

UDK 528.936

Originalan znanstveni rad

## UKLANJANJE KARTOGRAFSKE DEFORMACIJE KARTISTOM\*

Paško LOVRIĆ — Zagreb\*\*

### 1. UVOD

Kartografska deformacija je promjena nosioca kartografskog crteža pod utjecajem temperature, vlage i starenja. Ona se najjednostavnije može ustanoviti uspoređivanjem stvarnih dimenzija okvira polja karte s njegovim teoretskim dimenzijama. Stvarne dimenzije obično su manje od teoretskih, pa takvu deformaciju nazivamo *usuš*.

Kartografska deformacija javlja se bez obzira na primijenjeni nosilac crteža. Međutim, kod papira pa i listova plastične mase, kartografske deformacije mogu iznositi od jedne desetinke do nekoliko milimetara na metar, što ovisi o kemijskom sastavu, načinu izrade i dorade nosioca. Pri tome je posebno značajno, da promjene nosioca kartografskog crteža nisu jednake u smjeru njegove izrade i okomito na taj smjer. Tako od kvadrata može nastati pravokutnik, a od pravokutnika s jednim odnosom stranica, pravokutnik s drugim odnosom stranica.

Deformirani kartografski original, pa i umnoženi primjerci karata, pričinjavaju teškoće pri upotrebi i održavanju. Zato se odavna nastoji da se tu pronađu metode za uklanjanje kartografskih deformacija. Ranije su s promjenljivim uspjehom primjenjivane slijedeće metode:

- vlaženje originala
- rezanje u pojaseve (trake) i razmicanje
- istezanje tiskovnih formi prije tiska.

Kartografska deformacija može se danas uspješno ukloniti primjenom reprodukcijске kamere. Poznati su postupci što su ih razvili RUDIGER FINSTERWALDER, WILFRIED KLOPPENBURG i tvrtka KLIMSCSH [4].

Poznato je da se preslikavanje reprodukcijском kamerom izvodi po pravilima centralne projekcije i da se pravokutnik ne može preslikati u kvadrat. U slučaju da su kartografske deformacije različite, u jednom smjeru i okomito na njega, trebalo bi od pravokutnika s odnosom stranica  $a' : b'$  preslikavanjem dobiti pravokutnik sa odnosom stranice  $a : b$  tako da bude

$$a' : b' \neq a : b$$

Ovo je moguće postići reprodukcijском kamerom tek s dva uzastopna snimanja. Prilikom prvog snimanja pravokutnik sa stranicama  $a'$  i  $b'$  prevedu se najprije u trapez određenog oblika, a zatim se ponovnim snimanjem tog trapeza dobija pravokutnik sa željenim odnosom stranica  $a$  i  $b$ .

\* U ovom radu objavljuju se rezultati istraživanja što ih financira Samoupravna interesna zajednica za znanstveni rad (SIZ III), a koji se izvode u okviru projekta »Temeljna istraživanja na području geodezije« i zadatka »Znanstvene osnove razvoja kartografije u SR Hrvatskoj«.

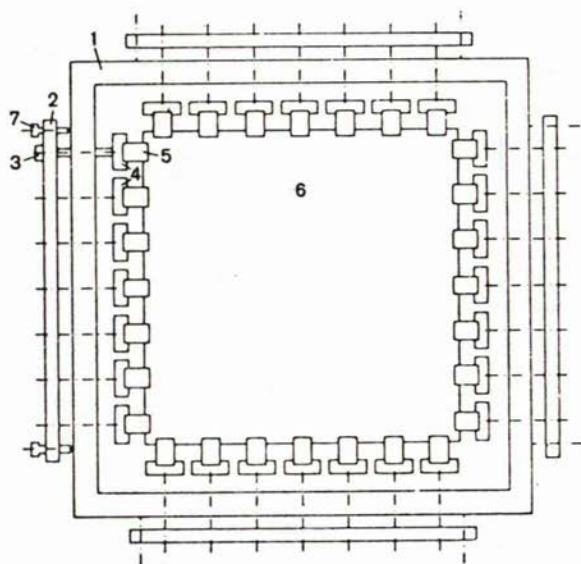
\*\* Adresa autora: Prof. dr Paško Lovrić, Geodetski fakultet Zagreb, Kačićeva 26

Visoka cijena nabave reproduksijske kamere (oko 2 000 000 din), a pogotovo potreba da se izvedu dva snimanja na skupom materijalu za koja treba i do 4 radna sata, poticala su traženje drugih rješenja.

## 2. KARTIST

Zemaljska geodetska uprava Baravske u Münchenu (Bayerisches Landesvermessungsamt) u svijetu je poznata po svojoj litoteci ili kamenoteci u kojoj se čuvaju na litotamnijskom vapnencu izvedeni originali katastarskih planova s početka prošlog stoljeća. Zbog nespretnosti u radu s litografskim kamenima, prenijet je prije 30 godina njihov sadržaj pretiskom na listove plastične mase. Međutim, primijenjeni listovi plastične mase na bazi acetatne celuloze pod nazivom *klarcel* su doživjeli u međuvremenu neprihvatljive deformacije. To je bio motiv dr inž. *Gerfriedu Appeltu* da pronađe jednostavan i relativno jeftin uređaj (oko 200 000 din) za uklanjanje kartografskih deformacija istezanjem. Autor je svoj uređaj opisno nazvao »Folienspannrahmen«, a mi smo mu dali ime »kartist« [1], [2].

Bitna pretpostavka za njegovu primjenu proizlazi iz činjenice, da se mnogi listovi plastične mase mogu homogeno istezati za male iznose. Na žalost, među njima se ne nalaze listovi plastične mase na bazi PVC-akrilata, kakav je u nas mnogo upotrebljavani »astralon«. Međutim, homogeno se mogu istezati listovi plastične mase na poliestarskoj osnovi, kao što su »pokalon«, »hostafan«, »ehter«, »cronar« i dr



Sl. 1. Shematski prikaz kartista

Na slici 1 prikazani su glavni dijelovi kartista. To su:

1. okvir
2. letvice za napinjanje
3. drugi vijci
4. tračnice-vodilice hvataljki
5. hvataljke
6. ploča od pleksiglasa na staklenoj ploči
7. glavni vijci

Postupak rada s *kartistom* teče ovako: Kartografski original učvršćuje se na sva četiri kraja hvataljkama i isteže glavnim a po potrebi i svakim pojedinim dugim vijkom na teoretske dimenzije. Kada su one ostvarene *kartist* se pretvara u svojevrstan okvir za kopiranje i uz pomoć odgovarajuće svjetiljke kopira na film ili diazofoliju. Na taj način dobija se kopija originala, koja ima teoretske dimenzije.

Za slučaj da su stvarne dimenzije kartografskog originala veće od teoretskih, deformacije se uklanjaju potupno. Najprije se na *kartistu* napne nosilac kopije, umjesto kartografskog originala. Ovo istežanje mora biti toliko, da nakon kopiranja prevelikog kartografskog originala na napeti nosilac kopije, otpuštanja hvataljki i vraćanja nosioca kopije na izvorne dimenzije, budu dimenzije kartografskog crteža na njemu manje od teoretskih. Sada se u ponovljenom postupku tako dobijene kopije istežu na *kartistu* do teoretskih dimenzija pa se izradi nova kopija na kojoj će crtež imati teoretske dimenzije.

### 2.1. Moguća primjena kartista

U prošlom stoljeću, od 1817. godine, izrađeni su za cijeli teritorij SR Hrvatske katastarski planovi, uglavnom u mjerilu 1:2880. Time je stvoren, kroz tzv. staru izmjeru, jedan od najznačajnijih dijelova našeg postojećeg kartografskog fonda. Terenske promjene, porasli zahtjevi za potpuni prikaz i njegovu točnost, i proteklo vrijeme od 160 godina, učinili su mnoge planove stare izmjere koji se još uvijek koriste na 85% površine SR Hrvatske, manje ili više ograničeno upotrebljivim.

Napori učinjeni posljednjih 50, a pogotovo zadnjih 30 godina, da se planovi stare izmjere zamijene planovima dobijenim u postupku tzv. nove izmjere ili kroz komasacije zemljišta, dali su općenito značajne rezultate. Međutim, planovima u mjerilima 1:1000, 1:2000 ili 1:2500 pokriveno je u tom razdoblju svega oko 15% površine SR Hrvatske.

Prema navedenom, katastarski planovi stare izmjere bit će za mnoge katastarske općine još više decenija u upotrebi. Zato su razumljiva nastojanja općinskih geodetskih organa da se ovi planovi postupno obnavljaju. Kako će se vidjeti iz slijedećih odjeljaka, primjena *kartista* pri ovoj obnovi može biti značajna.

Novom izmjerom izrađeni su katastarski planovi za mnoga naša područja, na kojima je u međuvremenu došlo do vrlo intenzivnog, posebno urbanističkog razvoja. Zato i ovdje postoji potreba za obnovom ili preradom katastarskih planova, pri čemu se može vrlo uspješno primijeniti *kartist*. Slično se može reći i za Osnovnu državnu kartu u mjerilu 1 : 5000, koja se postupno izrađuje zadnja tri desetljeća i kojom je do danas pokriveno oko 30% teritorija SR Hrvatske. Na područjima gdje su nastale značajne promjene, bilo bi neophodno pristupiti obnovi listova ODK 1 : 5 000, pri čemu *kartist* može imati također određenu primjenu. Iz navedenih primjera moguće primjene *kartista* a naročito iz kasnijih objašnjenja pojedinačne primjene, lako je izvesti i njegove brojeve druge geodetske i negeodetske primjene na uklanjanju deformacija tehničkih crteža.

### 3. ISTRAŽIVANJA

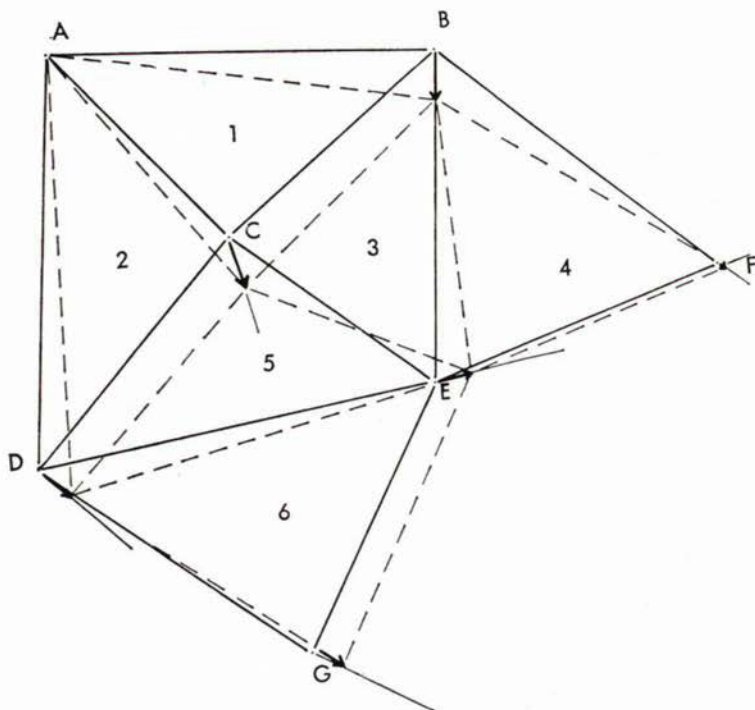
Istraživanje na *kartistu* omogućila je Zaklada Alexander von Humboldt iz SR Njemačke, koja je na prijedlog autora ovog rada, poklonila Zavodu za kartografiju Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu jedan od četiri do sad izrađena prim-

jerka uređaja. Od 3. 04. 1979. godine, kada je *kartist* stavljen u upotrebu, obavljena su na njemu brojna ispitivanja i izvršeni određeni zadaci.

U uvodu je navedeno da se kartografska deformacija okvira polja karte može najjednostavnije odrediti uspoređivanjem njegovih stvarnih dimenzija s teoretskim. Ako je deformacija jednako (linearno) raspoređena uzduž jedne osi i okomito na nju, tada dobiveno odstupanje označava i veličinu deformacije u bilo kojoj točki polja karte. Točniji uvid o deformacijama u polju karte dobit će se ako se usporede stvarna i teoretska decimetarska (poludecimetarska ili palčana) mreža. Još pouzdaniji uvid će se dobiti ako se dodatno usporede stvarne i izvorne koordinate većeg broja točaka u polju karte. Ovdje će se prvo obraditi posljednji najpovoljniji slučaj.

### 3.1. Uklanjanje deformacija u cijelom polju karte

U istraživačkom zadatku Inštituta za geodeziju in fotogrametriju Fakultete za gradbeništvo in geodeziju u Ljubljani, čiji je nosilac prof. Ivan Čuček, trebalo je ukloniti deformacije na dijelu katastarskog plana na temelju poznatih izvornih koordinata za sedam točaka plana. Na slici 2 prikazana je figura od šest trokuta nastala spajanjem odgovarajućih točaka. Vektorima su označene deformacije u pojedinim točkama. Kako se vidi, one su različitog smjera te iznose i preko 1% dužine stranice. Naime, u ovom slučaju izvorne koordinate nadomještene su naknadno određenim koordinatama detaljnih točaka, koje su se na planu i na terenu mogle nedvosmisleno identificirati, pa ustavnovljena deformacija u ovom slučaju sadrži i pogrešku izmjere u pojedinoj točki.



Slika 2: Deformacije u poznatim točkama na dijelu katastarskog plana stare izmjere. Mjerilo crteža = 1 : 10, mjerilo vektora = 1 : 1

*Kartistom* je u pravilu moguće ukloniti jednoličnu deformaciju do 0,4%. Zato se ovaj zadatak mora rješavati po trokutima i to kombiniranom primjenom *kartista* i *reprodukcijske kamere*.

Za pojedine trokute zadatak se odvijao, uključujući potrebne translacije i rotacije, kako slijedi:

Trokut 1

— prvi korak: fotografsko smanjenje zbog predugih stranica  $\overline{AB}$  i  $\overline{AC}$

— drugi korak: istežanje stranice  $\overline{CB}$

Trokut 2

— prvi korak: fotografsko smanjenje zbog predugih stranica  $\overline{AC}$  i  $\overline{AD}$

— drugi korak: istežanje stranice  $\overline{DC}$

Trokut 3

— prvi korak: istežanje stranice  $\overline{BC}$

— drugi korak i treći korak: istežanje stranice  $\overline{BE}$  i  $\overline{CE}$

Trokut 4

— prvi korak: fotografsko povećanje zbog velike deformacije stranice  $\overline{BE}$

— drugi korak i treći korak: istežanje stranice  $\overline{BE}$

Trokut 5

— prvi korak: fotografsko smanjenje zbog prevelike stranice  $\overline{DE}$

— drugi korak i treći korak: istežanje stranica  $\overline{CD}$  i  $\overline{CE}$

Trokut 6

— prvi korak: fotografsko smanjivanje zbog prevelikih stranica  $\overline{DE}$  i  $\overline{EG}$

— drugi korak i treći korak: istežanje stranica  $\overline{DE}$  i  $\overline{DG}$

Navedenim postupcima uklonjene su u cjelosti deformacije uzduž stranica pojedinih trokuta. Kako su oni razmjerno mali, može se s velikom vjerovatnosti tvrditi, da su deformacije uklonjene i unutar pojedinog trokuta.

Na kraju treba napomenuti, da je primjena reprodukcijske kamere i višestruka primjena *kartista* zahtijevala relativno veliki utrošak vremena i materijala.

### 3.2. Uklanjanje deformacija uzduž okvira polja karta

Za naše katastarske planove stare izmjere može se doći do teoretskih koordinata dovoljnog broja točaka u polju karte jedino opsežnim radovima na terenu. Ako se ti radovi ne mogu izvesti, ostaje jedino da se deformacije ustanove na temelju poznatih teoretskih dimenzija okvira polja karte i palčane mreže. Na sedam listova K. o. Rasinja (Koprivnica) odredile su se deformacije na taj način i ustanovljeno je da prosječno odstupanje listova po dužoj stranici  $a$ , odnosno po kraćoj stranici  $b$  iznosi:

$$\Delta a = -0,90 \text{ cm} = 1,37 \%$$

$$\Delta b = -0,49 \text{ cm} = 0,93 \%$$

Ovako velike i nejednolične deformacije nije moguće ukloniti u jednom koraku reproduksijskom kamerom a ni *kartistom*. Zato je najprije izvršeno povećavanje reproduksijskom kamerom, pri čemu su u znatnijoj mjeri uklonjene deformacije po kraćim stranicama b. Kakon ovog postupka prosječna odstupanja iznosila su:

$$\Delta a_F = - 0,46 \text{ cm} = 0,70 \%$$

$$\Delta b_F = - 0,12 \text{ cm} = 0,23 \%$$

Zbog još uvijek prevelikih i nejednoličnih deformacija, za njihovo cjelovito uklanjanje bila je potrebna dvostruka i trostruka primjena kartista. Nakon prvog istezanja kartistom prosječna odstupanja iznosila su:

$$\Delta a_I = - 0,23 \text{ cm} = 0,35 \%$$

$$\Delta b_I = - 0,04 \text{ cm} = 0,08 \%$$

Nakon drugog istezanja kartistom prosječna odstupanja iznosila su:

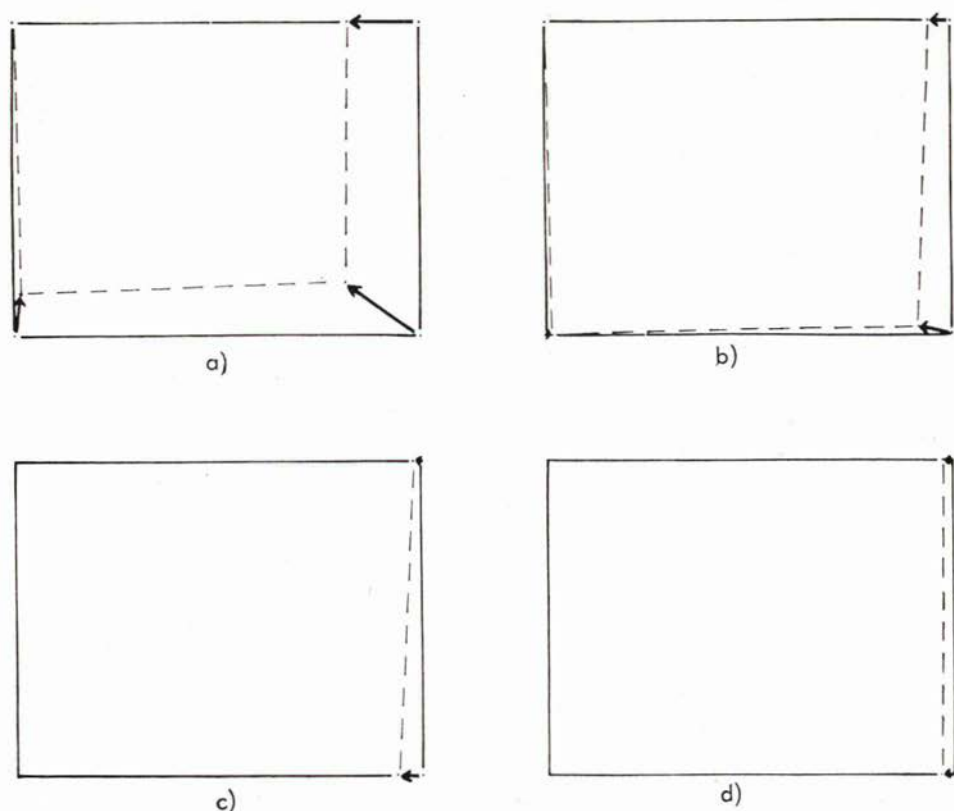
$$\Delta a_{II} = - 0,07 \text{ cm} = 0,11 \%$$

$$\Delta b_{II} = - 0,02 \text{ cm} = 0,04 \%$$

Nakon trećeg istezanja u cijelosti su uklonjene deformacije na svim listovima.

Tablica 1: Sumarni pregled uklanjanja deformacija (usuha) na listovima K. o. Rasinja (Koprivnica) [1/10 mm]

List	Original		Reprokamera-fotografija		Kartist-kopija I		Kartist-kopija II		Kartist-kopija III	
	$\Delta a$	$\Delta b$	$\Delta a_F$	$\Delta b_F$	$\Delta a_I$	$\Delta b_I$	$\Delta a_{II}$	$\Delta b_{II}$	$\Delta a_{III}$	$\Delta b_{III}$
1	115	66	35	00	10	00	17	00	00	00
	130	85	60	13	40	00	15	00	00	00
3	90	48	45	00	25	00	15	00	00	00
	115	90	55	48	40	28	17	13	00	00
6	66	31	55	15	35	00	15	00	00	00
	66	24	55	08	35	00	15	00	00	00
8	92	42	45	06	07	00	00	00	—	—
	70	47	30	12	00	00	00	00	—	—
9	88	57	25	10	00	00	00	00	—	—
	114	48	55	00	35	00	00	00	—	—
11	75	38	30	05	00	00	—	—	—	—
	80	33	35	00	00	00	—	—	—	—
12	82	30	65	18	45	08	00	02	00	00
	77	48	60	33	45	23	03	18	00	00
Pros.	90	49	46	12	23	04	07	02	00	00
%	1,37	0,93	0,70	0,23	0,35	0,80	0,11	0,04	—	—



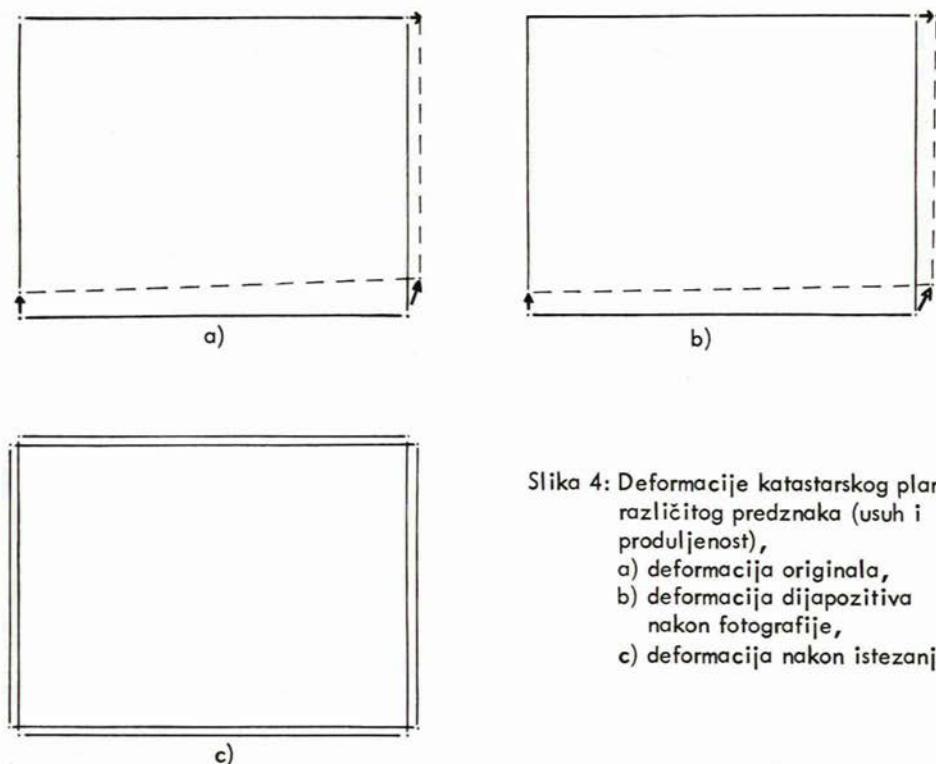
Slika 3: Deformacije katastarskog plana: a) deformacije originala, b) deformacije dijapozitiva nakon fotografije, c) deformacije nakon prvog istezanja kartistom, d) deformacije nakon drugog istezanja kartistom. Trećim istezanjem kartistom deformacije su uklonjene. Mjerilo crteža = 1 : 10, mjerilo vektora = 1 : 1.

Slikom 3 ilustriran je opisani postupak, a u tablici 1 navedeni su svi podaci o deformacijama u pojedinim odijelcima njihovog uklanjanja.

Proizlazi iz izloženog da primjenom reprodukcijske kamere i kartista uspješno je i u ovom slučaju postupno ukloniti u cijelosti deformacije originala. Time je bitno popravljena uporabna vrijednost obnovljenih katastarskih planova. Međutim, i ovdje treba naglasiti da je uklanjanje deformacija, zbog njihovog iznosa, izvedeno uz veliki utrošak vremena i materijala.

### 3.3. Deformacije različitog predznaka

Na katastarskim planovima stare izmjere u mjerilu 1 : 2 880 za K. o. Tomaš (Bjelovar), ustanovljene su deformacije različitog predznaka — usuh i produžetak (usp. tablicu 2). Ovakvu, teško objašnjivu deformaciju moguće je ukloniti na način koji je opisan u odjelku 3.2., s tim da se reprodukcijom kamerom izvede najprije smanjenje i ukloni produženje u jednom smjeru, a poveća usuh u smjeru okomitom na njega. Time bi usuh u jednom smjeru bio 0%, a u drugom smjeru oko 1,40%. Za uklanjanje ovako velikog usuha u jednom smjeru trebalo bi primijeniti kartist uzastopno prosječno četiri puta.



Slika 4: Deformacije katastarskog plana različitog predznaka (usuh i produljenost),  
 a) deformacija originala,  
 b) deformacija dijapozitiva nakon fotografije,  
 c) deformacija nakon istezanja

Kako se radilo o praktičnom zadatku, za čije izvođenje investitor nije mogao snositi velike troškove, on je riješen na slijedeći način. Okviru lista određene su nove dimezije tako, da bude sačuvana teoretska površina polja karte i da se eliminacija deformacija u odnosu na nove dimezije izvede uz što manje vremena i troškova. U tablici 2 dane su nove teoretske dimezije, a na slici 4 ilustriran je cijeli postupak.

Tablica 2: Sumarni pregled uklanjanja deformacija različitog predznaka na listovima K. o. Tomaš (Bjelovar)

List	Original a = 65,85 b = 52,68		Reprokamera- fotografija a' = 66,20 b' = 52,40		Kartist- kopija I		Kartist- kopija II		Kartist- kopija III	
	$\Delta a$	$\Delta b$	$\Delta a'_F$	$\Delta b'_F$	$\Delta a'_I$	$\Delta b'_I$	$\Delta a''_I$	$\Delta b''_I$	$\Delta a'''_I$	$\Delta b'''_I$
1	+23	-40	-05	-10	00	00	—	—		
	+20	-63	-04	-24	00	00	—	—		
3	+28	-53	-20	-20	00	-04	00	00	—	—
	+06	-88	-20	-30	00	-14	00	00	—	—
5	+27	-43	-15	-20	00	-05	00	00	—	—
	00	-78	-30	-45	-10	-15	00	00	—	—
6	+38	-40	-00	00	00	00	—	—		
	+25	-50	-05	-25	00	00	—	—		
Prosj.	+21	-57	-12	-22	-01	-05				
%	0,32	1,08	0,18	0,42	0,01	0,10				



### 3.4. Zaključak o istraživanjima

Kako proizlazi iz primjera koji su u prethodnim odjelcima opisani, *kartistom* se mogu jednostavno ukloniti deformacije karata ako se radi o usuhu, ako je original na prozirnom nosiocu i ako usuh nije veći od 0,4%. Ako se original nalazi na neprozirnom nosiocu, ako postoji produžetak originala ili ako postoji usuh veći od 1%, potrebno je u postupak uklanjanja deformacija *kartistom* uključiti i reprodukciju kameru. Višestruka primjena kartista i reprodukcije kamere ima svoje puno opravdanje samo onda, ako se deformacije mogu pouzdano ukloniti i u polju karte, dakle ako se uklanjanjem deformacije dobiva, po suvremenim kriterijima točan i cjelovit grafički prikaz.

Pouzdana uklanjanje deformacija u polju karte može se izvesti samo na temelju poznatih izvornih koordinata, a uklanjanje i pogrešaka izmjere, kako je to bio slučaj u odjelku 3.1, može se izvesti na temelju novoodređenih koordinata detaljnih točaka koje su nedvosmisleno identificirane na terenu i na planu. Ako se donese odluka da se provedu opsežni terenski radovi na određivanju koordinata dovoljnog broja točaka u polju karte, trebalo bi ispitati da li bi bilo racionalnije *umjesto analognog postupka kartistom, primijeniti digitalni postupak uklanjanja deformacija*, tj. izvršiti digitalizaciju svake točke plana stare izmjere, provesti računsku obradu na uklanjanju deformacija te izvršiti kartiranje na ploteru; kako se to radi u susjednoj Austriji [3]. Bez obzira da li će se nakon ispitivanja pri obnovi naših katastarskih planova nastalih u staroj izmjeri dati, prednost digitalnom postupku, *kartist* ima i imat će široku svakodnevnu primjenu.

## 4. PRIMJENA

Poznato je da su naši topografsko-katastarski planovi nastali u postupku tzv. nove izmjere i Osnovna državna karta u mjerilu 1 : 5 000 (ODK 1 : 5 000) visoke unutrašnje točnosti. Međutim, mnogi njihovi originali su deformirani, najčešće usušeni, pa ako ih treba neposredno primijenjivati ili obnavljati, neophodno je prethodno eliminirati deformacije. Za eliminaciju usuha do 0,4% najprikladnije je primijeniti *kartist*. On će naći svoju primjenu i u slučajevima kada treba koristiti podatke nove izmjere zajedno s podacima stare izmjere. U idućim odjelcima opisat će se neki tipični primjeri primjene *kartista*.

### 4.1. Dvostruko povećanje katastarskih planova

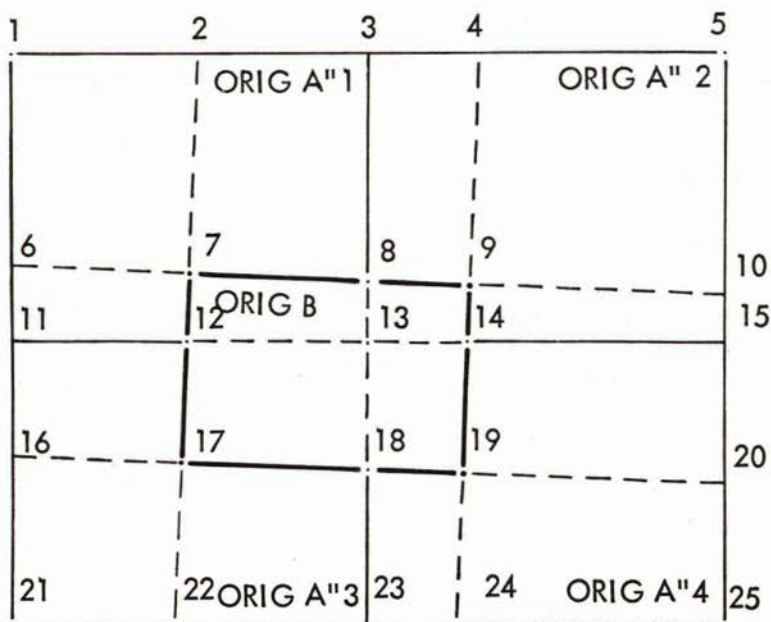
Za različite potrebe, posebno pri izradi katastra podzemnih vodova, sve se češće povećavaju katastarski planovi u mjerilu 1 : 1000 u mjerilo 1 : 500, odnosno planovi u mjerilu 1 : 2 000 u mjerilo 1 : 1 000. Male, najčešće nejednolične deformacije mogu se u ovom slučaju bez teškoća, uz male troškove, ukloniti *kartistom* na slijedeći način. Od originala plana, najčešće na neprozirnom nosiocu, izradi se pomoću reprodukcije kamere negativ crteža, koji treba biti u mjerilu što je moguće bližem teoretskom mjerilu. Pojedini list u dvostruko krupnijem mjerilu dobija se povećanjem (prosvjetljavanjem) četvrtinke negativa originala, pri čemu se može također ukloniti dio deformacije.

Nakon ovoga ostaje u pravilu usuh samo uzduž jedne osi, koji se može lagano ukloniti istezanjem na *kartistu*.

#### 4.2. Promjena mjerila i obnova katastarskih planova stare izmjere

Za dijelove katastarskih općina u SR Hrvatskoj, npr. za priobalne dijelove primorskih katastarskih općina, postoje katastarski planovi u mjerilu 1 : 1 000 ili 1 : 2 000, dobijeni novom izmjerom, dok za preostale dijelove, u pravilu ekonomski manje značajne, postoje katastarski planovi u mjerilu 1 : 2 880, dobijeni starom izmjerom. Smatra se korisnim da se planovi stare izmjere dovedu u mjerilo planova nove izmjere i preoblikuju tako, da odgovaraju njihovoj podjeli na listove. Rješenje ovog zadatka, kada su planovi nove izmjere u mjerilu 1 : 2 000, teče ovako.

Najprije treba izračunati mjerilo katastarskog plana, nazivimo ga original A, čije je teoretsko mjerilo 1 : 2 880, a ima npr. po osi  $x'$  usuh od 0,2%, a po osi  $y'$  usuh od 0,4%. Ta mjerila su  $M_{x'} = 1 : 2 885,76$  i  $M_{y'} = 1 : 2 891,52$ . Sada se pomoću reproduksijske kamere izvede povećanje originala A po osi  $x'$  u mjerilo 1 : 2 000. Na taj način plan nije dovoljno povećan po osi  $y'$ , pa se njegovo dovođenje u mjerilo 1 : 2 000 po toj osi mora izvesti istežanjem pomoću *kartista*. Tako nastaje original A'' (usp. sliku 5).



Slika 5: Povećanje listova planova u mjerilu 1 : 2880 u starom sustavu u mjerilo 1 : 2000 i preoblikovanje listova prema podjeli na listove u sustavima GK projekcije.

Transformacijom koordinata najprije se izračunaju koordinate uglova originala A'' u Gauss-Krügerovoj projekciji (točke 1, 3, 11 i 13 na slici 5) i upišu uz odgovarajuće uglove, a zatim se interpolacijom odrede na okviru točke presjeka s linijama okvira originala B (točke 2, 6, 8 i 12 na slici 5). Tako su dobijeni elementi za rezanje originala A''.

Original B nastaje montažom dijelova originala A'' pojedinih listova na nosilac montaže, na kojemu je prethodno iskartiran okvir originala B (točke 7, 9, 17 i 19 na slici 5), decimetarska mreža i točke uglova originala A (točka 13 na slici 5) te točke presjeka okvira originala A s originalom B (točke 8, 12, 14 i 18 na slici 5)

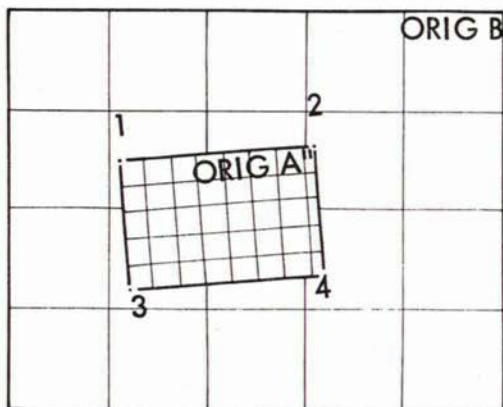
#### 4.3. Unošenje rezultata nove izmjere u katastarske planove stare izmjere

Izmjera novoizgrađenih objekata, npr. nove ceste ili novog dijela naselja, izvodi se u pravilu u Gauss-Krügerovoj projekciji i u mjerilu 1 : 1 000, 1 : 2 000 ili 1 : 2 500. Ako se za odgovarajuće katastarske općine održavanje katastra provodi na planovima stare izmjere u mjerilu 1 : 2 880, tada je neophodno da se podaci o novim objektima unesu u njih.

Rješenje ovog zadatka teče na ovaj način:

Najprije se izračuna mjerilo po osi  $x'$  i osi  $y'$  katastarskog plana, čije je teoretsko mjerilo 1 : 2 880, a npr. ima po osi  $x'$  usuh od 0,2% a po osi  $y'$  usuh od 0,4%. Ta mjerila su  $M_{x'} = 1 : 2 885,76$  i  $M_{y'} = 1 : 2 891,52$ . Nakon ovoga, pomoću reprodukcijске kamere, smanjuje se original A u mjerilo 1 : 2 891,52, a zatim se pomoću kartista istegne u smjeru  $x'$  u mjerilo 1 : 2 885,76. Ovako deformirani original A označimo sa  $A''$  (usp. sliku 6).

200 hv.



Slika 6: Smanjenje i uklapanje lista plana u mjerilu 1 : 1000 u GK projekciji u list plana u mjerilu 1 : 2880 u starom sustavu.

Sada se transformirane koordinate uglova lista originala A kartiraju na original B, uzimajući u obzir njegove deformacije (točke 1, 2, 3 i 4 na slici 6). Na ovaj način dobijeni su elementi za uklapanje originala  $A''$  u original B.

Prijenos podataka originala A u original B izvodi se precrtvanjem ili kopirnim postupcima.

#### 4.4 Unošenje posjedovnih odnosa na Osnovnu državnu kartu

Osnovna državna karta u mjerilu 1 : 5 000 izrađuje se postupno i za teritorij SR Hrvatske. Mnoge djelatnosti, posebno šumarska privreda, prihvatile su ovu kartu i kao temeljnu kartu za istraživanje, organizaciju i prikaz rezultata svog rada. Međutim, u mnogim slučajevima uporabna vrijednost ODK 1 : 5 000 smanjena je zbog nepostojanja prikaza posjedovnih odnosa. Za područje Gorskog kotara, Šumsko gospodarstvo Delnice ovaj nedostatak ODK 1 : 5 000 rješava na slijedeći način.

Katastarski planovi u mjerilu 1 : 2 880, sa različitim usuhima po jednoj i drugoj na nju okomitoj osi, smanjuju se u mjerilo oko 1 : 5 000 reprodukcijском kamerom, pri čemu se nastoji eliminirati manji usuh. Preostali usuh po jednoj i drugoj osi uklanja se pomoću *kartista*. Slično kako je opisano u odjeljku 4.2 i ilustrirano slikom 5, ovaj put iz dijelova smanjenih katastarskih planova formira se novi list — katastarski plan u mjerilu 1 : 5 000 — koji po veličini i koordinatama uglova okvira lista odgovara određenom listu ODK 1 : 5 000. Tako se kao dragocjena dopuna topografskom sadržaju ODK 1 : 5 000, dobija »matrica« s katastarskim stanjem.

#### 4.5 Zaključak o primjeni

Velike deformacije i pretpostavljena mala unutrašnja točnost ograničavaju široko zasnovanu, racionalnu upotrebu *kartista* na sistematskoj obnovi katastarskih planova nastalih u postupku stare izmjere. Međutim, u ovom poglavlju opisano je nekoliko aktuelnih kartografskih zadataka istovremene primjene planova i karata nastalih u staroj i u novoj izmjeri, te Osnovne državne karte, kod kojih je primjena *kartista* izuzetno dragocjena.

#### 5. LITERATURA

- [1] APPELT, G.: Die Massberichtigung von Kartenoriginalen mit Hilfe eines Folienspannrahmens. Allgemeine Vermessungstechnische Nachrichten, 1976, sz. 8—9, str. 278—283
- [2] APPELT, G.: Kartist — uređaj za uklanjanje deformacija kartografskih originala. Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu — Zavod za kartografiju 1979.
- [3] FRANČULA, N.: Primjena automatizacije u transformaciji sadržaja planova Starih koordinatnih sustava u Gauss-Krügerovu projekciju. Zbornik radova savjetovanja Kartografska dokumentacija u društveno-političkim zajednicama (općinama), Dubrovnik 1977, str. 215—229.
- [4] KLOPPENBURG, W.: Die kartographische Reproduktion. Dümmler, Bonn 1972.

#### SAŽETAK

Kartografska deformacija je promjena nosioca kartografskog crteža pod utjecajem temperature, vlage i starenja. Ona se javlja bez obzira na primijenjeni nosilac. Kod toga je posebno nepovoljno, da promjene nosioca kartografskog crteža nisu jednake u smjeru njegove izrade i okomito na taj smjer, što stvara teškoće kada se deformacije uklanjaju reprodukcijском kamerom.

Jednostavnom spravom nazvanom *kartist*, koja je izum dr inž. Gerfrieda Appelta iz Münchena, kartografske deformacije do iznosa od 0,4% mogu se ukloniti brzo i pouzdano.

Na primjerku *kartista* kojega je Zaklada Alexander von Humbolt iz SR Njemačke poklonila Zavodu za kartografiju Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, izvršena su ispitivanja mogućnosti uklanjanja deformacija na katastarskim planovima SR Slovenije i SR Hrvatske nastalim u postupku tzv. stare izmjere izvedene u prošlom stoljeću.

Velike deformacije ovih planova, koji su izvorno relativno male točnosti, uklonjene su u cijelosti *kartistom*, ali tek uz veliki utrošak vremena i materijala. Radi toga analogni postupak uklanjanja deformacija *kartistom* trebalo bi komparirati sa digitalnim postupkom uklanjanja kartografskih deformacija i tek tada donijeti odluku, koji od njih treba primijeniti pri obnovi katastarskih planova stare izmjere, koji se u SR Hrvatskoj koriste na 85% teritorije.

Za 15% teritorija SR Hrvatske postoje suvremeni katastarski planovi dobijeni u postupku tzv. nove izmjere i komasacije zemljišta, a za oko 30% tog teritorija postoji Osnovna državna karta u mjerilu 1 : 5 000, nastala posljednjih 30 godina. Primjena *kartist* na različitim kartografskim zadacima kod kojih je trebalo ukloniti kartografske deformacije ovih kartografskih dokumenata — čiji iznosi su ispod 0,4% — bila je izuzetno uspješna.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die kartographische Deformation wird als Veränderung des Trägers der kartographischen Zeichnung unter dem Einfluss von Temperatur, Feuchtigkeit und des Alternprozesses definiert. Sie taucht ohne Rücksicht auf den angewandten Träger auf. Dabei ist besonders ungünstig, dass die Veränderungen des Trägers nicht gleich in der Richtung ihrer Herstellung und senkrecht auf diese Richtung sind, was Schwierigkeiten bereitet, wenn die Deformation mit der Reprokamera beseitigt werden soll.

Mit einem schlichten Gerät — *Kartist* genannt — das die Erfindung Dr.-Ing. Gerfried Appelts aus München ist, können kartographische Deformationen bis zum Betrag von 0,4% schnell und zuverlässig beseitigt werden. Am Exemplar des *Kartist*, das die Alexander von Humbolt-Stiftung aus BR Deutschland dem Institut für Kartographie der Geodätischen Fakultät in Zagreb geschenkt hat, sind Prüfungen der Möglichkeiten der Beseitigung von Deformationen der Katasterpläne Sloweniens und Kroatiens durchgeführt worden, die im Verfahren der sogenannten alten Vermessung die im vergangenen Jahrhundert durchgeführt worden ist, entstanden.

Grosse Deformationen dieser Pläne, die ursprünglich von relativ kleiner Genauigkeit sind, mit dem *Kartist* vollkommen beseitigt worden, aber erst mit einem grossen Zeit — und Materialverbrauch.

Deswegen sollte das analoge Verfahren der Beseitigung von Deformationen mit dem *Kartist*, mit dem digitalen Verfahren mit einem anderen Geratesystem vergleichen, und sich erst danach entschliessen, welche von beiden bei der Erneuerung der Katasterpläne der alten Vermessung, die in Croatien auf 85% des Territoriums gebraucht wird, anwenden soll.

Für 15% des Territoriums Kroatiens bestehen bereits moderne Katasterpläne, die im sogenannten Verfahren der neuen Vermessung und der Flurbereinigung entstanden sind. Auserdem, für etwa 30% dieses Territoriums ist die Jugoslawische grundkarte im Massstab 1 : 5 000 vorhanden, die in den letzten dreissig Jahren entstanden ist.

Die Anwendung des *Kartist* an verschiedenen kartographischen Aufgaben bei welchen die kartographische Deformation dieser Dokumente beseitigt werden sollte, und deren Betrag unter 0,4% liegt, war äusserst erfolgreich.