarske izmjere ostvarene fotogrametrijskim putem) kreću se i obavljaju radnje navedene discipline KATASTARSKE FOTOGRAFIJE.

Zavod za katastar i geodetske poslove grada Zagreba nabavkom Wildovog autografa A 10, vjerojatno je prva katastarska služba u Jugoslaviji, koja je uspjela da primjenom suvremene metode rada na održavanju katastra zemljišta, napusti konvencionalni postupak reambulacije. Ta se radi određenih poteškoća, kao što

* Adresa autora: Marijan Božičnik, dipl. ing. Republička geodetska uprava, Zagreb, Gruška 20.

su nedostatak u vremenu i kadrovima, nije mogla obaviti sistematski i kontinuirano na cijelom gradskom području, već samo na zemljištima gdje se ukazivala posebno hitna potreba. Sigurno je da postoji potreba i težnja da se poslovi reambulacije u budućnosti izvedu bilo fotogrametrijski ili kombinirano terestričko-fotogrametrijskim postupkom.



Sl. 1

U tu svrhu poželjan je kompletni hardware i software katastarske fotogrametrije:

Hardware: Precizni stereokomparator za numeričku restituciju zračnih snimaka; Univerzalni stereoinstrument — autograf Wild ili Zeiss stereoplanigraf; elektronički uređaj za digitalizaciju: mali kompjutorski sistem; uređaj za automatsko kartiranje (ploter).

Software: Programi za aerotriangulaciju (nizova ili blokova ili izjednačenja nezavisnih modela); programi za transformaciju iz modelnih u prostorne koordinate; programi za izradu i održavanje geodetske izmjere; programi za automatsko kartiranje.

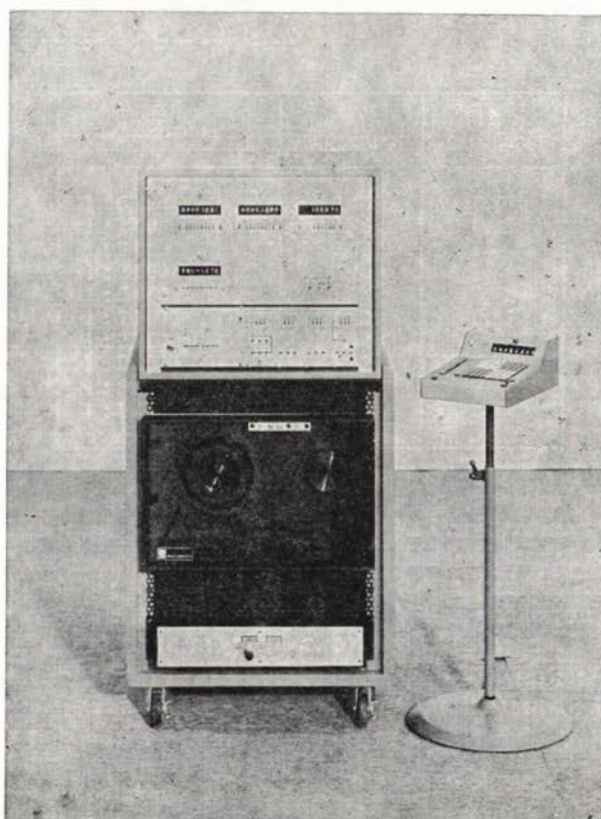
STEREOAUTOGRAF WILL A 10 [11]

Ovaj je instrumenat univerzalan i prikladan je za kartiranje u uobičajenim krupnim mjerilima. Konstruiran je na mehaničkom principu.

Maksimalni format snimka je 23×23 cm i ima osmerostruko povećanje okulara. Postav žarišne daljine od 100 do 30 mm omogućava kartiranje širokutnih i uskokutnih snimaka. Posebna sferna kalota u modelnom dijelu instrumenata omogućava da se kompenzira utjecaj zakrivljenosti zemlje. Ima mogućnost zauzimanja malih baza.

2. ELEKTRONIČKI REGISTRACIONI UREĐAJ [11]

Wildove stereoinstrumente prate razni periferni uređaji za digitalizaciju sadržaja snimaka modela (Elektronische Koordinatenanzeige). Za Wild A 10 najpodesniji je EK 22, koji se može odmah priključiti. (Slika 2.)



Sl. 2

EK 22 je posebno podesan za određivanje orijentacionih točaka, za određivanje koordinata međnih točaka za potrebe koordinatnog katastra¹, obračuna kubatura

¹ Koordinatni katastar: Vidi: Aktualnost katastra zemljišta u Hrvatskoj i mogući putovi njegove obnove. Božićnik, 3. Susret geodeta Hrvatske, Poreč 1978.

i određivanja rasporeda masa, pri kartiranju profila za potrebe projekata za gradnju nasipa, kanala, cesta, željeznica i dr, kao i posebno podesan za proglašivanja mreža stalnih geodetskih točaka.

Pokazna ploča rezultata s osam decimalnih mjesta omogućava elektroničku obradu fotogrametrijskih podataka za potrebe numeričkog (koordinatnog katastra), digitalizaciju stereomodela za inženjerske projekte svih vrsta, aerotriangulaciju, registriranje podataka za ortofotoobradu, digitalno kartiranje snimaka i dr.

Posebno sve to važi, kada se radi o većim ili velikim količinama digitaliziranih podataka. Uz EK uređaj za potrebe AOP mogu biti priključeni i sljedeći uređaji:

— pisari terminal (štampač) ili pisari IBM mašina, bušač traka ili kartica, magnetska traka proizvoljnog koda, (kompatibilna s računarima IBM, CDC, Univac i dr.), stolni računar Hewlett-Packard 9830, Wang 700, Olivetti P 652, i Procesni računar NOVA 2), uređaj za transformaciju modelnih koordinata u zvanični zemaljski koordinatni sustav uz istovremeni prijenos rezultata na pokaznu ploču.

Sve to može funkcionirati, kako u on-line, tako i u off-line procesu. Ovo su sve dokazi da fotogrametrija nije više čisto grafička metoda za kartiranje planova grafičkom restitucijom, već da je ona zašla vrlo duboko u područje numeričke analitičke geodezije, dublje nego što je to itko prije 30 godina mogao i pretpostaviti.

3. KATASTARSKA FOTOGRAMETRIJA — POSEBAN SERVIS GEODETSKE SLUŽBE [2,5]

3.1. *Općenito*

Središnji problem svih službi koje se bave kartografijom, (a njome se u velikoj mjeri bavi zagrebački Zavod za katastar i geodetske poslove), kao i ozbiljne zamjerke svih onih koji se koriste kartama u izvršavanju svojih društveno profesionalnih obaveza, uokviruju problem koji se zove održavanje i uz njega vezana ažurnost katastarskih planova, katastarsko topografskih i topografskih karata.

Razvoj građevinske djelatnosti, kako niskogradnje tako i visokogradnje, rješavanje ekoloških problema neke sredine kao na primjer zaštita šumskih i drugih površina koje su pod posebnim režimom korištenja i čuvanja, vođenje statističkih podataka o zemljištu i promjenama na njemu, sve to traži od službe koja izrađuje planove i karte odnosno koja ih održava, uvijek nove i nove karte suvremenih sadržaja. Ako ne mogu dobiti nove, onda navedene službe svakako pravom traže smanjene cikluse obnove (reambulacije) postojećih planova i karata.

Svi navedeni problemi prisutni su u velikoj mjeri i u Zagrebu, kao i u svim većim gradovima Jugoslavije, tako ih ne mogu mimoći tamošnje gradske geodetske službe i organizacije, posebno one na upravnoj razini.

S tim u vezi potrebno je naglasiti da bi se ciklusi reambulacije geodetskih podloga trebali stalno smanjivati. Svima nam je jasno da to klasičnim geodetskim metodama više ne može provesti proizvodna a ni upravna geodetska služba.

U tome je veoma značajna pomoć koja se očekuje od uvođenja nove tehnologije u održavanje geodetskih podloga (planova i karata) na području grada Zagreba, putem »Katastarske fotogrametrije«.

Posjedovanje jednog stereoinstrumenta u okviru upravne geodetske djelatnosti, zajednice općina ili njoj slične teritorijalne upravne jedinice (eventualno veći grad i sl.), daje osnovu za pretpostavku da bi se u okviru tehničkih i upravnih geodetskih

službi, ne samo planirala nego i sigurnije i efikasnije obavljala reambulacija gradskih područja, uključivanjem fotogrametrije u geodetske mjerne procese.

Na tom području pruža se geodetsko katastarskoj službi velika šansa da dokaže korisnost i dobru upotrebljivost svojih bogatih datoteka o zemljištu.

U takvim zahvatima, kao što je nabavka jednog stereoinstrumenta velikog radnog kapaciteta, uvijek iskrsavaju u prvi plan financijski problemi. To su početne investicije u nabavci, troškovi zračnih snimanja, troškovi kombiniranih terestričko fotogrametrijskih dopunskih radnji i postupaka (primjena elektroničke tahimetrije), troškovi izobrazbe kadrova i sl.

Često se pri tome griješi. Uslijed bojazni od povećanih troškova u početnoj fazi, gubi se iz vida ono osnovno, a to je da su apsolutni troškovi jednog tehničkog postupka u odnosu na drugi, od drugorazrednog značaja. Posebno to vrijedi, kada se oni međusobno uspoređuju u razlikama troškova, kojim se taj problem može riješiti. Pri tome se ujedno gubi iz vida i jedan od osnovnih činitelja u današnjem životu a to je vrijeme, koje prolazi u očekivanju određenih efekata. Poznato je da se u pravilu ti efekti moraju prezentirati skoro uvijek u roku »jučer« i dati ih na korištenje sredini koja ih očekuje.

Klasični primjer za takvu usporedbu su početni troškovi za uvođenje katastarske fotogrametrije u postupak održavanja katastra.

Poznato je da su postojeće potrebe u održavanju geodetske izmjere i katastra velike i da su one svakim danom sve veće. S time se može korisno povezati činjenica odnosno spoznaja, da što je veći opseg geodetskih poslova te vrste, to je katastarska fotogrametrija efikasnija. U tom slučaju njezini efekti smanjuju jedinične cijene, što je u svijetu u ekonomici geodezije i nepobitno dokazano, bilo da se radi o relativnim ili apsolutnim vrijednostima. Jer ako se gubi privremeno na novcu, dobiva se na vremenu i obratno.

U svemu tome bitno je naglasiti, da nije uvijek podesno kopirati tuđa iskustva, ali ih je u svakom slučaju potrebno najozbiljnije vrednovati, a zatim razumno koristiti.

Posljednja dva decenija na području održavanja katastra, usporedo se via facti natječu dvije tehnologije, i to ne iz konkurentskih razloga već iz čiste potrebne tehničke simbioze. Radi se o elektroničkoj tahimetriji i fotogrametriji. Kada se uspoređuju postignuti efekti između elektroničke tahimetrije i fotogrametrije, posebno one iz područja analitičko numeričke restitucije, vidljivo je da su apsolutne prednosti na strani fotogrametrije.

U svemu tome, u praksi je najpoželjnija sprega baš elektroničke tahimetrije s numeričko-analitičkom fotogrametrijom, kao najekonomičniji sustav održavanja geodetske izmjere i katastra zemljišta (uključujući ovdje i druge tematske katastre).

3.2. *Katastarska fotogrametrija u službi statističke i drugih djelatnosti*

Za izgradnju i vođenje zemaljske banke podataka o zemljištu pokazalo se, da tzv. podvrste izvora informacija, kao što su geodetski planovi i karte, u cjelosti ne zadovoljavaju kao statistički pokazatelji [5].

U tom smislu je Savezna visoka tehnička škola u Zürichu (ETH) zajedno s Geografskim institutom, posebno radi ispitivanja, uvela u banku podataka zračni snimak, snimljen super širokom kamerom, kao obavezan izvor i sadržaj podataka. Na osnovi takvog izvora informacija mogu se postojeće datoteke u banci podataka održavati potpuno ažurne.

Tako je na jednom primjeru gradskog bloka identificirano 175 objekata sa zračnog snimka dobivenog super širokokutnom kamerom. Identifikacija sadrži objekte iz područja prometa i veza, parkirališta, korištenja zgrada i stanova, korištenja trgovačkog prostora, željezničko kolodvorskih uređaja, religioznih i sportskih objekata, gradske zelene površine, agrarne i šumske površine, pa je od tog ukupno navedenog broja, sa snimka ispravno identificirano 239 objekata, odnosno 85% sadržaja.

Ovaj uspješni zadatak geodetske službe obavljen je za potrebe banke podataka kao i za potrebe statistike i planerskih gradskih službi. Dokazano je, da je za ovu vrstu poslova potreban posebno izobražen stručnjak, jer podaci zračnih snimaka nisu kodirane veličine, iako ne znači da to ne bi mogli biti.

3.3. *Katastarska fotogrametrija u ekološkim radovima*

Slijedeći primjer može se bez dvojbe aplicirati na zagrebačke prilike i okolnosti, posebno što se tiče čuvanja područja Zagrebačke gore. Godinama se vode rasprave o problemu zaštite Zagrebačke gore kao »pluća grada Zagreba«, područja za koje je grad Zagreb s ekološkog stanovništva, životno zainteresiran. Može se dokazati da u tim radnjama katastarska fotogrametrija može pružiti izvanredne usluge, posebno ako se ima u vidu da je takva katastarska fotogrametrija u funkciji gradske uprave.

U zajednici sa šumarskim stručnjacima koji rade uz druge stručnjake na problemu zaštite Sljemena, geodetski stručnjak može svojim uslugama iz područja fotointerpretacije biti uvijek aktualan. Pomoću zračnih snimaka može se najefikasnije, a da se ne govori i najbrže, izvršiti inventarizaciju ekološkog sadržaja Zagrebačke gore. Skoro je kadrovski i vremenski nezamislivo, da se to izvede terestričkom inventarizacijom u optimalnim rokovima na uobičajeni klasični način.

Mogu se dobiti izvrsni podaci o rasporedu šumskih masa, u pogledu vrsta starosti, visine i zdravlja šuma (ev. bolesti), količine drvnih masa, rasporedu korisnih i potrebnih putova prometnica i sl.

Kako je ranije napomenuto, zračni snimci nisu kodirane veličine, pa su za njihovu dešifražu u smislu naprijed opisanog potrebni posebno izobraženi stručnjaci. Geodetski stručnjak u interdisciplinarnoj aktivnosti, imajući u rukama najsvremenije podatke o predmetnim zemljištima je u tom pogledu posebno cijenjen.

Spomenuti slučaj Zagrebačke gore i ne more biti toliko izrazito vezan za zagrebački Zavod za katastar i geodetske poslove, budući da se takve informacije mogu dobiti i od drugih fotogrametrijskih poslovnica. Ali može se pretpostaviti, da kada društveno politička zajednica ima u svojim upravnim strukturama takvu mogućnost izvora informacija, da će je, onda i koristiti. U tome je jedna od šansi upravne geodetske katastarske službe.

3.4. *Katastarska fotogrametrija kao suradnik banke podataka*

Uz prethodno opisani primjer gdje banka podataka u Zürichu koristi zračni snimak dobiven superširokokutnom kamerom kao izvor informacija, radi održavanja podataka o zemljištu u ažurnom stanju, katastarska fotogrametrija može i na drugim područjima biti aktivno u službi banke podataka o zemljištu.

— To posebno dolazi do izražaja, kada se radi o digitalizaciji stereomodela, što se može koristiti u slijedeće svrhe:

- Stvaranje banke podataka o zemljištu, u svrhu održavanja topografskih karata raznih mjerila. Digitalizirani se podaci memoriraju na raznim medijima i kasnije koriste radi prerade, umnožavanja ili prevođenja u druga mjerila.
- Stvaranje banke podataka fonda prometnica (cesta), bilo za potrebe operativnog održavanja ili za druge komunalne potrebe.

3.5. Arhivska služba kao obaveza katastarske fotogrametrije

Vlasnici fotomaterijala trebaju se pridržavati propisa o zaštiti fotomaterijala u pogledu njegovog arhiviranja. Ujedno oni trebaju da vode i svoju unutrašnju evidenciju o postojećem fotomaterijalu, a posebno o onome koji je u bilo koje vrijeme i za bilo koje potrebe snimljen na području njihove nadležnosti. Pri tome je poželjno da se osim evidencije javno publiciraju svi materijali, koji bi na bilo koji način drugim zainteresiranim korisnicima mogli koristiti. Ovo objavljivanje vrlo je važno za život jedne zajednice, posebno danas kada se živi u vremenu gdje svi traže relevantne i suvremene informacije. Objavljivati se može u delegatskom vjesniku grada Zagreba ili drugim glasilima raznih stručnih Saveza (Građevinar, Tehničar, Geodetski list i sl.), uglavnom u onima koji su dostupni zainteresiranim službama za takvu vrstu informacija.

Poželjno je i potrebno da navedena evidencija ima i preglednu kartu za registraciju fotomaterijala. To može biti pregledna specijalna karta mjerila 1 : 25000 ili kojeg krupnijeg mjerila, na kojoj se ucrtavaju svi obavljani lijetovi s upisanim redovima snimanja, kao i ubilježnim središtima pojedinih snimaka međusobno povezanih u nizove. Uz svaki red snimnja potrebno je upisati njegov broj, mjerilo i godinu snimanja.

Uz grafički prikaz vodi se i posebna kartoteka snimaka, za one snimke koje vlasnik smije držati u trajnom korištenju. U navedenoj kartoteci upisuju se podaci o objektu snimanja, mjerilu snimanja, upotrebljenoj kameri, datumu snimanja, dostupnosti snimaka javnosti, opsegu mogućeg korištenja fotomaterijala, podaci o vrstama negativa, o dijapozitivima, dogovorenim ili propisanim rokovima čuvanja fotomaterijala, o posebno vrijednim osobinama pojedinih snimaka i sl.

To su sve radnje i obaveze koje idu uz katastarsku fotogrametriju, tamo gdje je ona uvedena.

4. OSNIVANJE I POPUNJAVANJE MREŽA STALNIH GEODETSKIH TOČAKA FOTOGAMETRIJSKIM PUTEŃ [2, 4, 10]

Uz pravilan izbor krupnih mjerila snimanja u rasponima od 1 : 8000 do 1 : 1000, uključujući u postupak i primjenu posebnih metoda izjednačenja aerotriangulacije, obrađenih na velikim računarima, numeričkom restitucijom sadržaja modela na preciznim stereokomparatorima, kao i uz posebnu pažnju provedenih stabilizacija na zemljištu, prema tvrdnjama i iskustvu mnogih geodetskih znanstvenika i praktičara, fotogrametrija je u pogledu točnosti ušla u sferu točnosti reda veličina centimetara, iznad svih očekivanja.

Fotogrametrija, pa tako i KATASTARSKA FOTOGAMETRIJA kao metoda, postala je pouzdana i ekonomična i što je posebno značajno, ona može danas uspješno izvršiti osnivanje novih i popune postojećih mreža stalnih geodetskih točaka.

Prednost fotogrametrijskog određivanja mreže stalnih geodetskih točaka leži prvenstveno u slijedećem:

- uz određene tehničke uvjete mreža je homogena s vrlo visokom točnošću (2—3 cm).
- postavljanje mreže nije vezano uz terenske uvjete odnosno prirodne zapreke, budući da prirodni uvjeti bitno ne otežavaju postavljanje mreže,
- omogućeno je numeričko održavanje izmjere i tamo gdje do sada nije postojala mreža stalnih geodetskih točaka,
- što je veće područje koje je potrebno pokriti mrežom stalnih geodetskih točaka, to je postupak katastarske fotogrametrije ekonomičniji,
- kada se mreža stalnih geodetskih točaka mora popuniti ili obnoviti,
- u postupku aerotriangulacije i određivanja veznih i orijentacionih točaka.

Pri određivanju stalnih geodetskih točaka fotogrametrijskim postupkom za uzidana gradska područja, koriste se normalnokutne kamere, a za slobodne prostore ekstravilana dolaze posebno do izražaja širokokutne kamere.

Određivanje stalnih geodetskih točaka u geodetskim mrežama je ušlo već u takvu fazu razvoja, da su u pojedinim zemljama izrađeni u primjeni posebni pravilnici koji u cijelosti reguliraju postupak i propisuju potrebne točnosti za tu vrstu poslova [9].

Prvenstveno za ove poslove dolaze u obzir krupna mjerila snimanja. Međutim, jasno je i nije potrebno posebno dokazivati, da i samo mjerilo snimanja u pogledu svoje krupnoće ima razumnih granica. Povećanjem mjerila snimanja javljaju se negativni efekti kao što su:

- otežana navigacija zrakoplova;
- nejasnoća signaliziranih točaka na snimcima, koja nastaje zbog gubitka oštine, što je sve vezano uz kretanje zrakoplova, izaziva smetnje koje u mjerilu snimka mogu iznositi 5 do 10 mikrona;
- poteškoće u postizavanju programiranog preklapanja snimaka,
- povećani broj orijentacionih točaka koje izaziva povećano mjerilo snimanja i dr

S porastom mjerila snimanja ne opada proporcionalno i srednja pogreška koordinata geodetskih točaka. Srednja pogreška koordinata m_x i m_y smanjila se je u niz primjera od $\pm 4,9$ cm na $\pm 3,4$ cm, pri povećanju mjerila snimanja npr. od 1:8000 na 1:6000 (Ackermann AVN 1973).

Na jednom praktički izvedenom testnom području u Bavarskoj [4], na posebno povoljnoj lokaciji (čistina i ravni teren) postavljena je mreža (raster) od 13×7 točaka, specijalno signaliziranih. Uz njih postavljen je i niz tzv. »bliskih« točaka (Beipunkt) na udaljenostima od 0,5 do 20 metara. Učinjeno je to kako bi se utvrdila i točnost fotogrametrijskim putem određenih kratkih dužina. Pitanje točnosti kratkih dužina u fotogrametriji je još uvijek dvojbeno u pogledu točnosti i predmet je znanstvenog istraživanja.

Čitav sistem mreže bio je prethodno najsavjesnije geodetski terestrički snimljen, pa se on smatrao kao model i služio u odnosu na dobivene rezultate iz fotogrametrijskog postupka, kao apsolutno odnosno zadovoljavajuće točnim. Postavljena mreža snimljena je u mjerilima 1:500, 1:1000, 1:1500 i 1:3000 sa raznih visina letova 150, 300, 450 i 900 metara. Dobiveni rezultati, uspoređeni s podacima iz terestričkih mjerenja zadivljuju svojom točnošću. Tako su dobiveni uz određene i prethodno zadovoljene tehničke uvjete za [4]:

- mjerilo snimanja 1 : 1000 točnost od $\pm 1,3$ do $\pm 1,5$ cm,
- mjerilo snimanja 1 : 1500 točnost od $\pm 1,1$ do $\pm 1,3$ cm, a razlike u kratkim dužinama iznosile su za:
- mjerilo snimanja 1 : 1000, d_{ter} i d_{fgm} razlike do $\pm 0,7$ cm,
- mjerilo snimanja 1 : 1500, d_{ter} i d_{fgm} razlike do $\pm 0,9$ cm.

Sve u svemu dobivene su izražene vrijednosti za položajnu i visinsku točnost u odnosu na visinu lijeta zrakoplova od 0,07% odnosno 0,15%.

Sličan je pokušaj učinjen i u gradu Zürichu, [10], gdje je uz vrlo točnu trigonometrijsku mrežu, na relativno teškom terenu radi velikih visinskih razlika, izrazite zaraštenosti i izgrađenosti, postavljena test mreža stalnih geodetskih točaka a koju je trebalo odrediti fotogramterijskim putem. Veličina područja iznosila je $2,3 \times 1,2$ km. Uz korišteno mjerilo snimanja 1 : 3000 i visinu lijeta 450 m, s preklapanjem od 60% (kako bi bilo što manje korištenih modela radi što manjeg prenosa pogrešaka), dobiveni su rezultati uspoređeni s posebno preciznim terestričkim mjerenjima iskazivali odstupanje do ± 20 mm. Može se pretpostaviti da se i u povoljnijim okolnostima i većim financijskim ulaganjima može postići i točnost od 1 do 1,5 cm.

Takva test ispitivanja provedena su i u mnogim drugim gradovima Evrope, danas već i Amerike i Azije.

U svakom slučaju rezultati navedeni u ovim primjerima, kao i u mnogim drugima, postignuti su uz posebne tehničke, organizacione i financijske uvjete.

Međutim bit će za katastarsku službu interesantnija informacija koju je dao prof. KASPER 1968. god. u svojim: Richtlinien für die Anwendung der Photogrammetrie bei der Entwurfsbearbeitung in der Strassenbau: Postižu se srednje pogreške koordinata uz:

M_s	H met.	Srednja pogreška koordinata signalizirane točke:
1: 3000	450	\pm 3 do 5 cm
1: 4000	600	\pm 4 do 8 cm
1: 5000	750	\pm 5 do 8 cm
1: 10000	1500	\mp 10 do 15 cm

Ove točnosti su u svakom slučaju zadovoljavajuće za potrebe katastarske službe u održavanju državne izmjere.

5. FOTOGRAMETRIJSKA IZMJERA ZGRADA ZA POTREBE ODRŽAVANJA KATASTRA [3, 8]

Napomena: Sadržaj članaka obaju autora, dat je u slobodnoj interpretaciji

5.1. Mogućnost i poteškoće, iskustva i rezultati

Oba autora obrazlažu da je na osnovi odredbi zakona o katastru nekretnina i zemaljskoj izmjeri, katastar obavezan, da osim praćenja promjena o posjedovnim odnosima, ažurno prati i promjene koje nastaju izgradnjom objekata. Istovremeno je i obaveza posjednika, da katastarsku službu obavještavaju o nastalim promjenama na zemljištu.

Isticanjem navedenih odredaba, zakonodavac je imao jasnu namjeru da na taj način osigura polivalentnu funkciju katastra. Zgrade nisu samo topografski sadržaj predöćen u katastarskom operatu, već su one nositelji i izvorište informacija vrlo širokog društvenog interesa, raznih društvenih službi kao što su statistike, uprave prihoda, građevinsko-planerske i urbanističke službe i dr.

Medutim činjenica je da geodetsko katastarske službe ne stižu pratiti opsežan rast gradnje u gradovima i njima prigradskim naseljima. Iz tih razloga, KATASTARSKA FOTOGRAMetriJA je na tom području geodetske djelatnosti postala nezamjenjiv suradnik katastarske službe.

Klasična izmjera zgrada kao objekata u svrhu održavanja katastra, zasniva se na izmjeri temelja zgrade, bilo u odnosu na postojeće međe ili pak na mrežu stalnih geodetskih točaka, uz istovremenu registraciju promjene načina iskorištavanja cijele ili dijela katastarske čestice.

Navedeni postupak klasičnog snimanja zgrada je dobro i opće poznat. On je uz savjestan geodetski rad tehnički egzaktn, ali je u pravilu sve više ograničen i skopčan s vremenskim i kadrovskim (ne) mogućnostima, geodetsko katastarske službe.

Snimanje zgrada fotogrametrijskim postupkom ostvaruje se također s potrebnom geodetskom točnošću i taj postupak zadovoljava sve propise katastarskih pravilnika. Zgrade se snimaju brzo i s neznatnim vremenskim ulogom geodetskog stručnjaka kako na terenu tako i u uredskoj obradi podataka mjerenja, posebno uz uključivanje automatske obrade podataka u sve faze poslova, gdje se ona može primijeniti.

No svakako da tako pojednostavljen prikaz korištenja katastarske fotogrametrije za te poslove krije iza sebe i čitav niz problema, i okolnosti koje je trebalo riješiti, kao što su:

- zgrade i međe nisu neposredno dostupne, već preko zračnih snimaka;
- putem zračnih snimaka nisu dostupni temelji zgrada, koje je potrebno unijeti u katastarske planove, već uglovi njihovih nastrešnica;
- postojanje tzv. mrtvih kutova;
- najveći tehnički problem jest, mogućnost točnog i optimalnog uklapanja sadržaja zračnih snimaka u katastarske planove, bilo da se radi o grafičkom ili numeričkom postupku.

Ta radnja predstavlja poteškoću, posebno ako katastarski planovi imaju veće ili manje deformacije raznog porijekla, počam od onih iz prvotne izmjere kao i kasnije nastalih, uslijed neadekvatnih postupaka održavanja.

Fotogrametrijski postupak omogućava i grafičko i numeričko kartiranje podataka. Budući da neposredni potrošači te vrste geodetskih podataka i usluga traže uglavnom grafički prikaz zgrada, a banke zemljišnih podataka numeričke i grafičke podatke, to je ispitivanje funkcionalnosti i ekonomičnosti fotogrametrijskog održavanja semantičkih podataka katastra, a posebno zgrada, usmjereno u oba pravca.

5.2. Praktičko rješavanje zadataka

Geodetska uprava pokrajine Saksonije odlučila je da u suradnji sa svojim operativnim jedinicama provede fotogrametrijsko snimanje zgrada i registraciju svih onih koje u katastarskim operatima još nisu bile evidentirane.

Tako je snimljeno 95 naselja u površini od cca 180 km², s približno očekivanih 10000 nesnimljenih i u evidenciji katastra neuvedenih građevinskih objekata.

Za ta područja katastar je raspolagao s katastarskim planovima iz postupka održavanja u mjerilima 1 : 1000 i 1 : 2000. U vremenu od mjeseca travnja do prosinca 1974. godine snimljeno je u cca 100 pojedinačnih lijetova ukupno 2000 zračnih snimaka u mjerilu M_s 1 : 3000 do M_s 1 : 1700, uz upotrebu normalnokutne kamere $f = 30$ cm i formata snimka, 23×23 radi posebnih ispitivanja točnosti, korištena je i uskokutna kamera $f = 60$ cm.

U svrhu sistematskog ispitivanja točnosti grafičke i numeričke interpretacije, izabrano je pet tzv. test područja, na kojima je posebno provedena signalizacija, u raznim varijantama:

- signalizacija orijentacionih točaka u uglovima modela,
- signalizacija posebnog poligona oko područja snimanja i
- signalizacija posebnih linija snimanja u blizini objekata, koji će se fotogrametrijski obrađivati.

Na kontakt kopijama obilježeni su svi objekti koje treba kartirati, kako bi se restitutor oslobodio traženja i »lutanja« po modelu, što treba a što ne treba kartirati.

Svi problemi zapravo leže u što točnijem uklapanju snimka u sadržaj plana. U tu svrhu je u početku pokušavano postići veću točnost pomoću signalizacije dobro uočljivih međa, ali se kasnije odustalo od toga, budući da osim povećanih troškova, to ne vodi k nekom vrijednijem rezultatu.

Umjesto toga izabrano je na svakom katastarskom planu po 20 dobro uočljivih međnih točaka, koje su istovremeno bile dobro definirane i na zračnim snimcima.

Postigne li se zadovoljavajuće uklapanje s 10 do 15 dobro raspoređenih točaka detalja, može se očekivati, da će se sav ostali sadržaj kojeg treba kartirati, s dovoljno točnosti uklopiti u katastarski plan. Razlozi većih odstupanja, posebno su ispitivani.

5.3. Način kartiranja

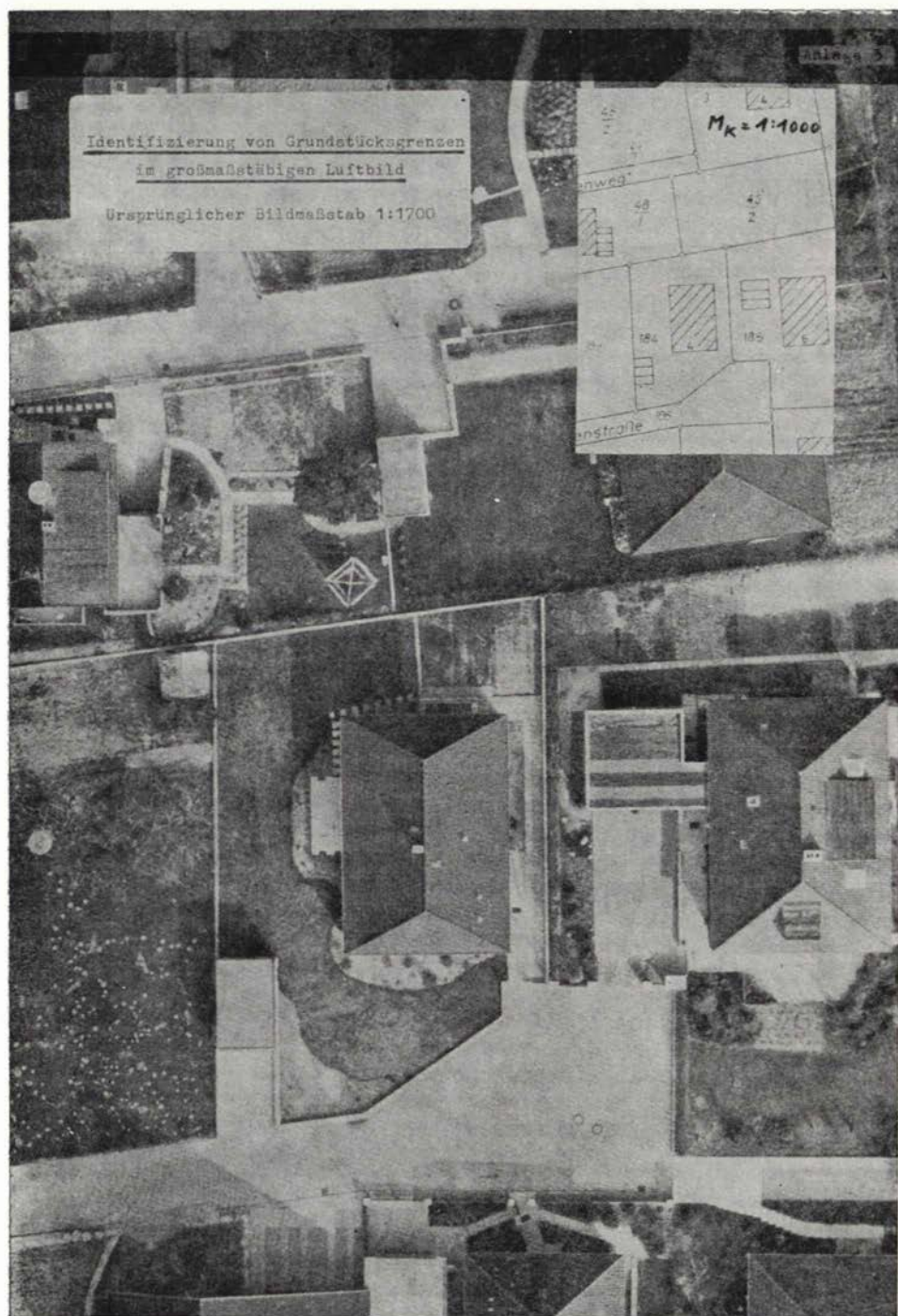
Prvenstveno je kartirano na konvencionalni način, grafičkom stereorestitucijom, uz graviranje rubova nadstrešnica na posebnoj foliji.

Radi ispitivanja i unošenja eventualnih poboljšanja u postupak, umjesto grafičkog kartiranja, to je provedeno još i na slijedeće načine:

- digitalno, uz priključeno automatsko kartiranje na elektroničkim crtačima (ploterima),
- numeričko kartiranje pojedinačnih objekata na PSK (preciznom stereokompatoru),



Sl. 3 (Objavlivanje odobrio: Niedersächsisches Landesverwaltungsamt, No 626/1979)



SL 4 (Objavlivanje odobrio: Niedersächsisches Landesverwaltungsamt, No 260/1979)

5.4. Rezultati postupka fotogrametrijskog snimanja zgrada

a) Količina izvršenog posla i utrošeno vrijeme

Umjesto 10 000 i ranije prijavljenih i nesnimljenih objekata u navedenih 95 naselja, bilo ih je ukupno 15 000 (dakle 1/3 više od prijavljenih), ne računajući pri tome sitne dvorišne objekte i nadogradnje. Novčani troškovi iznosili su 25 Dm (250 n. d n.) za aerosnimanje i kartiranje jednog objekta, odnosno 41 Dm (410 n. din.) sa svim troškovima koji se odnose na uredske i terenske predradnje, terensko upoređivanje (dešifraža) i na unos podataka u katastarske operate. Ta konačna cijena iznosi tek 1/2 cijene za istu vrstu poslova, obavljenu klasičnim postupkom, a da se pri tome i ne govori o vremenski postignutim efektima. Ukupno je utrošeno 3500 radnih sati stereoinstrumentata (što odgovara cca dvjema godinama stereoinstrumentalnog rada uz jednog restitutora i asistenta). Inače je mogući kapacitet jednog stereoinstrumenta, da u godinu dana prikaže 7—8000 objekata (zgrada).

b) Točnost i kvaliteta rada

Uklapanje fotogrametrijski snimljenih objekata u grafički dio katastarskih operata (slika 5), moguće je postići uz uvjet, da su katastarski planovi — geometrijski homogeni (jedinstveni). Naknadno izvršenim klasičnim snimanjem radi utvrđivanja točnosti fotogrametrijske metode snimanja zgrada, dobivena je ocjena za položajnu točnost 70 terestričko snimljenih i provjerenih objekata, od ± 25 cm.

U pogledu paralelnosti stranica zgrada nije bilo nikakvih odstupanja. Kod objekata koji su sagrađeni »vrlo blizu« međe čestica, tamo gdje je potrebno posebno respektirati izvjesne pravne odnose, tu je u postupku snimanja za redukciju nadstrešnica, izvršeno i posebno geodetsko odmjerenje klasičnim načinom.

Mnogo je diskusija vođeno o problemu kartiranja zgrada s reduciranim ili nereduciranim nadstrešnicama. Na koncu je prihvaćen kao najispravniji princip, da se zgrade kartiraju s reduciranim nadstrešnicama, budući da je prikaz zgrade u katastarskom planu vezan na mnoge odredbe raznih drugih zakonskih propisa (građevinske dozvole uknjižbe u zemljišnoj knjizi razna druga prava i obaveze). Kartiranje reduciranih nadstrešnica dolazi u obzir samo kada je nadstrešnica veća od točnosti kartiranja, tj. kada je ona veća od 20 cm. Postupak snimanja isturenosti nadstrešnica ide danas vrlo brzo, uz posjedovanje posebno konstruiranog instrumenta, tzv. teleskopometra.

U daljnjem postupku razradivanja za unapređenje tehnologije katastarske fotogrametrije izrađeni su posebni programi pomoću kojih je omogućeno da se u postupku automatske obrade podataka iz koordinata rubova nadstrešnica i terenske usporedbe računaju koordinate temelja zgrada; kartiraju na ploteru rubovi temelja zgrada (uglovi), sve ako kuća ima i do osam zidova (ploha), pod uvjetom da su međusobno usporedni.

Raspravljano je također o načinu evidentiranja (upisivanja) fotogrametrijski snimljenih zgrada u knjižne dijelove katastarskih opereta. Pri tome, (s obzirom na veliki raspon mogućnosti izražavanja, posebno u automatskoj obradi podataka) upisivanje na fotogrametrijski način snimljenih objekata u katastarski operat, nije predstavljalo nikakav poseban stručno knjigovodstveni problem.

c) Organizaciona pitanja i tehnička poboljšanja

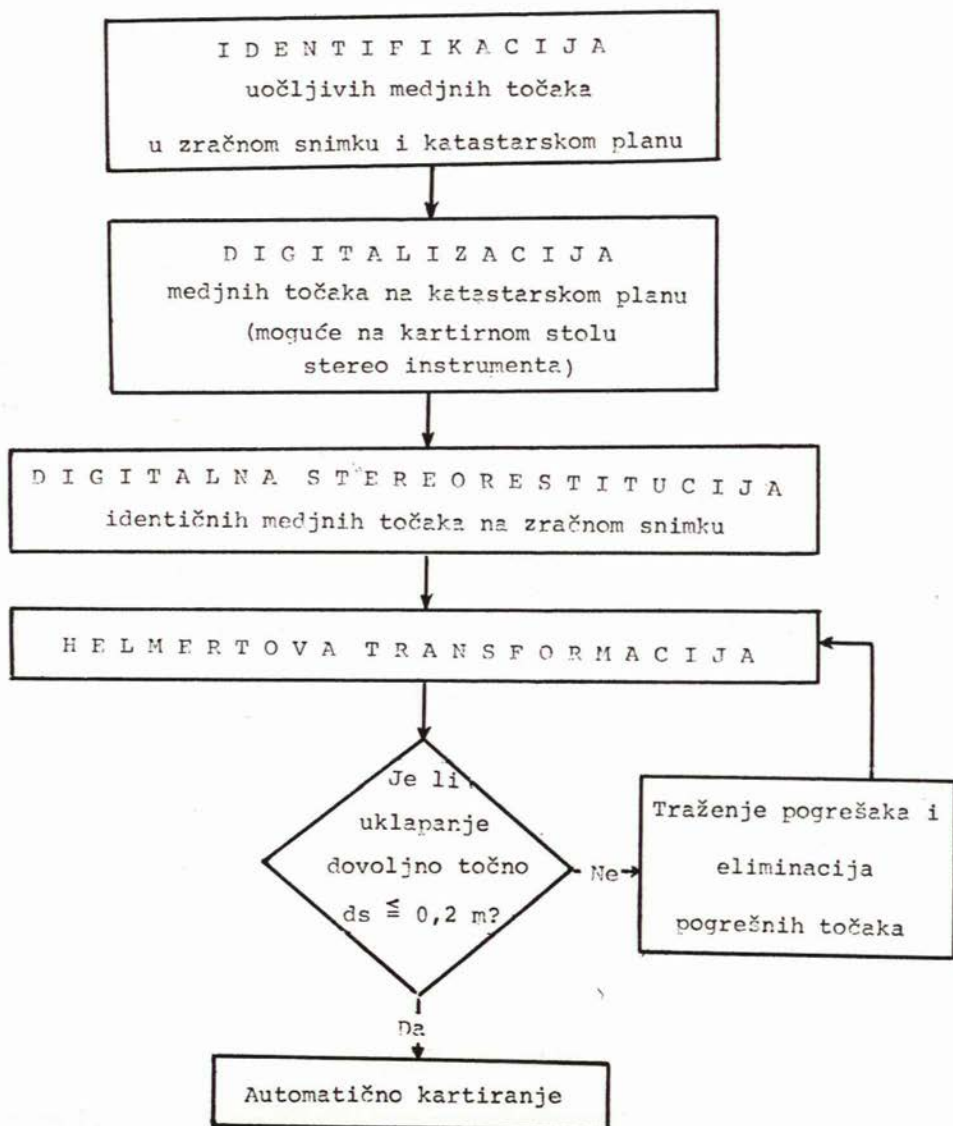
Za fotogrametrijsko snimanje zgrada, posebno su prikladna područja gdje je

- ubrzan je proces kartiranja; povećava se točnost posebno u slučajevima kada se sadržaj zračnog snimka teže uklapa u katastarski plan, jer se ukapa na osnovi računskog izravnjanja; automatsko kartiranje zgrada uz posebne programe; dovoljna je samo relativna orijentacija stereomodela:

Proces digitalnog kartiranja prikazan je na (sl. 6).

Digitalno predočivanje zgrada

s računskim uklapanjem i automatiziranim kartiranjem



Sl. 6

LITERATURA

- [1] Bauer, H.: Bemerkungen zur Katasterphotogrammetrie. Vermessungstechnische Rundschau 1973, 4, str. 121—132.
- [2] Bauer, H.: Homogene Katasterdaten aus Luftbildern und nach dem Orthogonalverfahren. Zeitschrift für Vermessungswesen 1973, 12,
- [3] Brindöpke, W.: Photogrammetrische Gebäudeeinemessung-Erfahrungen und Ergebnisse, Nachrichten d. Nds. Verm. u. kat. Verw. 1975, str. 19—36.
- [4] Fostner W., Gonewein H.: Photogrammetrische Punktbestimmung aus extrem grossmasstäbigen Bildern. Allgemeine Vermessungsnachrichten 1972, 2, str.: 271—281.
- [5] Gassner, K.: Superweitwinkelkammer als Informationsquelle zur Bestandaufnahme in Stadtgebieten. Vermessungswesen und Raumordnung 1975. str. 337—347.
- [6] Grün, A.: Anwendung der modernen Präzisionsphotogrammetrie in der Netzverdichtung und Katastralvermessung. Zeitschrift für Vermessungswesen 1979, 3, str. 85—96.
- [7] Hirsch, O.: Flurkartenerneuerung unter Berücksichtigung verschiedener Aufnahmeverfahren. Zeitschrift für Vermessungswesen 1973, 12,
- [8] Möllering, H.: Photogrammetrische Gebäudeeinemessung-Erfahrungen und Ergebnisse. Nachrichten d. Nds. Verm. u. Verw. 1975. str. 19—36.
- [9] LVA NW: Richtlinien für die photogrammetrische Bestimmung von Vermessungspunkten bei Katastervermessungen. Landesvermessungsamt Nordrhein Westfalen 1978.
- [10] Leuenbergen Chr. Testphotogrammetrische Fixpunktverdichtung Zürich-Höngg. Vermessung-Photogrammetrie-Kulturtechnik 1977, str. 198—201.
- [11] WILD: A—10 prospekt P1 217. i P1—422 d/XII—1978.

SAŽETAK

Suvremeni katastar ako ne prikazuje ažurno u svojoj evidenciji promjene na zemljištu, posebno zgrade, gubi na svom značaju.

Registriranje promijenjenih sadržaja na zemlji teško se prati, i u onim zemljama za koje uvijek pretpostavljamo, da u svom materijalnom bogatstvu, razvijenoj tehnologiji i dobroj organizaciji posla sve mogu postići. Prema tome i na osnovi takve spoznaje ne trebamo biti samozadovoljni, ali možemo biti smireni, da to nije samo naša jugoslavenska geodetsko katastarska osobenost.

Fotogrametrija je svojim razvojem kao posebne geodetsko katastarske tehnološke discipline, sve prisutnija na svim geodetskim područjima pa tako i kao *katastarska fotogrametrija*. Ona preuzima sve veću i odgovorniju ulogu u održavanju katastra u suvremenom svijetu geodezije, kao i kod nas u Jugoslaviji.

Ovaj članak posvećen je, za katastarsku službu značajnom i pažnje vrijednom događaju, nabavi, u jugoslavenskim mjerilima prvog, Wildovog stereoautografa A 10 u katastarskoj službi i to u zagrebačkom Zavodu za katastar i geodetske poslove i time otvaranju vrata novoj tehnologiji u održavanju katastra — KATASTARSKOJ FOTOGAMETRIJI.

U ovome času treba čestitati mudrima i dati im podršku, da ne posustanu i da ne izgube hrabrost, jer na njihovoj je strani budućnost. Sigurno je da se svi dobronamjerni geodetski stručnjaci u Republici vesele njihovom uspjehu i na njemu im čestitaju, a posebno kolege i geodeti u Zagrebu.

ZUSAMMENFASSUNG

Wenn ein moderner Liegenschaftskataster in seiner Ewidenzhaltung nicht den neusten und veränderten Stand am Grund und Boden nachweisen kann, durch

schnellere und umfassendere Fortführung des Gebäudebestandes, er verliert an seiner Bedeutung.

Es ist war und klar, dass auch in den Länder, für welche wir uns immer die Vorstellung machen, dass bei denen wegen bestehenden Vermögen, entwickelter Technologie und guter Arbeitsorganisation alles klappt, solche Fortführung auch einerseits sehr langsam, andererseits auch oft recht unvollständig geschieht.

Diese Konstatation soll uns nicht befriedigt lassen, aber kann uns jedenfalls beruhigen, dass der Anzahl der Rückstände bei der Bauwerkseinmessungen im Liegenschaftskataster nicht nur jugoslawischer Vermessungsspezialität ist.

Als wirksame Massnahme zur Forderung der Gebäudemessung hat sich der Einsatz der Photogrammetrie erweisen, nach dem die Geforderte hohe Genauigkeit durh instrumentelle, sowie Verfahren und rechentechnische Weiterentwicklungen ohne Schwierigkeiten eingehalten werden kann.

Nachdem die Zagreber Anstalt für Kataster und Vermessungsdienst einen Wild Alo, für die Zwecke der Fortführungsarbeiten im Katasterwesen geschafft hat, diese Anschrift ist zu diesen Fall gewidmet.