

PD 7525



003072218



UNIVERZITET U BEOGRADU GRAĐEVINSKI FAKULTET

COBISS •

Mr Dušan Joksić, dipl. inž.

UTICAJ RASPOREDA OSLONIH TAČAKA NA TAČNOST
AEROTRIANGULACIJE U KATASTARSKOJ PRIMENI
FOTOGRAMETRIJE

doktorska disertacija

BEOGRAD, novembra 1978.

92 7525

UNIVERZIT U BEOGRADU GRADJEVINSKI FAKULTET

Mr DUŠAN JOKSIĆ , dipl.inž.

UTICAJ RASPOREDA OSLONIH TAČAKA NA TAČNOST
AEROTRIANGULACIJE U KATASTARSKOJ PRIMENI
FOTOGRAMETRIJE

doktorska disertacija

BEOGRAD , novembra 1978

S A D R Z A J

	str.
1. PREGOVOR	1
1.1. Uvod u definiciju problema	2
2. METODE AEROTRIANGULACIJE I NAČINI DOBIJANJA POČETNIH INFORMACIJA MERNIH PODATAKA	4
3. INSTRUMENTALNI NAČIN NADOVEZIVANJA - FORMIRANJA NIZA	9
3.1. Teorija pogrešaka aeropoligoniranog niza	10
3.2. Izjednačenje aeropoligoniranog niza	13
3.2.1. Analitičko izjednačenje aeropoligoniranog niza	13
3.2.2. Grafičko izjednačenje aeropoligoniranog niza	15
3.3. Prikaz metode instrumentalnog nadovezivanja, koja se koristi u katastarskoj primeni fotogrametrije u SAP Vojvodini	17
3.3.1. Način formiranja niza	17
3.3.2. Matematički model transformacije niza u terenski koordinatni sistem	19
3.3.3. Prikaz uporedjenja rezultata izjednačenja s poprečno merenim dužinama	26
4. METODA NEZAVISNIH MODELA PRIMENOM POVEZANE HELMERT-ove TRANSFORMACIJE SA UKLJUČIVANJEM POPREČNO MERENIH DUŽINA	28
4.1. Kratak prikaz terenskih merenja i podataka o nizu	30
4.2. Postupak merenja nezavisnih modela na autografu Wild A 10	32
4.2.1. Merenje koordinata x, y, z na autografu Wild A 10 s merenjima za odredjivanje projekcionih centara	33
4.2.2. Merenje koordinata x, y , na autografu Wild A 10 bez merenja za odredjivanje projekcionih centara	37
4.3. Matematički model povezane Helmert-ove transformacije	40
4.3.1. Matematički model povezane Helmertove transformacije sa poprečno merenim dužinama	47
5. METODA NEZAVISNIH MODELA PRIMENOM NUMERICKE PROSTORNE TRANSFORMACIJE	51
5.1. Način formiranja niza	52
5.1.1. Opis i karakteristike programa Wild-Ingillheri	53
5.2. Izjednačenje niza metodom polinoma	55
5.3. Računanje definitivnih koordinata	57
5.4. Analiza rezultata dobijenih primenom numeričke prostorne transformacije	57
6. BRAUM-ova METODA GRAFIČKOG REŠENJA I IZJEDNAČENJA AEROPOLIGONIRANOG NIZA	59

6.1. Postupak odredjivanja pogrešaka dM i K	60
6.2. Konstrukcija f_y i f_x linija	65
6.3. Grafički postupak odredjivanja popravaka koordinata aeropoligoniranog niza u medjumodelima	67
7. OCENA TAČNOSTI DOBIJENIH REZULTATA	70
7.1. Polazne osnove za ocenu tačnosti	70
7.2. Relativna tačnost	72
7.3. Apsolutna tačnost	74
7.3.1. Ocena apsolutne tačnosti iz izjednačenja	76
7.3.2. Ocena apsolutne tačnosti iz odstupanja na kontrolnim tačkama	77
8. ANALIZA POSTIGNutih REZULTATA	79
8.1. Analiza relativne tačnosti	79
8.2. Analiza apsolutne tačnosti	82
9. ZAKLJUČCI	87
L I T E R A T U R A	89

1. PREDGOVOR

Primenom aerotriangulacionih postupaka pri sprovođenju fotogrametrijskog premera došlo je do stvaranja određenih pogodnosti u pogledu određivanja orijentacionih tačaka. Ove pogodnosti su se naročito pokazale u ekonomskom pogledu, kod smanjenja terenskih radova u određivanju orijentacionih tačaka. Pojavom elektronskih daljinomera i kompjutera mogućnosti i ekonomske prednosti fotogrametrijskih postupaka su se znatno povećale. Međutim, korišćenjem ovih pogodnosti težnje za daljom redukcijom terenskih radova nisu prestale, već naprotiv, nastoji se i dalje da oni budu svedeni na najmanju meru.

Definicija teme za ovaj rad imala je gornje napore u vidu, s jedne strane, a takodje i potrebe za eliminacijom izvora pogrešaka koji deluju u postupku aerotriangulacije, s druge strane.

Za podstrek u radu na ovoj temi, kao i brojne korisne sugestije u toku samog rada, najlepše se zahvaljujem mentoru prof. dr inž. F. Braumu.

Vojno-geografskom institutu u Beogradu i Pokrajinskom geodetskom zavodu "Vojvodina" u Novom Sadu dugujem posebnu zahvalnost zbog svesrdnog pružanja mogućnosti za obavljanje dela eksperimentalnog rada u ovim organizacijama.

Vrlo značajnu ulogu za uspešno okončanje rada na ovoj temi imala je obrada podataka, koja je rešena na originalan način u poredjenju sa metodama koje je do sada koristila naša fotogrametrijska praksa. Posebno zalaganje i upornost mr inž. D. Štembergera, u našoj zajedničkoj saradnji, su bili od izuzetnog značaja za optimalno rešenje ovog dela problema.

Za jedno široko razumevanje u pogledu stvaranja finansijskih uslova za neometano odvijanje istraživanja, koji su ostvareni sredstvima Fonda za naučnoistraživački rad Gradjevinskog fakulteta, trajnu zahvalnost dugujem svojoj radnoj organizaciji.

1.1. UVOD U DEFINICIJU PROBLEMA

Imajući u vidu poznate činjenice zakona o prenošenju pogrešaka koje prate proces sprovođenja postupka aerotriangulacije niza [1], [6], [7], [13], [14], [15], a takodje i ideju koju je 1956. godine izneo Karara [17], činilo se veoma korisnim ostvariti i praktično rešenje s uvođenjem dužina (poprečnih u odnosu na osu niza) u postupak formiranja i izjednačenja aerotriangulacije niza.

Pri razmatranju izvora pogrešaka koje prate ovaj proces poseban značaj potrebno je posvetiti pogreški prenošenja razmere, idući od modela do modela. Čak i onaj deo ove pogreške koji je slučajnog karaktera prouzrokuje u toku procesa formiranja niza takve sistematske deformacije ("dvostruka sumacija"), koje i pored odredjenih pokušaja njihove eliminacije direktno utiču na smanjenje homogenosti u pogledu tačnosti.

Osnovna ideja, a u isto vreme i težište ovog rada, data je u poglavlju 4. U njemu je metoda nezavisnih modela, koja je korišćena u procesu izmere modela, dopunjena u obradi mernih podataka "povezanom Helmertovom transformacijom". U pogledu postizanja jedne homogene tačnosti postupka aerotriangulacije niza, ova metoda je pokazala izuzetne pogodnosti, koje su naročito evidentne u katastarskoj primeni fotogrametrijskih postupaka. U jednom simultanom procesu izjednačenja, u kome učestvuju merene modelne koordinate i poprečne dužine, dolazi se istovremeno do elemenata spoljne orijentacije pojedinih modela i koordinata novih tačaka. Pri ovome su koordinate orijentacionih tačaka uzete kao medjusobno nekorelisane i bez pogrešaka.

Da bi se obezbedila mogućnost kontrole i uporedjenja krajnjih rezultata sproveden je sa istim ulaznim podacima postupak aerotriangulacije i metodom aeropoligona. Ova metoda je u radu izvedena na dva načina: metodom instrumentalnog nadovezivanja modela (poglavljje 3) i metodom numeričke prostorne transformacije (poglavljje 5). Dva načina su korišćena, kako u procesu formiranja niza, tako i u postupku izjednačenja, koje je izvedeno metodom polinoma i Braumovom grafičkom metodom.

Osvrt na ocenu tačnosti dobijenih rezultata dat je u poglavljju 7, dok su medjusobna uporedjenja i analiza postignutih rezultata dati u poglavljju 8. Kod analize težište je dato na rezultate postignute metodom nezavisnih modela, primenom povezane Helmertove transformacije. Ovde su naročito analizirane različite varijante u pogledu odnosa broja orijentacionih tačaka i poprečnih dužina, odnosno njihovog uticaja na postizanje tačnosti.

Posebna pažnja je posvećena formiranju zaključaka na bazi ove analize, u pogledu mogućnosti da poprečna dužina zameni profil orijentacionih tačaka.

2. METODE AEROTRIANGULACIJE I NAČINI DOBIJANJA POČETNIH INFORMACIJA MERNIH PODATAKA

Aerotriangulacija, kao fotogrametrijska metoda odredjivanja koordinata tačaka, poznata je već nekoliko decenija u fotogrametrijskoj literaturi (O.Guber, 1924), ali svoju masovniju primenu u fotogrametrijskoj praksi doživljava tek pojavom elektronskih računara, a naročito onih novije generacije, s većim mogućnostima za memoriranje mernih podataka (početnih informacija). Pri sprovođenju različitih postupaka aerotriangulacije u praksi trebalo je, osim mogućnosti koje su pružali računari, voditi računa i o opremi kojom u najvećem delu raspolaže fotogrametrijska praksa - operativa. Ovo tim pre što je fotogrametrijska oprema, kojom se već raspolaže, preskupa da bi se mogla odbaciti i da bi se umesto postojeće nabavila nova, još skuplja oprema za koju je osim toga problematično da li bi bila dovoljno iskorišćena. U slučaju primene aerotriangulacije stereokomparatori predstavljaju tu još skuplju opremu, za koje je u dobrom delu fotogrametrijske prakse oformljeno pogrešno mišljenje da su neophodni za dobijanje početnih informacija. Međutim, veći broj autora je svoje radove bazirao na postojećim analognim instrumentima, [3], [4], na ranijim instrumentima I reda, a sada i na novijim konstrukcijama (Wild A-8, A-10, Kern PG-2, PG-3, Zeiss Planimat). Ovi instrumenti novije konstrukcije su u pogledu tačnosti adekvatni ranijim instrumentima I reda, a u pogledu cene znatno jeftiniji i predstavljaju iz ekonomskih razloga i razloga tačnosti, veoma pogodne instrumente za sprovođenje aerotriangulacije.

Metode aerotriangulacije, naročito prilagodjene za analogne instrumente, su metoda aeropoligona (nadovezivanje) i nezavisnih modela.

Metodom aeropoligona (nadovezivanja) može se formirati niz instrumentalno ili analitički, a zatim ga kao celinu transformisati u terenski koordinatni sistem. Početne informacije (merni podaci) i koordinate orijentacionih tačaka u terenskom koordinatnom sistemu omogućavaju da se analitičkim putem formira niz, tj. da se odrede elementi apsolutne orijentacije za svaki model i koordinate u terenskom koordinatnom sistemu za sve merene tačke u modelu. Ove izlazne informacije, koje predstavljaju produkt aerotriangulacije, neophodne su kasnije za kartiranje na stereoprojekcionim instrumentima u cilju izrade karata i planova.

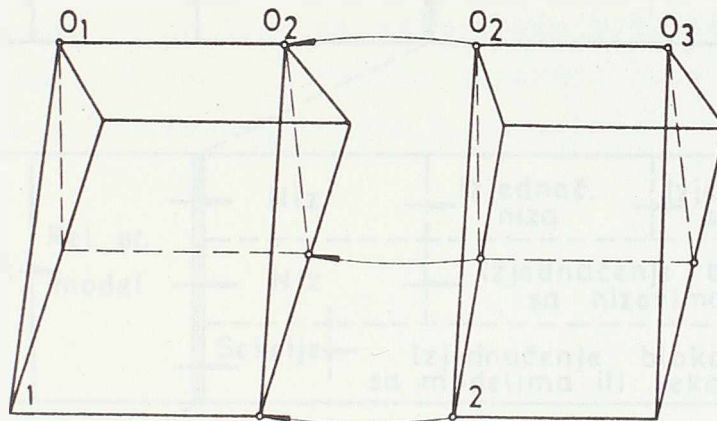
Formiranje niza se obavlja postupno, oslanjajući se na prvi model, koji može proizvoljno biti fiksiran u prostoru, ili pomoću orijentacionih tačaka apsolutno orijentisan u terenskom koordinatnom sistemu. Naredni modeli se nadovezuju na prvi, tako što se svakim nadovezivanjem dva modela određuje šest orijentacionih elemenata. Ovi elementi se odnose na koordinatni sistem niza, za koji se najčešće usvaja prostorni koordinatni sistem prvoga snimka.

Prenošenje greške razmere prvog modela na dalje modele koji se na njega nadovezuju, kao i tačnost koordinata dobijenih metodom aeropoligona, biće detaljnije razmotreni u poglavlju 3.

Metoda nezavisnih modela je u pogledu primene univerzalna, jer koristi i one stereoprojekcione instrumente koji u osnovi nisu namenjeni za aerotriangulaciju. Medjutim, metoda nezavisnih modela može se, takodje, primeniti i u slučaju kada raspoložemo komparatorskim merenjima, samo se tada računskim putem, na bazi slikovnih koordinata, moraju prethodno formirati modeli.

Pod modelom se u fotogrametriji podrazumeva jedan relativno orijentisan stereopar, koji u tom slučaju predstavlja model geometrijski sličan snimljenom terenu. U ovako orijentisanom modelu izmere se sve interesantne tačke u modelnom (ma-

šinskom) koordinatnom sistemu, a takodje i oba projekciona centra. Koordinate treba da budu registrovane na registri-
rajućem uređaju radi dalje automatske obrade podataka na
kompjuteru. Posebnu pažnju treba posvetiti merenjima za od-
redjivanje projekcionih centara, jer se njihove koordinate
odredjuju posredno, preko merenja tačaka mreže na rešetka-
stim pločama. Koordinate projekcionih centara igraju veoma
važnu ulogu u nadovezivanju modela, koje se obavlja anali-
tički, posebno za definisanje podužnog nagiba φ . Bez njih
naredni model ne bi bio jednoznačno transformisan na pret-
hodni model (sl. 2.1.)

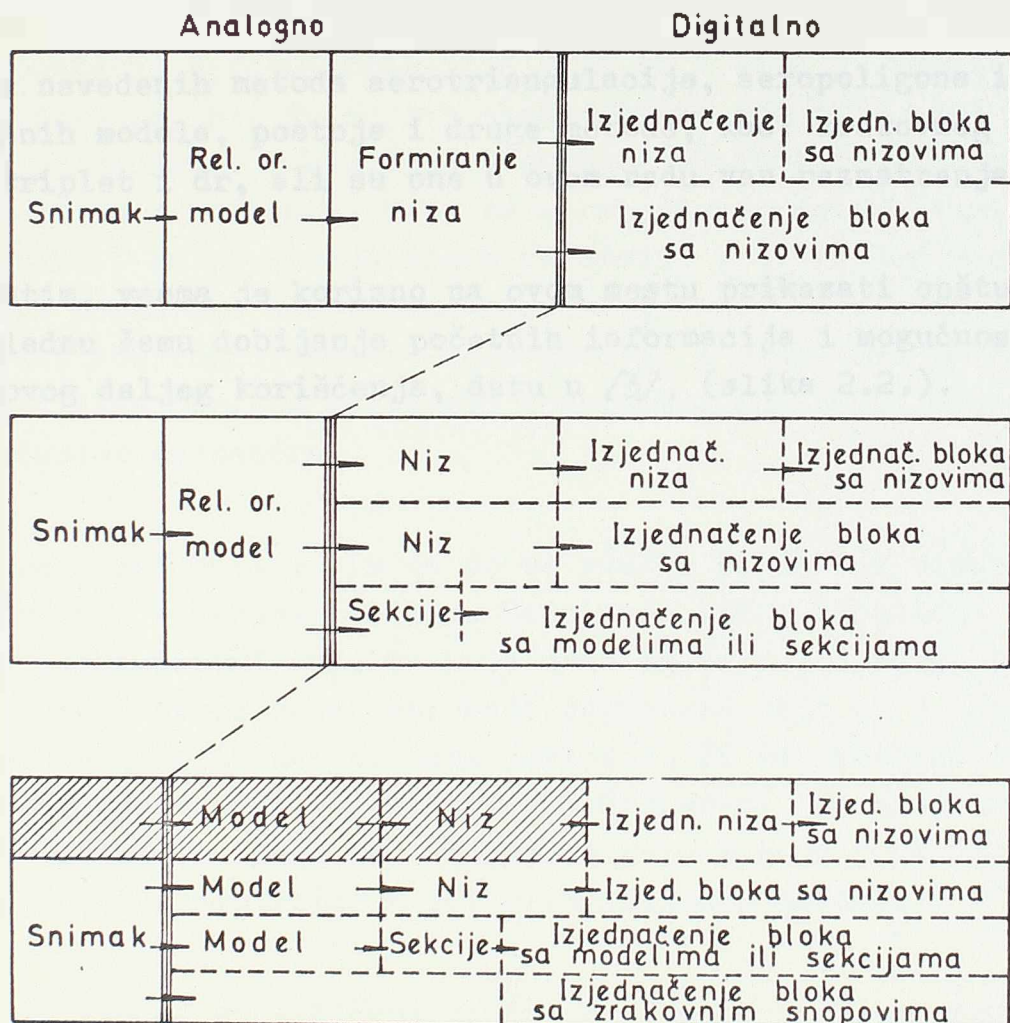


Sl. 2.1.

U narednoj fazi sprovođenja postupka aerotriangulacije za-
datak se sastoji u računskom povezivanju merenih modela, na
bazi veznih tačaka, u koje treba ubrojati i projekcione cen-
tre. Ovde treba ukazati na definiciju pojma veznih tačaka,
jer u dobrom delu jugoslovenske fotogrametrijske prakse se
ne pravi razlika izmedju pojma veznih i orijentacionih tača-
ka. Vezne tačke služe za povezivanje modela, a tek posle iz-
jednačenja one postaju orijentacione tačke. U jednom delu
naše fotogrametrijske prakse vezne tačke služe kao pojam za
orijentaciju modela čime se lišavamo prikladnog i svojstvenog
izraza za tačke koje povezuju modele.

Analogija s pojmom veznih tačaka u klasičnoj geodeziji pos-
toji kada je u pitanju korišćenje veznih tačaka kod polarne
metode snimanja pri povezivanju stanica, a još je očigledni-

ja ta analogija s veznim tačkama pri podužnom profiliranju. Posle povezivanja modela u niz, pomoću orijentacionih tačaka, treba isti, kao celinu, transformisati u terenski koordinatni sistem, pri čemu se odredjuju geodetske koordinate svih veznih tačaka.



Sl. 2.2.

S obzirom da merene modelne koordinate sadrže u sebi slučajne pogreške merenja, ne mogu se modeli povezati bez odstupanja na identičnim prekobrojnim veznim tačkama, niti se bez istih mogu prevesti u terenski koordinatni sistem. Zbog toga se merene veličine, u ovom slučaju modelne koordinate, moraju popraviti. Ove popravke predstavljaju rezultat izjednače-



nja po metodi posrednih merenja, pri čemu svaka merena veličina koja ulazi u izjednačenje dobija svoju popravku, a ako je izjednačenje izvršeno po metodi najmanjih kvadrata, onda su popravke odredjene tako da njihov zbir kvadrata bude minimalan. Ovako dobijene popravke predstavljaju u stvari deformacije merenih modela, koje po postulatu kvadratske metode moraju biti što manje.

Pored navedenih metoda aerotriangulacije, aeropoligona i nezavisnih modela, postoje i druge metode, kao: zrakovnog snopa, triplet i dr, ali su one u ovom radu van razmatranja.

Medjutim, veoma je korisno na ovom mestu prikazati opštu preglednu šemu dobijanja početnih informacija i mogućnosti njihovog daljeg korišćenja, datu u [3], (slika 2.2.).

3. INSTRUMENTALNI NAČIN NADOVEZIVANJA - FORMIRANJA NIZA

Prve praktične primene aerotriangulacije vezane su za pojavu prvih konstrukcija stereoprojekcionih instrumenata. Analitičke postavke aerotriangulacije bile su i tada u određenoj meri poznate, ali do pojave elektronskih računara nisu mogle biti primenjene. S razvojem stereoprojekcione tehnike povećale su se mogućnosti, kako za sprovođenje aerotriangulacije, tako i za povećanje njene tačnosti. I danas još uvek veći deo postupaka aerotriangulacije sprovodi se u praksi koristeći stereoprojekcione instrumente, a manji deo se bavi analitičkom obradom slikovnih koordinata dobijenih merenjem na stereokomparatoru.

Ne treba računati s tim da će se ovakva situacija bitnije izmeniti i u narednom periodu. Samo analitičko rešavanje problema aerotriangulacije na kompjuterima ne znači mnogo ako se ne poznaje zakon rasprostiranja pogrešaka koje se u procesu aerotriangulacionog postupka javljaju. Iz tih razloga uvek je dobro podsetiti se krilatice O.Gruber-a: "Ko mnogo računa malo misli", za koga su istorijski vezane prve praktične primene aerotriangulacije u fotogrametrijskoj praksi.

Za razliku od analitičkog načina rešavanja problema aerotriangulacije, instrumentalna metoda zahteva visoko stručan personal koji, osim merne tehnike, mora da poseduje vrlo solidno teoretsko znanje o deformacijama modela i teoriji pogrešaka aeropoligoniranog niza.

Obično je početak postupka instrumentalne aerotriangulacije metodom aeropoligona vezan za orijentaciju prvog modela u nizu, koji može biti apsolutno orijentisan, ili proizvoljno definisan u prostoru. Orijehtacija se izvodi na bazi orijentacionih, ili samo veznih tačaka, koje će omogućiti priklju-

čivanje narednog modela metodom priorijentacije. Po izvršenoj orijentaciji obavlja se postupak merenja modelnih (mašinskih) koordinata svih interesantnih tačaka, medju koje svakako spadaju i postojeće geodetske tačke. Koordinate svih ostalih tačaka, izmerenih u narednom i daljim modelima, mere se u istom mašinskom koordinatnom sistemu, koji je zajednički za čitav aeropoligonirani niz.

Drugi deo postupka ima za zadatak da pomoću orijentacionih tačka niz kao celinu dovede na pravu razmeru i apsolutno orijentiše u terenskom koordinatnom sistemu. Pošto odstupanja na datim tačkama nemaju linearan tok, već kvadratni ili kubni, potrebno je sprovesti izjednačenje celokupnog niza grafičkom metodom, ili analitički aproksimirati srednju krivu metodom polinoma, uz uslov da suma kvadrata odstupanja na datim tačkama bude minimalna.

Metoda aeropoligona je u našoj fotogrametrijskoj praksi do sada isključivo i korišćena, mada u različitim varijantama, od strane raznih fotogrametrijskih institucija, i to uglavnom za nizove s ograničenim brojem modela (5-6). Ograničenje broja modela je sasvim logična mera zbog načina rasprostiranja pogrešaka pri formiranju niza ovom metodom.

U ovom radu će, iz tih razloga, pored teorije rasprostiranja pogrešaka kod metode aeropoligona, biti opisan i prikazan na jednom praktičnom primeru postupak aerotriangulacije, koji se koristi u katastarskoj primeni fotogrametrije u SAP Vojvodini.

3.1. TEORIJA POGREŠAKA AEROPOLIGONIRANOG NIZA

Još kod prvih primena postupaka aerotriangulacije metodom aeropoligona, pokazalo se da nadovezivanjem modela u niz nastaju veoma očigledne deformacije u obliku savijanja niza po azimutu i visini, kao i posebne teškoće u održavanju jednake razmere. Ove deformacije su utvrđene na bazi upo-

redjenja preko datih tačaka, a takodje je konstatovano da ove deformacije s porastom dužine niza nemaju linearni tok, već poprimaju karakter funkcije višeg reda.

O.Gruber je u svom radu [147], još 1935. godine, vrlo detaljno analizirao ove deformacije i došao do zaključka da one nisu rezultat samo sistematskih pogrešaka. Naime, ako se podje od pretpostavke da postoje samo slučajne pogreške, videće se da nastaje tzv. "dvostruka sumacija" ovih pogrešaka, koja vodi ka "kvazisistematskim" deformacijama aeropoligoniranog niza.

U pomenutom radu O.Gruber je došao do zaključaka o postojanju uticaja sledećih pogrešaka:

- podužna pogreška niza
- poprečna pogreška niza
- pogreška u visinama
- pogreška poprečnog nagiba

koje se sastoje iz dva dela: uticaja slučajnih pogrešaka ("kvazisistematski" deo) i uticaja čisto sistematskog karaktera.

Kao rezultat postojanja slučajnih pogrešaka, koje prelaze u "kvazisistematske" uticaje, O.Gruber je dobio sledeće formule:

- a) Za srednju podužnu pogrešku niza

$$m_1 \approx m_\mu \sqrt{\frac{L^3}{3b}} \quad (3.1)$$

- b) Za srednju poprečnu pogrešku niza

$$m_q \approx m_\gamma \sqrt{\frac{L^3}{3b}} \quad (3.2)$$

- c) Za srednju visinsku pogrešku niza

$$m_z \approx m_\eta \sqrt{\frac{L^3}{3b}} \quad (3.3)$$



d) Za srednju slučajnu pogrešku poprečnog nagiba niza

$$M_{\bar{\xi}} = m_{\bar{\xi}} \sqrt{n} \quad (3.4)$$

gde su:

- m_{μ} - srednja slučajna pogreška pri prenošenju razmere
- L - ukupna duljina niza
- b - baza
- $m_{\bar{z}}$ - srednja pogreška pri prenošenju smera
- m_{η} - srednja pogreška pri prenošenju nagiba oko Y-ose
- m_{ξ} - srednja pogreška pri prenošenju nagiba modela oko X-ose
- $M_{\bar{\xi}}$ - srednja pogreška nagibanja (n+1)-og modela oko X-ose.

Razmatrajući u isto vreme uticaje čisto sistematskih pogrešaka, koje je logično očekivati iz sledećih razloga: različitosti objektivna pri snimanju i pri restituciji, deformacije filma i pogreška samog instrumenta, ali koje su pri sadašnjoj tehnici fotogrametrijskih kamera i instrumenata za restituciju svedene na najmanju meru, O.Gruber je došao do formula za sveukupni sistematski uticaj na aeropoligonirani niz. Pri tome se polazi od pogrešaka koje su proporcionalne duljini niza, a važe za izlazni model:

- d_{ξ_0} - sistematska pogreška zakretaja niza oko Z-ose
- d_{η_0} - sistematska pogreška podužnog nagiba niza
- d_{μ_0} - sistematska pogreška razmere niza.

Na osnovu ivih pogrešaka dobijaju se formule za sveukupni sistematski uticaj:

1. $\Delta M = d_{\mu_0} + C \cdot L$
2. $\Delta q = L \cdot d_{\xi_0} + \frac{1}{2b} L^2 \cdot d_{\xi}$
3. $\Delta z = dZ_0 + Ld_{\eta_0} + C \cdot z \cdot C \cdot L + \frac{z}{4b} L^2$
4. $\Delta l = L \cdot d_{\mu_0} + \frac{1}{2} CL^2$

(3.5)

gde C predstavlja Gruber-ovu konstantu

$$C = \frac{2}{L^2} \cdot \Delta l \quad (3.6)$$

- d_{ξ} - sistematska pogreška zakretaja oko Z-ose pri jednom priključku
- Δl - odstupanje po duljini

Ove se formule mogu koristiti kao osnova za izračunavanje srednjih pogrešaka koordinata aeropoligoniranog niza. Praktični postupci aeropoligonizacije niza su potvrdili (E.Gotthardt, 1944; R.Roelofs, 1949) postojanje dvostruke sumacije pogrešaka, ali još do danas nije dat jedan univerzalni, jednostavan i opštevažeći matematički model zakona o prenošenju pogrešaka kod metode aeropoligona. Samim tim se, zbog manjkavosti metode aeropoligonizacije niza, sadržaj informacija fotogrametrijskog snimka ne može u dovoljnoj mjeri iskoristiti za određivanje koordinata tačaka fotogrametrijskom metodom.

3.2. IZJEDNAČENJE AEROPOLIGONIRANOG NIZA

Kada je postupak formiranja niza obavljen, na bazi odstupanja na orijentacionim tačkama, potrebno je izvršiti izjednačenje niza. U suštini ovo izjednačenje, koje se može sprovesti grafičkim ili analitičkim postupkom, ne može povećati tačnost aerotriangulacije, već samo doprineti postizanju homogenije tačnosti.

U našoj fotogrametrijskoj praksi se dugo koristio grafički postupak iz razloga tehničke neopremljenosti, dok danas prevladaju analitički postupci zasnovani na sve većoj opremljenosti geodetskih organizacija kompjuterskom tehnikom.

U ovom radu biće obradjena i rezultatski prikazana oba postupka, polazeći od istih početnih informacija.

3.2.1. Analitičko izjednačenje aeropoligoniranog niza

Deformacije aeropoligoniranog niza, kao posledica uticaja slučajnih i sistematskih pogrešaka, mogu se konstatovati pomoću odstupanja na orijentacionim tačkama. Ova odstupanja se ublažuju putem izjednačenja.

Zbog veoma komplikovanog matematičkog modela postupka aerotriangulacije i svih izvora pogrešaka koji prate proces formiranja niza koriste se za izjednačenje veoma uprošćeni stohastički i matematički modeli.

Stohastičkim veličinama se jedino smatraju izmerene modelne - mašinske - koordinate, za koje se pretpostavlja da su iste težine i da nisu korelativno zavisne veličine, a geodetske tačke se uzimaju kao da su određene bez pogrešaka. Strožiji stohastički model za aerotriangulaciju niza bilo bi veoma teško primeniti, iz razloga što bi teoretski trebalo uzeti u obzir korelativnu zavisnost između orijentacionih parametara, koji se određuju iz merenih γ -paralaksa i visina, s jedne strane, i merenih modelnih koordinata, s druge strane. Stepem korelacije je, osim toga u direktnoj zavisnosti od metode orijentacije modela, pa bi trebalo imati toliko strogih metoda izjednačenja koliko se postupaka orijentacije koristi u praksi.

Osnovu matematičkog modela izjednačenja aerotrianguliranog niza uglavnom čini teorija o polinomima, koja prema dosadašnjim iskustvima najbolje ilustruje zakon o rasprostiranju pogrešaka. Prvi pokušaji korišćenja polinoma za izjednačenje niza takodje potiču od O.Grubera, mada je kasnije niz autora dalo izvesna proširenja i izmene, koje se uglavnom zasnivaju na određenim približenjima i bez potpune korektnosti u odnosu na teoriju pogrešaka.

Oslanjajući se na date tačke, poznate u terenskom koordinatnom sistemu, i na odstupanja na tim tačkama, mogu se sračunati koeficijenti polinoma nezavisno za svaku osu koordinatnog sistema pod uslovom da suma kvadrata odstupanja na datim tačkama bude minimalna.

Pri ovome se koriste sve postojeće date tačke, tako da se zahvaljujući prekobrojnim podacima stvara mogućnost određivanja koeficijenata polinoma putem izjednačenja.

Matematički model polinoma, koji je dao K.Schwedefski, a koji se često koristi u praktičnoj primeni, glasi:

$$\begin{aligned}\Delta X &= A_0 + A_1X + A_2X^2 \\ \Delta Y &= B_0 + B_1Y + B_2XY + B_3X^2 \\ \Delta Z &= C_0 + C_1X + C_2Y + C_3XY + C_4X^2\end{aligned}\tag{3.7}$$

gde ΔX , ΔY i ΔZ predstavljaju odstupanja na datim tačkama, a koeficijenti polinoma A_0-C_4 određuju se iz ovih linearnih jednačina za date tačke u okviru niza, čiji raspored pokazuje slika 3.1.:



Sl. 3.1.

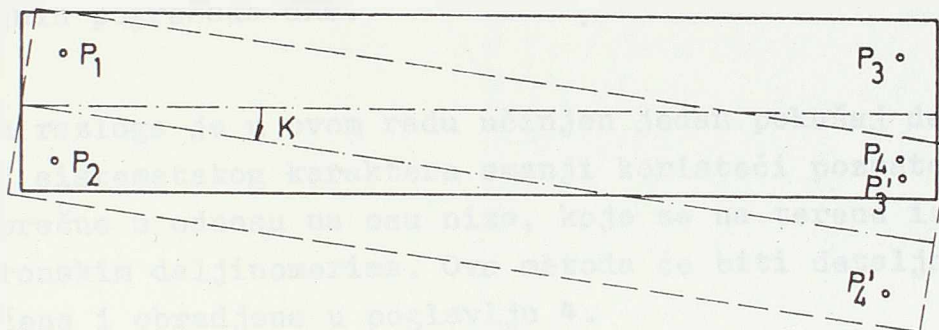
Stepen polinoma koji se koristi za izjednačenje obično je drugi ili treći, a dalje povećanje stepena polinoma donosi vrlo malo ili skoro nikakvo povećanje tačnosti, a nema ni teoretske opravdanosti.

3.2.2. Grafičko izjednačenje aeropoligoniranog niza

Na ovom mestu treba, takodje, istaći i metod grafičkog izjednačenja aeropoligoniranog niza, koji takodje spada u interpolacione metode, a u našoj fotogrametrijskoj praksi je do skora bio isključivo i primenjivan. Ova metoda grafičkog izjednačenja daleko slikovitije prikazuje odstupanje i način interpolacije, a naročito je pogodna za kraće nizove i sitnije razmere. [7].

Zbog nelinearnog toka pogrešaka vrlo je važno odabrati i date tačke u sredini niza, (sl. 3.1.), zbog kvadratne interpolacije.

Polazeći od prvog modela u formiranju niza, a oslanjajući se na date tačke P_1, P_2 , (sl. 3.2.), nećemo zbog uticaja izvora pogrešaka niz završiti u datim tačkama P_3, P_4 , već npr. zbog zakretanja dK , u tačkama P_3', P_4' .



Sl. 3.2.

Ova deformacija se, bez daljnjeg, ne može odrediti ako u sredini niza nemamo još jedan par tačaka. Medjutim, po metodi "Braun" [7], može se definisati kružni tok pogrešaka iako nemamo datih tačaka u sredini niza, ukoliko u početnom i završnom modelu odaberemo grupu orijentacionih tačaka, i grafičkim izjednačenjem odredimo u tim modelima njihove pogreške dM i K , koje su potrebne za polazak f_y - odnosno f_x -linije (prilog 6). Pri tome formalno pretpostavljamo samo postojanje sistematskih pogrešaka. Ove sistematske pogreške $dK_1 = dK_2 = \dots = dK_n$, naročito deluju na priključcima modela i odražavaju se na aeropoligonirane Y -vrednosti. S druge strane, pogreška razmere dM , koja raste s kvadratom duljine niza i uvećano se prenosi od modela do modela na svakom priključku, deformiše niz duž njegove ose i direktno utiče na aeropoligonirane X -vrednosti.

S obzirom na prirodu uvećanja pogreške razmere, svrsishodno je za duže nizove priključivanje modela prekinuti na stano-

vitim dužinama, uvodeći nove grupe orijentacionih tačaka.

Možemo pretpostaviti da uticaj slučajne pogreške u priključku K neće imati tako snažan uticaj na deformisanje niza kao slučajne pogreške u prenošenju razmere Mm, gde dolazi do tzv. "dvostruke sumacije" pogrešaka.

Ovako nastale deformacije poprimaju sistematski karakter i ne mogu se izjednačenjem ukloniti, jer one ovde potiču od slučajnih pogrešaka dMm.

Iz tih razloga je u ovom radu učinjen jedan pokušaj da se uticaj sistematskog karaktera smanji koristeći poznate dužine poprečne u odnosu na osu niza, koje se na terenu izmere elektronskim daljinomerima. Ova metoda će biti detaljno obrazložena i obradjena u poglavlju 4.

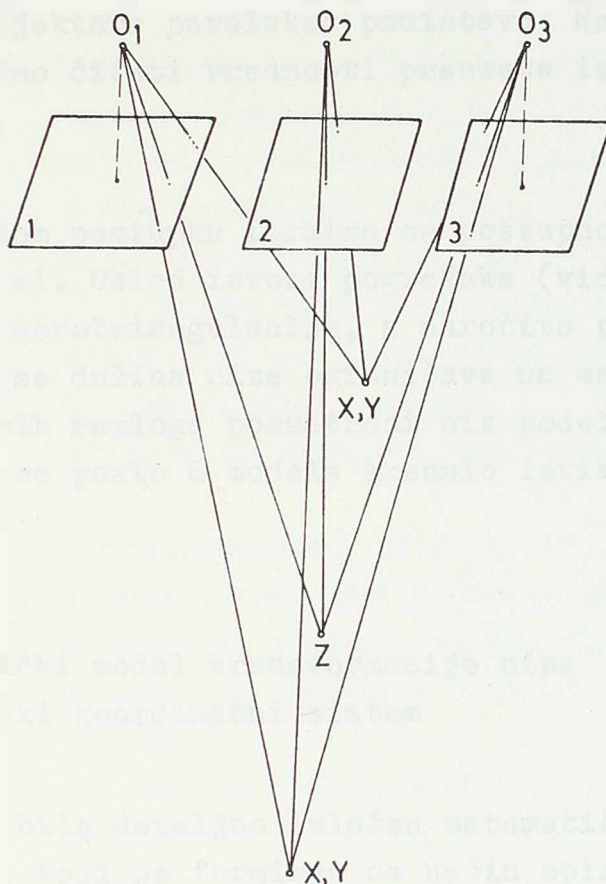
3.3. PRIKAZ METODE INSTRUMENTALNOG NADOVEZIVANJA, KOJA SE KORISTI U KATASTARSKOJ PRIMENI FOTO- GRAMetriJE U SAP VOJVODINI

Radi prikaza metode koja se koristi u fotogrametrijskoj praksi u SAP Vojvodini, a zatim i radi uporedjenja s metodom nadovezivanja preko poprečno merenih dužina, niz koji je poslužio kao test područje za ovaj rad obradjeno je i instrumentalnim nadovezivanjem s izjednačenjem po metodi polinoma.

3.3.1. Način formiranja niza

U prvom modelu niza određena je grupa od pet orijentacionih tačaka, pomoću kojih je izvršena apsolutna orijentacija modela u terenskom koordinatnom sistemu. Za relativnu orijentaciju modela korišćene su tačke topografskog detalja, koje su zadovoljavale teoretski optimalan raspored tačaka za povezivanje dva snimka u model (sl. 3.3.). One su takodje odabirane i da zadovolje uslov da se nalaze u trostrukom prek-

lopnom području prva tri snimka u nizu.



Sl. 3.3.

Preko srednje tačke u profilu, koja se nalazi u osi niza, prenosi se visina Z , a preko tačaka na ivicama niza prenose se položajne koordinate X, Y . Izmera pomenutog niza obavljena je na autografu Wild A-7 s uređjajem za registraciju mer-nih podataka na kartice.

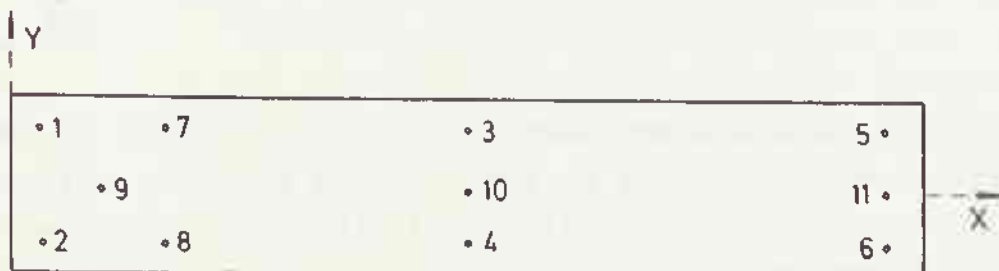
Po završenoj relativnoj i apsolutnoj orijentaciji prvog modela priključen je sledeći model na prethodni na taj način što je izvršena relativna priorijentacija drugog modela, a potom su razmera i visina preneseni sa prvog modela preko

tačaka u veznom poprečnom profilu, preuzimajući koordinate Z, X, Y zajedničkih tačaka. Radi kontrole sada se ide ponovo na ove tačke i proverava da li postoji paralaksa. Ukoliko se utvrdi izvestan iznos paralakse, tj. da markica instrumenta ne leži na terenu, onda se promenom elemenata baze priključnog projektor paralaksa poništava. Na brojčanicima za X, Y, Z moramo čitati vrednosti preuzete iz prethodnog modela.

Po ovako opisanom postupku formira se postupno ceo niz, idući model po model. Usled izvora pogrešaka (vidi 3.1), koji prate postupak aerotriangulacije, a naročito pogreške u razmeri, u praksi se dužina niza ograničava na maksimalno 5 do 6 modela. Iz ovih razloga posmatrani niz podeljen je u dva dela, tako što se posle 6 modela krenulo istim postupkom kao i od početka.

3.3.2. Matematički model transformacije niza u terenski koordinatni sistem

U ovom odeljku biće detaljno izložen matematički model transformacije niza, koji je formiran na način opisan u (3.3.1.), a na temelju jednog uopštenog rasporeda datih tačaka, prikazanog na sl. 3.4.:



Sl. 3.4.

Pri izvodjenju matematičkog modela uvedene su sledeće oznake:

- Y, X, H - koordinate u terenskom koordinatnom sistemu
 $y, x,$ - izravnanate modelne koordinate
 y', x', z' - merene modelne koordinate (modelni sistem)
 y'', x'' - koordinate transformisane iz terenskog u modelni sistem (tačke 3, 4, 5, 6)
 $a, b, \xi, v,$
 c_y, c_x - transformacioni koeficijenti (prelaz iz terenskog koordinatnog sistema u modelni)
 Y', X' - na težište redukovane terenske koordinate datih tačaka pri prelazu iz terenskog u modelni koordinatni sistem
 y''', x''' - na težište redukovane modelne koordinate datih tačaka pri prelazu iz terenskog u modelni koordinatni sistem
 n - broj datih tačaka u početnom modelu
 $A, B, G, V,$
 C_y, C_x - transformacioni koeficijenti (prelaz iz modelnog u terenski koordinatni sistem)
 y^{IV}, x^{IV} - na težište redukovane modelne koordinate pri prelazu iz modelnog u terenski koordinatni sistem
 Y'', X'' - na težište redukovane terenske koordinate pri prelazu iz modelnog u terenski koordinatni sistem
 C, D, E - koeficijenti u jednačinama odstupanja modelnih koordinata
 $\Delta y, \Delta x,$
 ΔH - popravke modelnih koordinata.

Pošto su tačke 1, 2, 7, 8 kao date korišćene za apsolutnu orijentaciju početnog modela, sada je prvo potrebno transformisati u svrhu izjednačenja i koordinate tačaka 3, 4, 5 i 6, koje su takodje date, iz terenskog u modelni koordinatni sistem.

Prethodno je potrebno koordinate tačaka 1, 2, 7 i 8 u oba sistema svesti na težište (redukovati):

$$\begin{aligned}
 \frac{\sum_{i=1,2,7,8} Y_i}{n} - Y_1 &= Y'_1 & \frac{\sum_{i=1,2,7,8} X_i}{n} - X_1 &= X'_1 \\
 \frac{\sum Y_i}{n} - Y_2 &= Y'_2 & \frac{\sum X_i}{n} - X_2 &= X'_2 \\
 \frac{\sum Y_i}{n} - Y_7 &= Y'_7 & \frac{\sum X_i}{n} - X_7 &= X'_7 \\
 \frac{\sum Y_i}{n} - Y_8 &= Y'_8 & \frac{\sum X_i}{n} - X_8 &= X'_8 \\
 & & & (3.8) \\
 \frac{\sum_{i=1,2,7,8} x'_i}{n} - x'_1 &= x''_1 & \frac{\sum_{i=1,2,7,8} y'_i}{n} - y'_1 &= y''_1 \\
 \frac{\sum x'_i}{n} - x'_2 &= x''_2 & \frac{\sum y'_i}{n} - y'_2 &= y''_2 \\
 \frac{\sum x'_i}{n} - x'_7 &= x''_7 & \frac{\sum y'_i}{n} - y'_7 &= y''_7 \\
 \frac{\sum x'_i}{n} - x'_8 &= x''_8 & \frac{\sum y'_i}{n} - y'_8 &= y''_8
 \end{aligned}$$

Pomoću redukovanih koordinata računaju se parametri transformacije a, b, ξ, v, c_y, c_x , za prelaz iz terenskog u modelni koordinatni sistem, pri čemu je izvršena zamena osa Y i X , zbog smera snimanja.

$$a = \frac{[Y'x''] - [X'y''']}{[Y'Y'] + [X'X']} = v \cdot \cos \xi \quad b = \frac{[X'x''] + [Y'y''']}{[Y'Y'] + [X'X']} = v \cdot \sin \xi$$

$$v = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \operatorname{tg} \xi = \frac{b}{a} \quad (3.9)$$

$$c_y = \frac{\sum_{i=1,2,7,8} x'_i}{n} - a \frac{\sum_{i=1,2,7,8} Y_i}{n} + b \frac{\sum_{i=1,2,7,8} X_i}{n} \quad c_x = \frac{\sum_{i=1,2,7,8} y'_i}{n} - a \frac{\sum_{i=1,2,7,8} X_i}{n} + b \frac{\sum_{i=1,2,7,8} Y_i}{n}$$

gde su:

v - multiplikaciona konstanta transformacije

ξ - ugao između dva sistema

c_y, c_x - translacioni pomaci u smeru y , odnosno x .

Sada se pomoću ovako odredjenih transformacionih parametara prevedu koordinate tačaka 3, 4, 5 i 6 iz terenskog u koordinatni sistem početnog modela:

$$\begin{aligned}
 y_3'' &= aY_3 - bX_3 + c_y & x_3'' &= bY_3 + aX_3 + c_x \\
 y_4'' &= aY_4 - bX_4 + c_y & x_4'' &= bY_4 + aX_4 + c_x \\
 y_5'' &= aY_5 - bX_5 + c_y & x_5'' &= bY_5 + aX_5 + c_x \\
 y_6'' &= aY_6 - bX_6 + c_y & x_6'' &= bY_6 + aX_6 + c_x
 \end{aligned}
 \tag{3.10}$$

Na osnovu ovako transformisanih terenskih koordinata tačaka 3, 4, 5 i 6 u modelni sistem i njihovih merenih modelnih koordinata formiraju se razlike za tačke 1, 2, 3, 4, 5 i 6 (v. sl. 3.4):

$$\begin{aligned}
 \Delta y_1 &= y_1'' - y_1' & \Delta x_1 &= x_1'' - x_1' & \Delta H_1 &= H_1 - z_1' \\
 \Delta y_2 &= y_2'' - y_2' & \Delta x_2 &= x_2'' - x_2' & \Delta H_2 &= H_2 - z_2' \\
 \text{-----} & & \text{-----} & & \text{-----} & \\
 \Delta y_6 &= y_6'' - y_6' & \Delta x_6 &= x_6'' - x_6' & \Delta H_6 &= H_6 - z_6'
 \end{aligned}
 \tag{3.11}$$

Sa ovako dobijenim razlikama formiraju se jednačine odstupanja prema sledećim izrazima, na kojima se bazira upotrebljavani program:

$$\begin{aligned}
 \Delta y_1 &= C_0 + C_1 x_1'' + C_2 y_1'' + C_3 x_1'' y_1'' + C_4 x_1''^2 + C_5 x_1''^2 y_1'' \\
 \text{-----} & & & & & \\
 \Delta y_6 &= C_0 + C_1 x_6'' + C_2 y_6'' + C_3 x_6'' y_6'' + C_4 x_6''^2 + C_5 x_6''^2 y_6''
 \end{aligned}
 \tag{3.12}$$

$$\Delta x_1 = D_0 + D_1 x_1'' + D_2 y_1'' + D_3 x_1'' y_1'' + D_4 x_1''^2 + D_5 x_1''^2 y_1''$$

(3.13)

$$\Delta x_6 = D_0 + D_1 x_6'' + D_2 y_6'' + D_3 x_6'' y_6'' + D_4 x_6''^2 + D_5 x_6''^2 y_6''$$

$$\Delta H_1 = E_0 + E_1 x_1'' + E_2 y_1'' + E_3 x_1'' y_1'' + E_4 x_1''^2 + E_5 x_1''^2 y_1''$$

(3.14)

$$\Delta H_6 = E_0 + E_1 x_6'' + E_2 y_6'' + E_3 x_6'' y_6'' + E_4 x_6''^2 + E_5 x_6''^2 y_6''$$

U jednačinama odstupanja (3.12), (3.13) i (3.14), koje predstavljaju polinome drugog stepena, poznate su razlike Δx_i , Δy_i , ΔH_i , kao i transformisane terenske koordinate x_i'' , y_i'' u modelni sistem, a nepoznati su koeficijenti C_i , D_i , E_i , kojih ima ukupno osamnaest, a dobijaju se rešavanjem prethodnih osamnaest jednačina.

Sa ovako odredjenim koeficijentima C_i , D_i , E_i sada se računaju popravke merenih modelnih koordinata x_i' , y_i' , z_i' :

$$\Delta y_i = C_0 + C_1 x_i' + C_2 y_i' + C_3 x_i' y_i' + C_4 x_i'^2 + C_5 x_i'^2 y_i'$$

$$\Delta x_i = D_0 + D_1 x_i' + D_2 y_i' + D_3 x_i' y_i' + D_4 x_i'^2 + D_5 x_i'^2 y_i' \quad (3.15)$$

$$\Delta H_i = E_0 + E_1 x_i' + E_2 y_i' + E_3 x_i' y_i' + E_4 x_i'^2 + E_5 x_i'^2 y_i'$$

s kojima se dobijaju definitivne vrednosti merenih modelnih koordinata:

$$y_i = y_i' + \Delta y_i$$

$$x_i = x_i' + \Delta x_i$$

$$H_i = z_i' + \Delta H_i \quad (3.16)$$

Ovde treba napomenuti da su ovako dobijene visine definitivne i da se odnose na terenski koordinatni sistem, jer se prilikom merenja modelnih koordinata, nakon obavljene apsolutne orijentacije prvog modela, visine čitaju u metrima i oslanjaju se na nadmorske visine tačaka koje su korišćene pri apsolutnoj orijentaciji.

Za razliku od visina koordinate y_i , x_i treba transformisati iz modelnog u terenski koordinatni sistem, pri čemu se kao stalne tačke koriste tačke 1, 2, 3, 4, 5 i 6.

Kao i u prvoj transformaciji potrebno je najpre kordinate ovih tačaka u terenskom i modelnom koordinatnom sistemu svesti na težište:

$$\begin{array}{r}
 \frac{\sum_{i=1}^6 Y_i}{n} - Y_1 = Y_1'' \\
 \hline
 \frac{\sum_{i=1}^6 Y_i}{n} - Y_6 = Y_6'' \\
 \frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{n} - x_1 = x_1^{IV} \\
 \hline
 \frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{n} - x_6 = x_6^{IV}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \frac{\sum_{i=1}^6 X_i}{n} - X_1 = X_1'' \\
 \hline
 \frac{\sum_{i=1}^6 X_i}{n} - X_6 = X_6'' \\
 \frac{\sum_{i=1}^6 y_i}{n} - y_1 = y_1^{IV} \\
 \hline
 \frac{\sum_{i=1}^6 y_i}{n} - y_6 = y_6^{IV}
 \end{array}
 \quad (3.17)$$

$$\begin{array}{r}
 \frac{\sum_{i=1}^6 Y_i}{n} - Y_1 = Y_1'' \\
 \hline
 \frac{\sum_{i=1}^6 Y_i}{n} - Y_6 = Y_6'' \\
 \frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{n} - x_1 = x_1^{IV} \\
 \hline
 \frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{n} - x_6 = x_6^{IV}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \frac{\sum_{i=1}^6 X_i}{n} - X_1 = X_1'' \\
 \hline
 \frac{\sum_{i=1}^6 X_i}{n} - X_6 = X_6'' \\
 \frac{\sum_{i=1}^6 y_i}{n} - y_1 = y_1^{IV} \\
 \hline
 \frac{\sum_{i=1}^6 y_i}{n} - y_6 = y_6^{IV}
 \end{array}
 \quad (3.18)$$

nakon čega se sada računaju transformacioni parametri:

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{[y_i^{IV} \cdot X_i''] + [x_i \cdot Y_i'']}{[x_i^{IV} \cdot x_i^{IV}] + [y_i^{IV} \cdot y_i^{IV}]} & B &= \frac{[x_i^{IV} \cdot X_i''] - [y_i^{IV} \cdot Y_i'']}{[x_i^{IV} \cdot x_i^{IV}] + [y_i^{IV} \cdot y_i^{IV}]} \\
 C_y &= \frac{\sum_{i=1}^6 Y_i}{n} - \frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{n} A + \frac{\sum_{i=1}^6 y_i}{n} B & C_x &= \frac{\sum_{i=1}^6 X_i}{n} - \frac{\sum_{i=1}^6 y_i}{n} A - \frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{n} B
 \end{aligned}
 \tag{3.19}$$

$$V = \pm \sqrt{A^2 + B^2} \quad \text{tg } E = \frac{B}{A}$$

za prelaz iz modelnog u terenski koordinatni sistem po sledećim izrazima:

$$Y_i = Ax_i - By_i + C_y \tag{3.20}$$

$$X_i = Bx_i + Ay_i + C_x$$

gde x_i, y_i predstavljaju popravljjanje merene modelne koordinate, dobijene prema (3.16).

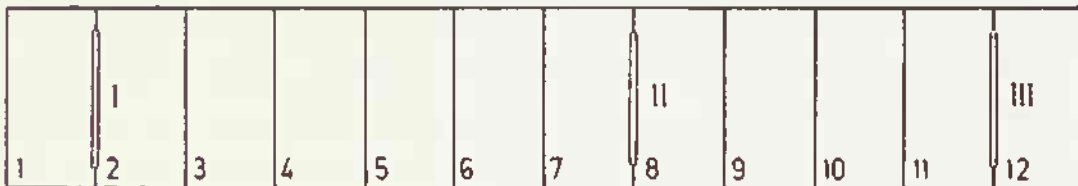
Ovde treba istaći i neke kritičke primedbe na ovaj matematički model, koji polazi od toga da je tok odstupanja idući od tačaka 1, 2 preko 3, 4 do 5, 6 linearan (sl. 3.4), iako za to nema teoretske opravdanosti.

S druge strane, poslednje članove u izrazima za korekcionni polinom (3.12), (3.13) i (3.14) teško je geometrijski opravdati.

Iz oba navedena razloga može se smatrati da je metoda instrumentalnog nadovezivanja sa ovakvim matematičkim modelom, a koja se primenjuje u fotogrametrijskoj praksi u SAP Vojvodini, veoma manjkava u pogledu teoretske opravdanosti.

3.3.3. Prikaz uporedjenja rezultata izjednačenja s poprečno merenim dužinama

Detaljna ocena tačnosti rezultata dobijenih izjednačenjem u odnosu na poprečno merene dužine biće data u poglavlju 7. Ovde će se samo informativno i u apsolutnom iznosu prikazati razlike između dužina sračunatih iz koordinata određених fotogrametrijskom metodom, dobijenih izjednačenjem po 3.3.2, s jedne strane, i dužina dobijenih merenjem elektronskim daljinomerima na terenu, s druge strane. Na sl. 3.5. prikazan je raspored merenih dužina poprečnih na osu niza.



Sl. 3.5.

Treba napomenuti da su krajnje tačke merenih dužina I, II i III geodetske tačke, koje su određene geodetskim merenjem na terenu, tako da postoje tri mogućnosti uporedjenja, pri čemu se iz tabele 3.1. vidi da se dužine dobijene iz geodetski određenih koordinata i dužine dobijene direktnim merenjem na terenu elektronskim daljinomerima relativno dobro slažu, u granicama tačnosti određivanja koordinata geodetskim metodama. S druge strane, dužine dobijene iz fotogrametrijski određenih koordinata, odstupaju za određene iznose, koji se uvećavaju udaljavanjem upoređivane dužine od početka niza. I iz ovog grubog uporedjenja može se naslutiti i potvrditi postojanje sistematski delujućih izvora pogrešaka koje se javljaju prilikom formiranja niza metodom aeropoligona.

Tabela 3.1.

Dužina	Dužine merene elektr. daljinomerom $D_E(m)$	Dužine iz geodets. koordinata $D_G(m)$	Dužine iz fotogramet. koordinata $D_F(m)$
I	1.498,60	1.498,70	1.498,56
II	1.420,46	1.420,52	1.419,76
III	1.485,04	1.485,15	1.485,62

4. METODA NEZAVISNIH MODELA PRIMENOM POVEZANE HELMERT-ove TRANSFORMACIJE SA UKLJUČIVANJEM POPREČNO MERENIH DUŽINA

U poglavlju 3. date su osnovne osobine metode nezavisnih modela, kao i njena ekonomska opravdanost u odnosu na postojeću opremljenost većine fotogrametrijskih institucija.

Osnovna zamisao ove metode je da se pojedinačno i nezavisno formirani modeli izmere i pomoću transformacija bilo kog oblika, mada najčešće Helmertovom, povežu u niz ili blok, a zatim ovako formirane celine pomoću orijentacionih tačaka jednovremeno uklope u terenski koordinatni sistem. Vrlo bitno je odabiranjem veznih tačaka, u koje spadaju i projekcioni centri, obezbediti uslove za čvrsto povezivanje modela. U [5] je na test-primerima pokazano da je povezivanje modela mnogo čvršće ako duž poprečnog profila u zajedničkom preklopnom području susednih modela imamo osim tačaka u uglovima modela i vezne tačke u području ose niza.

Ukoliko se još pre merenja nezavisnih modela obavi i merenje rešetkastih ploča, u svrhu korigovanja sistematskih pogrešaka instrumenta, može se postići u sprovođenju postupka aerotriangulacije na stereoprojekcionim instrumentima takva tačnost, koja veoma malo zaostaje iza tačnosti koja se dobija primenom čistih analitičkih postupaka sa merenjima obavljenim na stereokomparatoru.

U ovom radu će biti izložena metoda nezavisnih modela dopunjena u izjednačenju i s poprečno merenim dužinama, koje su izmerene elektronskim daljinomerima na terenu. Ova-

ko merene dužine ulaze u izjednačenje po metodi posrednih merenja kao merene veličine i treba da deluju na smanjenje sistematskih uticaja (naročito pogreške razmere dMm) koji dovode do deformacija niza razmatranih u 3.1.

Za razliku od metoda koje su obradjene u poglavljima 3, 5 i 6, metoda povezane Helmertove transformacije suštinski se razlikuje u načinu sprovođenja od ostalih postupaka aerotriangulacije.

Dok metode obradjene u poglavljima 3, 5 i 6 polaze od toga da se niz prvo formira, a zatim kao celina uklopi u terenski koordinatni sistem, dotle metoda povezane Helmertove transformacije u jednom istovremenom - simultanom - postupku rešava problem određivanja elemenata spoljnje orijentacije i nepoznatih koordinata u terenskom sistemu. Ovakav način određivanja nepoznatih elemenata jednim zajedničkim izjednačenjem svih merenih veličina, medju koje u ovom slučaju ulaze i merene poprečne dužine, pruža izvanredne mogućnosti za postizanje veoma homogene tačnosti u sprovođenju postupka aerotriangulacije.

Zbog razlika u načinu obrade merenih podataka, u smislu zajedničkog i istovremenog dobijanja rešenja za tražene veličine, bez potrebe poznavanja njihovih približnih vrednosti, ovaj postupak obrade je definisan terminom "povezana Helmertova transformacija". On se u suštini razlikuje od metode klasične Helmertove transformacije, koja problem rešava parcijalno - u dva dela. Na bazi prethodno dobijenih elemenata spoljnje orijentacije naknadno se dolazi u drugom koraku do nepoznatih koordinata u terenskom koordinatnom sistemu.

Treba napomenuti da su i u slučaju ove metode korišćene iste početne informacije kao i kod metoda datih u poglavljima 5 i 6, dobijene merenjem nezavisnih modela, što pru-

ža mogućnost sagledavanja prednosti ove metode (v. prilog 9).

Opis metoda merenja nezavisnih modela biće iscrpno prikazan u 4.2.1. i 4.2.2.

4.1. KRATAK PRIKAZ TERENSKIH MERENJA I PODATAKA O NIZU

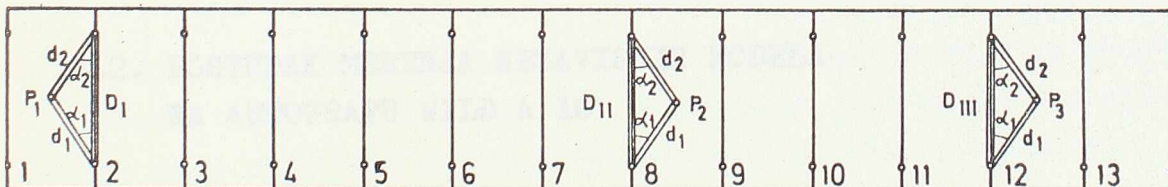
Na osnovu razumevanja i želje da se pomogne jedan ovakav rad, kao i na osnovu postojećih mogućnosti izbora niza za testiranje u datom trenutku, odabran je (u Pokrajinskom geodetskom zavodu "Vojvodina" u Novom Sadu) jedan niz u projektu komasacionih radova za K.O. Ratkovo. Plan snimanja, koji je bio već napravljen prema uobičajenom postupku izbora orijentacionih tačaka u PGZ "Vojvodina", dopunjen je naknadnim orijentacionim tačkama u svrhu obezbeđenja svakog modela dotičnog niza. Odabrani niz je prema planu snimanja imao trinaest modela (maksimalan broj u projektu), a naknadno je predviđeno i merenje tri poprečne dužine elektronskim daljinomerima.

Koordinate datih tačaka su određene iz merenja uglova i dužina instrumentom Wild Di-3 metodom poligonskih vlakova, koji su išli ivicama niza paralelno s njegovom osom. Kod računanja poligonski vlaci su vezani za postojeću trigonometrijsku mrežu IV reda, koja je određena još pre rata i ima vrlo nisku tačnost. Iz ovih razloga postojao je problem uklapanja merenja više tačnosti u mrežu niže tačnosti. Kao rezultat ovih odstupanja u datoj mreži mogu se sigurno tumačiti i razlike u tabeli 3.1, između dužina izmerenih elektronskim daljinomerima i onih koje su dobijene iz koordinata tačaka, određenih geodetskim metodama. Ove razlike se mogu identifikovati s poprečnim odstupanjima u poligonskom vlaku, u koji su dotične tačke uključene. Pri prosudjivanju o ovim razlikama treba imati na umu i još dva značajna faktora: deformaci-

ju mreže na granici zone i prelaz od jedne na drugu zonu, odnosno od jednog koordinatnog sistema na drugi.

Na ovaj problem treba ukazati, jer se on pojavljuje u najvećem broju fotogrametrijskih snimanja u krupnim razmerama, a posebno u sprovođenju komasacionih radova, naročito kod aerotriangulacije. S obzirom da je proces obnavljanja trigonometrijskih mreža i određivanja koordinata trigonometrijskih tačaka u nas u jednom vrlo usporenom toku, potrebno je razmotriti mogućnosti primene odgovarajućeg teoretskog postupka, kojim bi se pogreške ovih datih veličina uzele u obzir. U našoj praksi je česta pojava da se ove greške apstrahuju, a da se sva odstupanja, koja se javljaju pri fotogrametrijskom premeru, pripisuju u celini fotogrametrijskim postupcima.

S obzirom da su poprečne dužine, diktirane planom snimanja, iznosile oko 1500 m, što se s elektronskim instrumentima manjeg dometa, s kojim uglavnom raspolaže naša geodetska praksa (Wild Di-10, Di-3, Kern DM 500), nije moglo direktno meriti, merenja su obavljena indirektno preko pomoćne tačke (sl. 4.1.).



Sl. 4.1.

Pri tom su merene dužine d_1 i d_2 i uglovi α_1 i α_2 , pa se do dužina D_I , D_{II} i D_{III} dolazi računskim putem.

Za kontrolu da li ovaj indirektan način dobijanja poprečnih dužina daje dobre, i za praksu dovoljno tačne rezultate, dužine D_I , D_{II} i D_{III} izmerene su i direktno s elektronskim daljinomerom AGA - model 6. Rezultati merenja su prikazani u tabeli 4.1.

Tabela 4.1.

Dužina	Mereno sa AGA-M ₆	Indirekto dobijena dužina preko mer. d_1 i d_2 sa D_i-3
D_I	1.498,603	1.498,597
D_{II}	1.420,460	1.420,450
D_{III}	1.485,036	1.485,043

Snimanje je izvršeno širokougaonom kamerom Wild RC-10 s fokusom 152,07 mm, podužni preklop 80%, a poprečni 25%. Razmera snimanja 1:8700. Zbog nešto većeg podužnog preklopa, prilikom razvijanja u fotolaboratoriji izrađene su dijapozitiv ploče za svaki drugi snimak.

4.2. POSTUPAK MERENJA NEZAVISNIH MODELA NA AUTOGRAFU WILD A 10

Za potrebe komasacionih radova, odnosno izrade katastarskih planova, dovoljno je obaviti merenje samo položajnih koordinata x , y na autografu, a kasnije obradom ovih doći i do krajnjeg cilja, položajnih koordinata X , Y svih interesantnih tačeka u terenskom koordinatnom sistemu.

No radi analize pogrešaka u odredjivanju visina, što je posebno osetljivo pitanje u fotogrametrijskoj praksi, trebalo je meriti sve tri koordinate na autografu. Uz to, kako je već napomenuto u poglavlju 2, nepohodno je izvršiti i merenja za odredjivanje projekcionih centara.

Radi kontrole i mogućnosti uporedjenja indentičnih rezultata, test-niz je izmeren dva puta na autografu A 10, u skladu s potrebama za samo položajno, a zatim i prostorno izjednačenje.

4.2.1. Merenje koordinata x , y , z na autografu Wild A 10 s merenjima za odredjivanje projekcionih centara

Iz dosadašnje fotogrametrijske prakse, pri sprovođenju aerotriangulacije metodom nezavisnih modela, a takodje i iz literature, poznato je nekoliko postupaka pri merenju za odredjivanje projekcionih centara.

Jedna od najjednostavnijih metoda, koja se izvodi uz ispitivanje instrumenta, sastoji se u merenju koordinata tačaka na rešetkastoj ploči pri minimalnoj i maksimalnoj vrednosti čitanja na Z-stubu instrumenta.

Medjutim, tačnost s kojom se ovom metodom dobijaju koordinate projekcionih centara nije dovoljna, pogotovu ako se uzmu samo dve tačke i ako dijapazon Z-stuba instrumenta nije dovoljno veliki.

Kod jedne grupe instrumenata, koji poseduju libele, markicu za rastojanja, autokolimaciju (Kern PG-3, PG-2, Zeiss Planimat), koordinate projekcionih centara se mogu odrediti direktnim merenjem i to vrlo brzo i tačno.

Kod instrumenata koji na nosaču snimaka imaju ugravirane kalibracione markice, naročito za superširokougaoone snimke, mogu se presecanjem unazad odrediti koordinate projekcionih centara.

Na metoda, koja pruža najviše mogućnosti za korektno odredjivanje koordinata projekcionih centara, jeste merenje devet tačaka na rešetkastim pločama. Pri tom na autografu treba namestiti približnu vrednost baze, koja odgovara razmeri animanja aerotrianguliranog niza, a na rešetkastim pločama obeležiti devet tačaka olovkom ili flomasterom, sa suprotne strane od one na kojoj je izgravirana mreža. Potom se rešetkaste ploče polože u nosače snimaka projektora, sa graviranom mrežom okrenutom na dole i vrlo precizno se glavna vertikalna i horizontalna linija mreže dovedu do koincidiranja sa zarezima na staklenoj ploči nosača. Ova koincidencija se na kraju kontroliše pomoću lupa u četiri tačke. Na osnovu šest, od obeležjenih devet tačaka, u zajedničkom preklopnom području, relativno se orijentiše model rešetkastih ploča, koristeći se samo uglovnim pokretima pojedinih projektora. Brojčanici za x , y , z mogu se postaviti na proizvoljne vrednosti, pri čemu jedino treba voditi računa da ne budu na nuli, kako ne bi došlo do negativnih koordinata prilikom merenja. Za z se može namestiti čitanje koje se približno očitava na z -stubu.

U daljem toku postupka merenja rešetkaste mreže, a takođe i modela aerotrianguliranog niza, projekcioni centri moraju ostati fiksni, odnosno $b = konst.$, što znači da se komponente baze ne smeju više menjati u toku merenja. Komponenta b_x je nameštena već na prosečnu vrednost baze snimanja u razmeri modela, a na brojčanicima za b_y , b_z treba da stoji 0,00 .

Modeli aerotrianguliranog niza za vreme merenja mogu zauzimati sasvim proizvoljan položaj u prostoru, ali se po-

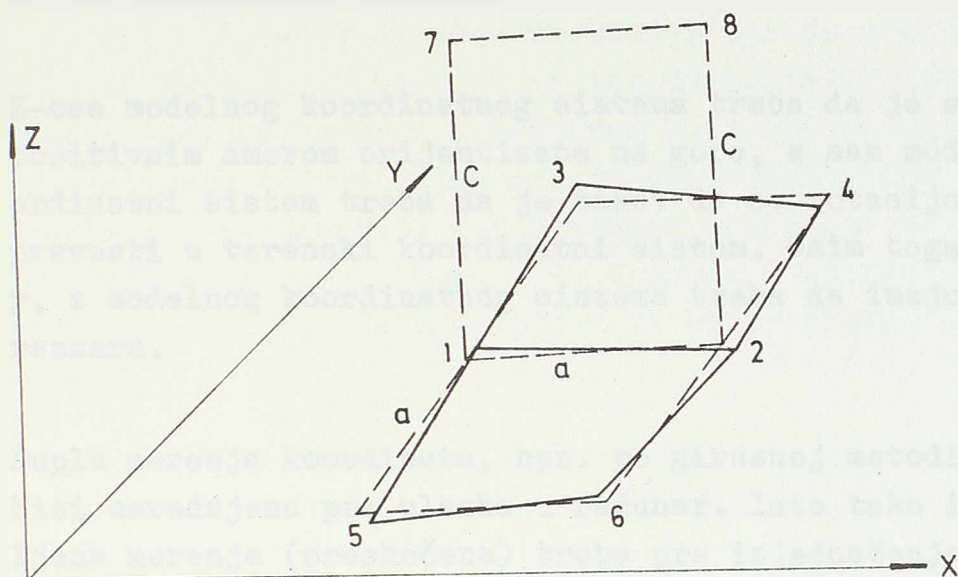
četak koordinatnog sistema mora zadržati za sve modele u istoj tački prostora, što automatski znači da pri relativnoj orijentaciji smeju da se koriste isključivo pokreti slobodnom ručicom, da ne bi došlo do pomeranja početnih vrednosti na brojačnicima za x , y , z . Kod instrumenata koji imaju mogućnost zajedničkih pokreta ϕ , Ω , ove ne treba pomerati u toku merenja, već koristiti samo zasebne pokrete: α' , α'' , φ' , φ'' , ω' pojedinih projektora. Na oba projektora treba takodje namestiti srednju redukovanu vrednost konstante kamere.

Iz celog objašnjenja postupka merenja može se izvesti zaključak da projekcioni centri, odnosno njihov stalan položaj u prostoru, čine osnovu metode nezavisnih modela i to je jedini i neophodan uslov da bi se mereni modeli mogli povezati analitičkim putem u niz.

Iz [267] se može zaključiti da je dovoljno obaviti samo jedno merenje za odredjivanje projekcionih centara, na početku ili na kraju niza, ukoliko u toku merenja ne dodje do pomeranja projekcionih centara.

U slučaju da su prilikom merenja pomereni projekcioni centri, treba ponovo obaviti merenja za njihovo odredjivanje, pri čemu kod obrade podataka treba voditi računa od kojeg modela treba uvesti u računar nove položaje projekcionih centara.

Sam postupak odredjivanja koordinata projekcionih centara svodi se dalje na to da se primenom jedne prostorne Helmert-ove transformacije matematički model rešetkastih ploča, definisan stranicama a kvadratne mreže rešetkastih ploča i srednjom konstantom snimka (redukovanom konstantom kamere), svede na mereni model rešetkastih ploča, pri čemu su oba modela povezana sa "treba" i "jeste" koordinatama tačaka 1, 2, 3, 4, 5 i 6. Tražene koordinate projekcionih centara dobijaju se kao transformisane tačke 7 i 8 "treba" modela (sl. 4.2.).



Sl. 4.2. (po K.Krausu)

Ovaj metod odredjivanja projekcionih centara je vrlo pogodan i iz razloga što se primenom prostorne Helmert-ove transformacije osim koordinata transformisanih tačaka 7 i 8 (projekcionih centara) dobijaju i popravke v_i za koordinate tačaka 1 - 6, na osnovu kojih se može prosuđivati o tačnosti instrumenta.

Radi kontrole dobro je još jednom, i to na kraju aerotrianguliranog niza, posle merenja poslednjeg modela, izvršiti još jedno merenje devet tačaka na rešetkastim pločama za odredjivanje projekcionih centara.

Prilikom registracije merenih koordinata svakoj tački treba, ispred broja same tačke, dodeliti odgovarajući kod - znak, s obzirom na to da li je tačka orijentaciona, vezna ili detaljna. Na osnovu tog koda, obično su to brojevi 0, 1, 2, računar će kod povezivanja modela odabrati npr. samo vezne tačke. Ostale tačke, izuzev određenih orijentacionih tačaka koje će služiti za uklapanje niza u terens-

ki koordinatni sistem, biće prevedene u terenski sistem preko transformacionih koeficijenata, odredjenih na bazi orijentacionih tačaka.

Z-osa modelnog koordinatnog sistema treba da je svojim pozitivnim smerom orijentisana na gore, a sam modelni koordinatni sistem treba da je takav da se rotacijom može prevesti u terenski koordinatni sistem. Osim toga ose x , y , z modelnog koordinatnog sistema treba da imaju istu razmeru.

Dupla merenja koordinata, npr. po girusnoj metodi, moraju biti osrednjena pre ulaska u računar. Isto tako izostavljena merenja (preskočena) treba pre izjednačenja eliminisati.

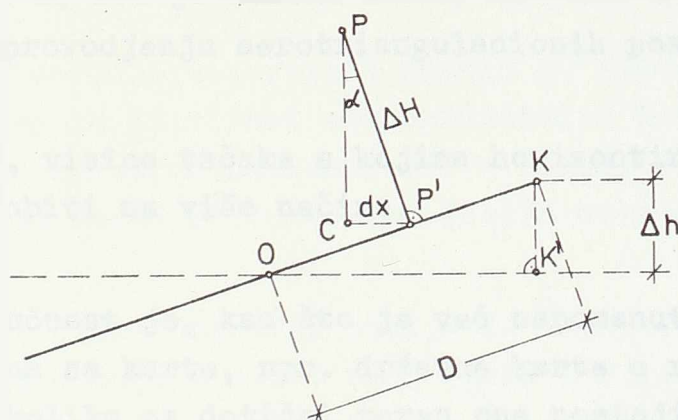
Svi navedeni detalji, o kojima treba voditi računa pri registraciji merenih podataka, predstavljaju specifičnost programa po kome će se obradljivati, pa je potrebno, pre merenja upoznati restitatora s njima i dati mu detaljne instrukcije za merenje.

4.2.2. Merenje koordinata x , y na autografu Wild A 10 bez merenja za odredjivanje projekcionih centara

Kod sprovođenja aerotriangulacionog postupka za potrebe komasacionih radova i katastra osnovni interes se sastoji u tome da se za odredjeni broj tačaka dobiju položajne koordinate X , Y u terenskom koordinatnom sistemu. U tom slučaju nije prilikom merenja na autografu potrebno registrovati koordinatu z , a otpadaju takodje i merenja za odredjivanje projekcionih centara.

U ovom slučaju nije više dovoljno da modeli pre merenja budu samo relativno orijentisani, već je još uz to potre-

čno da budu s dovoljnom tačnošću definisani po visini i nagibu. Kada se govori o dovoljnoj tačnosti definisanosti modela po visini i nagibu, podrazumeva se da u tom smislu do stanovitih mere nedovoljno tačna horizontacija ne pogoršava tačnost položajnih koordinata X, Y toliko da ne bi više bila postignuta zahtevana tačnost. Postupkom horizontacije modela na bazi visinskih tačaka nakon relativne orijentacije postiže se sasvim zadovoljavajuća definisanost modela po visini i nagibu. Može se pokazati (sl. 4.3. i izraz 4.2) da je i grubo poznavanje visina tačaka dovoljno za sprovođenje horizontacije modela.



Sl. 4.3.

- Δh - visinsko odstupanje modela zbog ugla nagiba,
- ΔH - približna vrednost maksimalne visinske razlike terena,
- dx - uticaj nagiba α na x koordinatu,
- D - dužina na terenu koju zahvata $S/2$ (S dimenzija snimka).

Za konkretan slučaj posmatranog niza s podacima iz 4.1. može se uspostaviti sledeća relacija na bazi sličnosti trouglova OKK' i $PP'C$:

$$dx : \Delta H = \Delta h : D \quad (4.1)$$

Za dotični teren, koji obuhvata niz, maksimalne visinske razlike su $\Delta H = \pm 3$ m, a $D \approx 900$ m. Ako se uzme da se visinska definisanost modela poznaje na $\Delta h = \pm 1$ m, što se i očitavanjem visina s karte može postići, onda se za dx dobija:

$$dx = \pm 0,003 \text{ m} \quad (4.2)$$

To znači da bi se tek za $\Delta h = \pm 3$ m, što predstavlja ekstremum koji se na tom terenu može dogoditi, za dx dobio $\pm 0,01$ m, što je daleko iznad tačnosti o kojoj je reč pri sprovođenju aerotriangulacionih postupaka.

Praktično, visine tačaka s kojima horizontiramo model, mogu se dobiti na više načina.

Jedna mogućnost je, kao što je već napomenuto, očitavanjem visina sa karte, npr. državne karte u razmeri 1:5000, ukoliko za dotični teren ona postoji. Na kartu se koordinatama nanese orijentacione tačke, a zatim se postupkom interpolacije dodje do nadmorskih visina ovih tačaka, što je obzirom na slabu razvedenost reljefa takvih terena dozvoljeno.

Druga mogućnost je, ukoliko postoji gusta mreža geodetskih tačaka s poznatim visinama, korišćenje njihovih nadmorskih visina. Ukoliko gustina visinskih tačaka ne zadovoljava potreban raspored po modelima, mogu se naknadne tačke odrediti na terenu metodom trigonometrijskog nivelmana. To u sadašnjim uslovima ne predstavlja veliki i poseban utrošak vremena, jer se vertikalni uglovi mogu vrlo brzo meriti uz horizontalne, a s obzirom na tačno poznavanje dužine između krajnjih tačaka, koje se isto-

vremeno odredjuju sa merenjem uglova i visinske će razlike biti odredjene s potrebnom tačnošću.

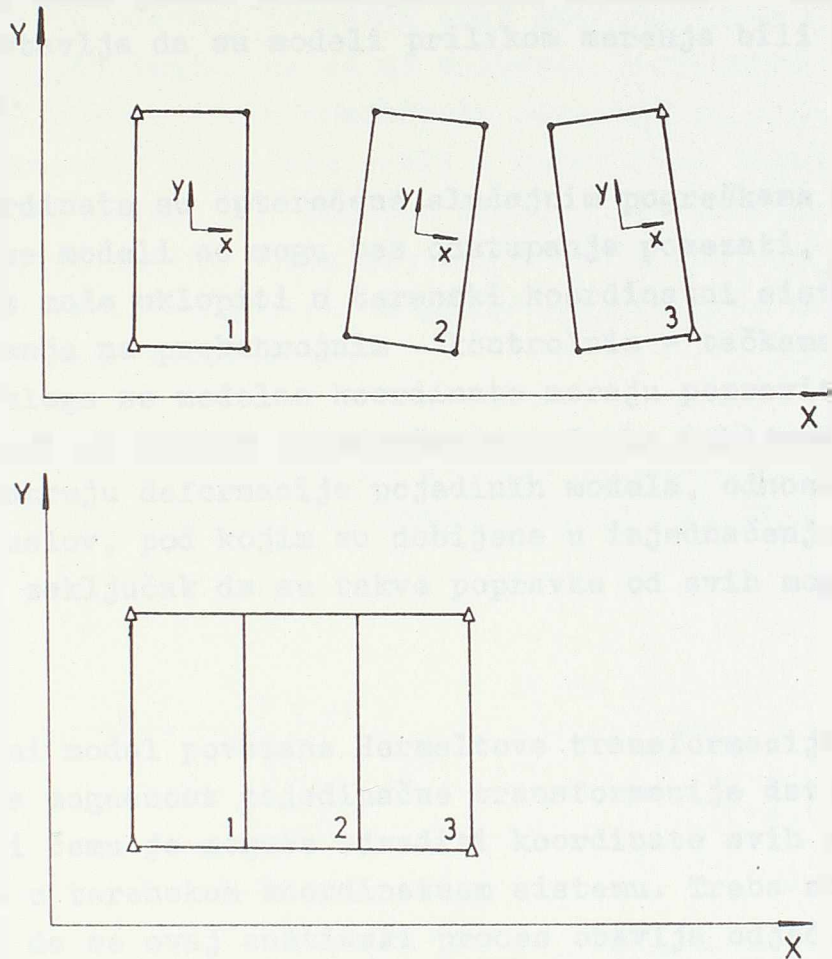
I na kraju postoji mogućnost, da se računskim postupkom na kompjuteru dodje do potrebnih visina tačaka za horizontiranje modela, čime se terenski radovi svode na minimum. U ovom slučaju dovoljno je uzeti nekoliko tačaka u nizu, čije su visine već poznate i izvršiti jednu približnu prostornu transformaciju niza u terenski koordinatni sistem, s merenim modelnim koordinatama u samo relativno orijentisanim modelima. Ovakvom približnom transformacijom dobijemo visine za sve izmerene tačke na instrumentu, a s podacima za x , y se sada ide u jedno definitivno izjednačenje, samo po položajnim koordinatama.

Inače samo merenje nezavisnih modela je vrlo jednostavno, i upravo to doprinosi ekonomičnosti i brzini merenja, a osim toga rasterećuje restitutora od nepotrebnih detalja, koji su inače prisutni kod drugih metoda.

Pri merenju treba obratiti pažnju da restitutor na registrirajućem uređjaju ukuca broj tačke i odgovarajući kod ispred tog broja, u zavisnosti da li je tačka vezna, orijentaciona ili detaljna. Takodje, treba obratiti pažnju da u toku merenja jednog modela ne dodje do pomeranja indeksa nulpostava za x i y na uređjaju za registraciju podataka.

4.3. MATEMATIČKI MODEL POVEZANE HELMERT-ove TRANSFORMACIJE

Osnovne karakteristike metode nezavisnih modela primenom povezane Helmertove transformacije očigledno pokazuje sl.
4.4.:



- △ — orijentacione tačke
- — tačke za povezivanje modela

Sl. 4.4.

Nezavisno izmereni modeli 1, 2, 3 primenom povezane Hel-
mertove transformacije se povezuju u niz i istovremeno
na bazi orijentacionih tačaka, uklapaju kao celina u te-
renski koordinatni sistem.

Ograničavajući se samo na položajne koordinate, dobija se
jedna povoljnost, da su transformacione formule linearnog

oblika, što za računski postupak ima prednosti. Osim toga za izjednačenje po metodi posrednih merenja, u ovom slučaju nisu potrebne približne vrednosti nepoznatih, a dovoljan je samo jedan prolaz prilikom računanja. Postupak pretpostavlja da su modeli prilikom merenja bili horizontalirani.

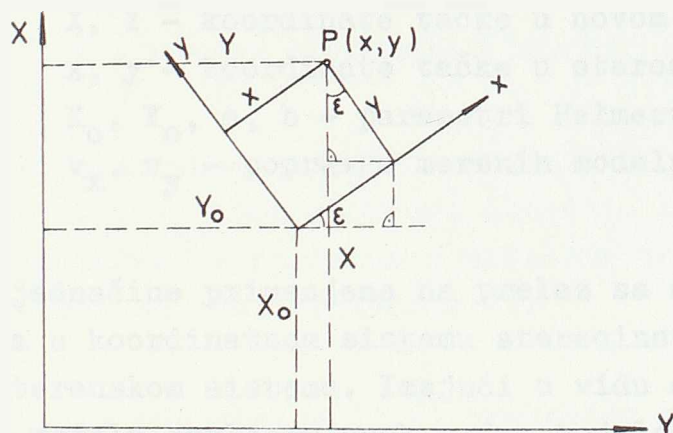
Merene koordinate su opterećene slučajnim pogreškama merenja, pa se modeli ne mogu bez odstupanja povezati, a niti se niz može uklopiti u terenski koordinatni sistem bez odstupanja na prekobrojnim - kontrolnim - tačkama. Iz ovih razloga se modelne koordinate moraju popraviti za iznos koji se dobija izjednačenjem. Ovako dobijene popravke ilustruju deformacije pojedinih modela, odnosno niza, ali uslov, pod kojim su dobijene u izjednačenju, upućuje na zaključak da su takve popravke od svih mogućih najmanje.

Funkcionalni model povezane Hermeltove transformacije ustvari pruža mogućnost pojedinačne transformacije datog modela, pri čemu je moguće odrediti koordinate svih vezanih tačaka u terenskom koordinatnom sistemu. Treba samo napomenuti da se ovaj suštinski proces obavlja odjednom za sve modele, u jednom simultanom izjednačenju. Koordinate orijentacionih tačaka uzete su kao da su bez pogrešaka.

Stohastički model obuhvata samo merene modelne koordinate i poprečno merene dužine, jer u izjednačenju samo ovi elementi dobijaju popravke. Modelne koordinate su posmatrane kao medjusobno nekorelisane i jednako tačne. Radi ocene tačnosti koriste se članovi na glavnoj dijagonali inverzne matrice koeficijenata normalnih jednačina, u funkciji srednje pogreške za jediničnu težinu $\sigma_0=1$, pri čemu se, zbog usvojenih pojednostavljenja u stohastičkom modelu, uzima da su $\sigma_x = \sigma_y$.

Medjutim, parametar σ_0 se ne može uzeti kao mera apsolutne tačnosti, već samo kao mera tačnosti merenja modelnih koordinata. Ali ako se, u situaciji kada u nizu postoji veći broj datih tačaka, izvestan broj geodetskih tačaka izvuče iz izjednačenja, pa se do njihovih koordinata dođe naknadno pomoću transformacionih parametara, onda se iz razlika između transformisanih i geodetskih koordinata može dobiti takvo σ_0 koje će služiti kao mera za ocenu apsolutne tačnosti. U tom slučaju ovako izdvojene geodetske tačke iz izjednačenja ne predstavljaju više orijentacione, već kontrolne tačke.

Polazeći od osnovnih formula Helmertove transformacije za prelaz iz jednog u drugi koordinatni sistem (sl. 4.5.),



Sl. 4.5.

sledi:

$$\begin{aligned} X &= X_0 + y \cos \epsilon + x \sin \epsilon \\ Y &= Y_0 + x \cos \epsilon - y \sin \epsilon \end{aligned} \quad (v=1) \quad (4.3)$$

Uvodjenje oznaka:

$$a = \cos \epsilon \quad b = \sin \epsilon \quad (4.4)$$

dobijaju se definitivne formule Helmertove transformacije:

$$\begin{aligned} X &= X_0 + ay + bx \\ Y &= Y_0 + ax - by \end{aligned} \quad (4.5)$$

Ako uvedemo popravke v_x i v_y ove jednačine prelaze u jednačine odstupanja:

$$\begin{aligned} X + v_x &= X_0 + ay + bx \\ Y + v_y &= Y_0 + ax - by \end{aligned} \quad (4.6)$$

koje definitivno glase:

$$\begin{aligned} v_x &= X_0 + ax + bx - X \\ v_y &= Y_0 + ax - by - Y \end{aligned} \quad (4.7)$$

gde su:

X, Y - koordinate tačke u novom sistemu
 x, y - koordinate tačke u starom sistemu
 X_0, Y_0, a, b - parametri Helmertove transformacije
 v_x, v_y - popravke merenih modelnih koordinata.

Ove su jednačine primenjene na prelaz sa merenih modelnih koordinata u koordinatnom sistemu stereoinstrumenta na koordinate u terenskom sistemu. Imajući u vidu da se vezne tačke između modela javljaju uvek u dva modela, a takodje da su za orijentacione tačke poznate koordinate u terenskom koordinatnom sistemu, imamo:

$$\begin{aligned} v_{x_i} &= X_0^j + a^j y_i^j + b^j x_i^j - X_i \\ v_{y_i} &= Y_0^j + a^j x_i^j - b^j y_i^j - Y_i \end{aligned} \quad (4.8)$$

gde su oznake:

i - broj tačke

j - broj modela u kome je tačka izmerena.

Jednačina odstupanja (4.8), koje su date u opštem obliku i kojih ima dva puta više od ukupnog broja tačaka izmerenih u svim modelima, u matričnom obliku glase:

$$v = A \cdot X + l \quad (4.9)$$

gde su:

v - vektor odstupanja

A - matrica koeficijenata u jednačinama odstupanja

X - vektor nepoznatih

l - vektor slobodnih članova.

Prilikom formiranja jednačina odstupanja po izrazima (4.8) vrednosti X_1, Y_1 biće slobodni članovi, kada su u pitanju geodetske tačke, a za vezne i detaljne tačke to su nepoznate vrednosti sa koeficijentima -1.

Sa jednačina odstupanja (4.8) prelazimo na normalne jednačine:

$$X = -(A^T A)^{-1} \cdot A^T \cdot l \quad (4.10)$$

ili:

$$X = -N^{-1} \cdot A^T \cdot l \quad (4.11)$$

gde N predstavlja matricu koeficijenata normalnih jednačina.

Vektor nepoznatih X sadrži sve parametre transformacije i nepoznate geodetske koordinate tačkaka.

Sa ovako formiranim matematičkim modelom izvrši se prvo - približno - izjednačenje, da bi se dobile približne vrednosti nepoznatih geodetskih koordinata, koje su dalje potrebne za formiranje jednačina odstupanja za dužine poprečne na osu niza, izmerene elektronskim daljinomerima.

Za prvo približno izjednačenje nisu bile potrebne približne vrednosti nepoznatih, jer se matričnom operacijom redukcije sistema normalnih jednačina samo na transformacione parametre mogu dobiti posredno i nepoznate geodetske koordinate. Taj postupak biće detaljnije prikazan u sledećem, a polazeći od (4.10) i (4.11):

$$N = A^T \cdot A \quad (4.12)$$

Prema pravilima formiranja matrice N, možemo je razložiti na blokove, shodno razdvajanju vektora nepoznatih:

$$\begin{vmatrix} D_1 & N \\ N^T & D_2 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} X_1 \\ X_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} L_1 \\ 0 \end{vmatrix} \quad (4.13)$$

gde su:

D_1 - matrica koeficijenata uz transformacione parametre

D_2 - matrica koeficijenata uz nepoznate koordinate

X_1 - vektor nepoznatih transformacionih parametara

X_2 - vektor nepoznatih geodetskih koordinata

L_1 - vektor slobodnih članova u jednačinama odstupanja.

Iz (4.13) sledi:

$$D_1 X_1 + N X_2 = L_1 \quad (4.14)$$

$$N^T X_1 + D_2 X_2 = 0 \quad (4.15)$$

Rešavajući jednačinu (4.14) po X_1 i smenjujući to rešenje u (4.15) dobija se za X_1 i X_2 :

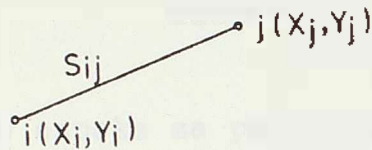
$$X_1 = D_1^{-1}(L_1 - N \cdot X_2) \quad (4.16)$$

$$X_2 = (N^T \cdot D_1^{-1} \cdot N - D_2)^{-1} \cdot N^T \cdot D_1^{-1} \cdot L_1 \quad (4.17)$$

čime se vrlo efektno dolazi do izraza za dobijanje transformacionih parametara i nepoznatih koordinata u terenskom koordinatnom sistemu.

4.3.1. Matematički model povezane Helmertove transformacije sa poprečno merenim dužinama

Jednačine odstupanja za poprečno merene dužine, polazeći od (4.18) i (4.19), a na osnovu sl. 4.6., imaju sledeći oblik:



Sl. 4.6.

$$S_{ij} = \pm \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \quad (4.18)$$

ili u opštem obliku:

$$S_{ij} = F(X_i, Y_i, X_j, Y_j) \quad (4.19)$$

Da bi došli do jednačina odstupanja za merene dužine S_{ij} potrebno je funkciju F razviti u Tajlorov red:

$$S_{ij} + v_{S_{ij}} = S_{ij}^0 + \frac{\partial S_{ij}}{\partial X_i} dX_i + \frac{\partial S_{ij}}{\partial X_j} dX_j + \frac{\partial S_{ij}}{\partial Y_i} dY_i + \frac{\partial S_{ij}}{\partial Y_j} dY_j \quad (4.20)$$

Diferenciranjem izraza (4.18) dobijaju se parcijalni izvodi po promenljivim veličinama (koordinatama), pa jednačine odstupanja glase:

$$v_{S_{ij}} = \frac{X_i^0 - X_i}{S_{ij}^0} dX_i - \frac{X_i^0 - X_j}{S_{ij}^0} dX_j + \frac{Y_i^0 - Y_i}{S_{ij}^0} dY_i - \frac{Y_i^0 - Y_j}{S_{ij}^0} dY_j + (S_{ij}^0 - S_{ij}) \quad (4.21)$$

gde je:

S_{ij}^0 - približna dužina, dobijena preko koordinata iz prvog izjednačenja (bez dužina)

S_{ij} - direktno merena dužina na terenu

$x_i^0, x_j^0, y_i^0, y_j^0$ - približne vrednosti koordinata dobijene u prvom izjednačenju (bez dužina).

Uvodeći skraćene oznake za parcijalne izvode i slobodni član, dobija se definitivni oblik izraza za jednačine odstupanja za merene dužine:

$$v_{S_{ij}} = c_i dx_i - c_j dx_j + e_i dy_i - e_j dy_j + w_i \quad (4.22)$$

Ideja uvođenja poprečno merenih dužina [167], poprečno u odnosu na osu niza, predstavlja težište istraživanja u ovom radu, a kako je već ranije napomenuto (v. 2.2.2.), cilj je da te dužine doprinesu smanjenju sistematskih uticaja koji dovode do deformacija niza.

U poglavlju 5. biće te merene dužine uključene u metod aeropoligona, tako što će se povezivanje modela obavljati preko njih.

Takodje je vrlo interesantno uključiti te dužine i u izjednačenje merenja niza po metodi nezavisnih modela, jer će raspored ovih dužina na stanovitim X-ima sprečavati pojavu deformacija, izazvanih sistematskim uticajima.

Postojeći matematički model povezane Helmerove transformacije biće proširen s uvođenjem poprečno merenih dužina, tj. treba superponirati Helmertu metodu s popravkama fiktivnog aeropoligona, rezultirajućim iz pogrešaka razmere.

Uvođenjem poprečnih dužina dolazi do neznatnih modifikacija u izloženom matematičkom modelu, iz razloga što se prvim izjednačenjem dolazi do približnih vrednosti za sve nepoznate koordinate.

Sada jednačine ostupanja (4.8) imaju sledeći oblik:

$$v_{x_i} = X_0^j + a^j y_i^j + b^j x_i^j - (X_i^0 + dX_i) \quad (4.23)$$

$$v_{y_i} = Y_0^j + a^j x_i^j - b^j y_i^j - (Y_i^0 + dY_i)$$

Iz (4.23) jasno se može zaključiti da rezultat drugog izjednačenja neće biti koordinate, već njihovi priraštaji koji se odnose na približne vrednosti koordinata dobijenih prvim izjednačenjem.

U skladu sa nastalim modifikacijama sistema jednačina ostupanja doći će i do izmene rešenja normalnih jednačina, koje sada imaju sledeći oblik:

$$X = -N_D^{-1} \cdot A_D^T \cdot l_D \quad (4.24)$$

Na ovaj način se dobijaju koordinate svih tačaka koje su učestvovala u izjednačenju, a takodje i elementi apsolutne orijentacije svakog modela pojedinačno, koji se koriste za orijentaciju modela na stereoprojeksionim instrumentima prilikom kartiranja.

5. METODA NEZAVISNIH MODELA PRIMENOM NUMERIČKE PROSTORNE TRANSFORMACIJE

U cilju dobijanja mogućnosti za uporedjenje rezultata aerotriangulacije metodom nezavisnih modela sproveden je i postupak aerotriangulacije primenom numeričke prostorne transformacije pojedinačnih modela.

Dok smo u postupku opisanom u 4. u jednom simultanom izjednačenju svih merenih elemenata, modelnih koordinata i poprečnih dužina, dolazili do traženih veličina, dotle ovde analitičkim postupkom formiran i u terenski koordinatni sistem transformisan niz podvrgavamo naknadno izjednačenju po metodi polinoma, da bi došli do definitivnih traženih veličina - koordinata tačaka u terenskom koordinatnom sistemu.

Na osnovu grupe orijentacionih tačaka u početnom modelu aerotrianguliranog niza isti se apsolutno orijentiše numeričkim postupkom u terenskom koordinatnom sistemu. Ovim postupkom dolazimo do nepoznatih elemenata apsolutne orijentacije modela, kao i koordinata svih izabranih tačaka u terenskom koordinatnom sistemu. Ovako transformisane koordinate služe dalje kao osnova za numeričku priorijentaciju narednog modela, kojom se na analogan način dolazi do gore navedenih veličina.

Idući na ovako opisan način model po model formira se niz koji dalje treba pomoću orijentacionih tačaka uklopiti u terenski koordinatni sistem, pri čemu terenske koordinate tačaka dobijene formiranjem niza služe kao približne vrednosti u daljem izjednačenju.

Ovaj postupak predstavlja u suštini numeričko rešavanje problema priorijentacije modela.

Početne informacije - merni podaci su istovetni kao i oni koji su korišćeni za rešenje aerotriangulacije niza po metodi prikazanoj u poglavlju 4. Naime, ovde se samo radi o drugom načinu obrade ovih podataka, da bi se došlo do cilja, koji je inače uvek krajnja težnja pri rešavanju zadataka aerotriangulacije, a to su koordinate odredjenog broja tačaka, neophodnih za orijentisanje modela.

5.1. NAČIN FORMIRANJA NIZA

Kao što je već napomenuto u poglavlju 5, ovde se formiranje niza obavlja jednom sukcesivnom primenom numeričke priorijentacije modela. Na bazi grupe orijentacionih tačaka prvi model u nizu se podvrgava jednoj prostornoj linearnoj transformaciji, kojom se koordinate merene u modelu prevode u terenski koordinatni sistem.

S obzirom da uvek postoje prekobrojne orijentacione tačke, ova prostorna linearna transformacija se izvodi po metodi najmanjih kvadrata.

Poznato je iz literature [24] da se prostorna linearna transformacija može izvesti pod različitim matematičkim uslovi-
ma, u zavisnosti od zahtevane tačnosti.

Najopštiji način je zajedničko odredjivanje svih sedam elemenata apsolutne orijentacije (faktor razmere i po tri parametra translacije i rotacije) u jedinstvenom izjednačenju. Ovaj način ujedno predstavlja i najispravnije rešenje sa stanovišta teorije verovatnoće i računa izjednačenja.

No treba naglasiti da i približne metode daju za praktične zadatke zadovoljavajuća rešenja, a s druge strane veoma pojednostavljuju postupak odredjivanja elemenata apsolutne orijentacije.

Može se uzeti npr. razdvojeno odredjivanje faktora razmere i parametara translacije od parametara rotacije, što je u ovom radu i korišćeno kroz program firme WILD (autor programa je prof. Ingillheri).

U slučaju ovakvog razdvajanja nepoznatih koje se odredjuju izjednačenjem, suma kvadrata popravaka merenih veličina se razlikuje neznatno od sume koja se dobija jednim zajedničkim odredjivanjem svih nepoznatih. Red veličine ove razlike je tog reda da se slobodno ova metoda razdvajanja nepoznatih iz praktičnih razloga može smatrati opravdanom.

Ova opravdanost može se potkrepiti sa sledeća dva argumenta:

- postupak odredjivanja nepoznatih je, sa aspekta tehnike računanja mnogo jednostavniji;
- odredjivanje svih elemenata apsolutne orijentacije u zajedničkom izjednačenju je teoretski ispravno samo u slučaju kada bi merenja bila opterećena samo čisto slučajnim greškama, koje bi trebalo da slede Gauss-ov zakon normalne raspodele [347].

Iz navedenih razloga, koji idu u prilog primene približne metode odredjivanja nepoznatih elemenata apsolutne orijentacije, jasno se može zaključiti da su pretpostavke o postojanju samo slučajnih grešaka u merenim veličinama nerealne, te da i rešenja dobijena jednom približnom metodom zadovoljavaju potrebe fotogrametrijske prakse [347].

5.1.1. Opis i karakteristike programa Wild-Ingillheri

Program funkcioniše na bazi grupe orijentacionih tačaka, čije su koordinate poznate u modelnom i terenskom koordinatnom

sistemu. Broj orijentacionih tačkaka mora biti naznačen u naredbodavnoj kartici, a može ih biti do dve stotine u jednom modelu. Broj masovnih tačkaka, za koje su poznate samo modelne koordinate nije ograničen, a takodje nije ograničen ni broj modela, izuzev praktične granice vezane za kompjuter koji se u konkretnom slučaju koristi.

Za naredni model koriste se kao orijentacione one tačke koje su prostornom linearnom transformacijom prethodnog modela prevedene u terenski koordinatni sistem. Pri transformaciji prethodnog modela kompjuter automatski na praznim karticama ubuši transformisane koordinate, onim redosledom kojim su bile date preko kartica modelne koordinate. Ovako izbušene kartice se zadržavaju za transformaciju narednog modela, opet u redosledu u kome su poredjane kartice sa modelnim koordinatama istoimenih tačkaka.

Zajedno s masovnim tačkama, čije se koordinate u terenskom koordinatnom sistemu dobijaju transformacijom, obradjuju se i sve kontrolne tačke, koje pružaju mogućnost da se iz razlike njihovih koordinata dobijenih fotogrametrijskom i geodetskim metodama, izvrši ocena apsolutne tačnosti (vidi prilog 9. i tabelu 6.3.).

Posebnu pažnju treba obratiti kod izbora veznih tačkaka za prostornu linearnu transformaciju modela. Vrlo je važno da u profilu za povezivanje modela raspolažemo tačkama u području ose niza koje će, uz projekcione centre, veoma pomoći odredjivanju uzdužnog nagiba modela. Ovo je naročito od značaja u brdovitom terenu, gde visine dobijene fotogrametrijskom metodom nešto više odstupaju od odgovarajućih položajnih koordinata.

Potrebno je takodje ukazati na specifičnost kada su u pitanju prvi i poslednji model u nizu. Ova dva modela, naime, treba da budu obezbedjena s jednim brojem orijentacionih tačkaka odredjenih geodetskim metodama, jer ne postoji mogu-

čnost njihovog nadovezivanja na prethodni, odnosno naredni model.

U ovom programu sve koordinate, kako orijentacionih, tako i masovnih tačaka, dobijaju iste težine.

Program ima mogućnost da se preko jednog potprograma izračuna početna vrednost zakretaja po azimutu iz koordinata dve orijentacione tačke, kada su u pitanju veće uglovne razlike u azimutalnom smeru izmedju modelnog i terenskog koordinatnog sistema.

Izbor i definicija koordinatnog sistema u programu su izvršeni veoma uopšteno, tako da se posebnim specificiranjem određenih koeficijenata definiše konkretan odnos izmedju modelnog i terenskog koordinatnog sistema.

Isto tako se posebnim koeficijentom specificira i situacija u pogledu modelnih koordinata. U slučaju kada su X i Y koordinate merene u milimetrima, a Z koordinata u metrima (kao npr. kod autografa Wild A 7), specificira se jedan koeficijent, a ako su X, Y i Z koordinate u istim jedinicama, onda se koristi specificacija drugim koeficijentom.

Izlazni podaci se mogu dobiti preko teleprintera, štampača ili kartica.

Izlaz na štampaču (vidi prilog 3.) sadrži elemente apsolutne orijentacije, koordinate transformisanih tačaka, kao i preostala odstupanja na orijentacionim tačkama, preko kojih je transformacija izvršena.

5.2. IZJEDNAČENJE NIZA METODOM POLINOMA

Razlike izmedju koordinata datih tačaka dobijenih fotograme-

trijskom i geodetskim metodama pružaju mogućnost da se odrede koeficijenti jednog korekcionog polinoma, koji najbolje analitički aproksimira srednju krivu, definisanu datim tačkama.

U ovom radu korišćen je korekcionni polinom sledećeg oblika:

$$\Delta x = A_0 + A_1x + A_2x^2 + A_3x^3 + A_4xy$$

$$\Delta y = B_0 + B_1x + B_2x^2 + A_1y + 2A_2xy$$

$$\Delta z = C_0 + C_1x + C_2x^2 + C_3xy + C_5y$$

kod koga su izvršena određena preuredjivanja i odbacivanja članova koji se odnose na topografske popravke i popravku svodjenja na zajednički visinski nivo, s obzirom da se radi o ravnom terenu.

Koeficijenti A_i , B_i , C_i određuju se po metodi najmanjih kvadrata uz uslov da suma kvadrata popravaka koordinata datih tačaka bude minimalna.

Postupak izjednačenja je organizovan tako da se koeficijenti A_i , B_i , C_i za položajne koordinate određuju posebno od koeficijenata C_i za visine.

U izlaznom dokumentu (vidi prilog 4.) data je takodje srednja pogreška za jediničnu težinu kao i srednja pogreška nepoznatih iz izjednačenja. Uz to se mogu, posebnom specifikacijom u naredbodavnoj kartici, štampati i koeficijenti težina Q_{ii} .

Za računanje koeficijenata korekcionog polinoma po napred navedenim uslovima korišćen je program GEO-27 mr inž. Pavla Zeremskog, iz datoteke računskog centra Gradjevinskog fakulteta u Beogradu.

5.3. RAČUNANJE DEFINITIVNIH KOORDINATA

Koristeći se koeficijentima korekcionog polinoma A_i , B_i , C_i , određjenih na način opisan u 5.2, sračunate su definitivne koordinate svih tačkaka u nizu.

Dobijene definitivne koordinate predstavljaju korigovane vrednosti na bazi usvojenog oblika polinoma, kao i pretpostavke da tok odstupanja na datim tačkama može poprimiti najviše karakter funkcije trećeg stepena. Vrednosti koje se podvrgavaju ovoj korekciji su koordinate masovnih tačkaka dobijene numeričkom prostornom transformacijom, prikazanoj u 5.1.

U procesu određivanja definitivnih koordinata korišćen je program ZAZA dr Gorice Vojnović.

Izlaz programa (vidi prilog 5.) sadrži pored definitivnih koordinata i popravke za X, Y i H koordinate svake tačke, za koji iznos se i popravljaju uvedene transformisane koordinate.

5.4. ANALIZA REZULTATA DOBIJENIH PRIMENOM NUMERIČKE PROSTORNE TRANSFORMACIJE

Kao i kod metoda obradjenih u poglavljima 3. i 4. postoje nje kontrolnih tačkaka u nizu pruža mogućnost za ocenu apsolutne tačnosti. U prilogu 9. data su odstupanja na kontrolnim tačkama kao razlike koordinata dobijenih fotogrametrijskom metodom od onih dobijenih geodetskim metodama.

Vizuelno uporedjenje ovih odstupanja s odgovarajućim odstupanjima dobijenim primenom Helmertove povezane transformacije, ukazuje na činjenicu da je primenom numeričke prostorne transformacije pojedinačnih modela postignuta manja ho-

mogenost u pogledu tačnosti. Razlog ovome traba verovatno tražiti u tome što izabrani stepen korekcionog polinoma, ma koliko bio pažljivo izabran, ne može u svakom delu niza najbolje aproksimirati nastale deformacije. To najbolje ilustruju odstupanja koja su u pojedinim delovima niza svedena na najmanju meru, dok su u drugim delovima niza daleko iznad prosečnih.

Iz priloga 9. takodje se može uočiti da srednje kvadrat-ske vrednosti odstupanja na kontrolnim tačkama, kao i maksimalne vrednosti istih, poprimaju kod metode numeričke prostorne transformacije veće vrednosti od bilo koje varijante povezane Helmertove transformacije.

6. BRAUM-ova METODA GRAFIČKOG REŠENJA I IZJEDNAČENJA AEROPOLIGONIRANOG NIZA

Osnovne karakteristike grafičke metode izjednačenja aeropoligoniranog niza date su već u 3.3.2, a ovde će detaljno biti obradjena i praktično primenjena Braum-ova metoda grafičkog rešenja i izjednačenja aeropoligoniranog niza. Dobijeni rezultati popravaka koordinata tačaka u aeropoligoniranom nizu mogu se uporediti direktno sa rezultatima dobijenim primenom metode numeričke prostorne transformacije (v. 5.3.). U oba slučaja za izjednačenje aeropoligoniranog niza korišćene su koordinate dobijene numeričkom prostornom transformacijom pojedinačnih modela.

Koordinate tačaka aeropoligoniranog niza dobijene postupkom numeričke prostorne transformacije sadrže u sebi pogreške sistematskog karaktera, nastale prilikom formiranja niza. Te pogreške su jednim delom čisto sistematske, a drugim delom nastaju od slučajnih pogrešaka od kojih neke pripadaju "dvostrukoj sumaciji" (v. 3.1.), koja ima svoj izvor u slučajnim pogreškama pri priključivanju modela. Poznato je [14] da usled "dvostruke sumacije" dolazi do sistematskih deformacija niza. Naročito je jak uticaj ovih slučajnih pogrešaka u priključivanju razmere Mm.

Iz 4. se zaključuje da tok ovih pogrešaka nije linearan već kvadratni i da se može odrediti jedino pod uslovom ako u sredini niza raspolažemo s dodatnim profilom orijentacionih tačaka. Po metodi "Braum" ovaj se tok može odrediti postupkom fragmentarnog grafičkog izjednačenja, bez orijentacionih tačaka u sredini niza, pri čemu formalno pretpostavljamo samo sistematske uticaje pri prelazu od odstupanja početnog, na odstupanja završnog modela. Ove sistematske pogreške naročito deluju na priključcima modela. Što se tiče položajnih odstupanja orijentacionih tačaka, ona su izazvana

pogreškama dM_p i K_p početnog modela. Ove veličine se dobijaju grafičkim izjednačenjem iz odstupanja na orijentacionim tačkama.

Navedeni postupak grafičkog izjednačenja može se primeniti na kraće nizove od četiri do pet modela, a u slučaju dužih nizova postupak se sprovodi fragmentarno, između grupa orijentacionih tačaka. Time se želi sprečiti da neki "skok" u opservaciji, protiv koga kod dugog niza ni pri najsavesnijem radu nismo sigurni, iskrivljuje izjednačenje celine (nekad ga i onemogućí). Na ovaj način se uticaj takvih "skokova" lokalizuje. Treba naglasiti da grupisanje orijentacionih tačaka u pojedine modele, koji dolaze posle izvesnog broja modela, koje treba premostiti, ima svog ekonomskog opravdanja, jer je utrošak vremena po tački pri tom veoma mali.

6.1. POSTUPAK ODREĐIVANJA POGREŠAKA dM i K

Na osnovu grupe orijentacionih tačaka u jednom modelu može se, pored priključivanja aeropoligoniranog niza na njihovo težište, odrediti vrlo pouzdano zakretaj i razmera modela. Prednosti ovakvog načina određivanja pogrešaka zakretaja i razmere modela su višestruke. Pre svega, ove se veličine određuju iz direktnih merenja, što isključuje uobičajeni postupak da se one određuju na bazi pretpostavki o prenošenju pogrešaka. Na ovaj način određene pogreške dM i K u početnom i završnom modelu aeropoligoniranog niza pružaju mogućnost da se postupkom sistematske sumacije odrede istoimene veličine i za sve međumodele, kao i koordinatna odstupanja u njihovim glavnim tačkama, odnosno profilima kroz glavne tačke. Na taj način se dobija f_y -, odnosno f_x -linija pogrešaka u osi aeropoligoniranog niza.

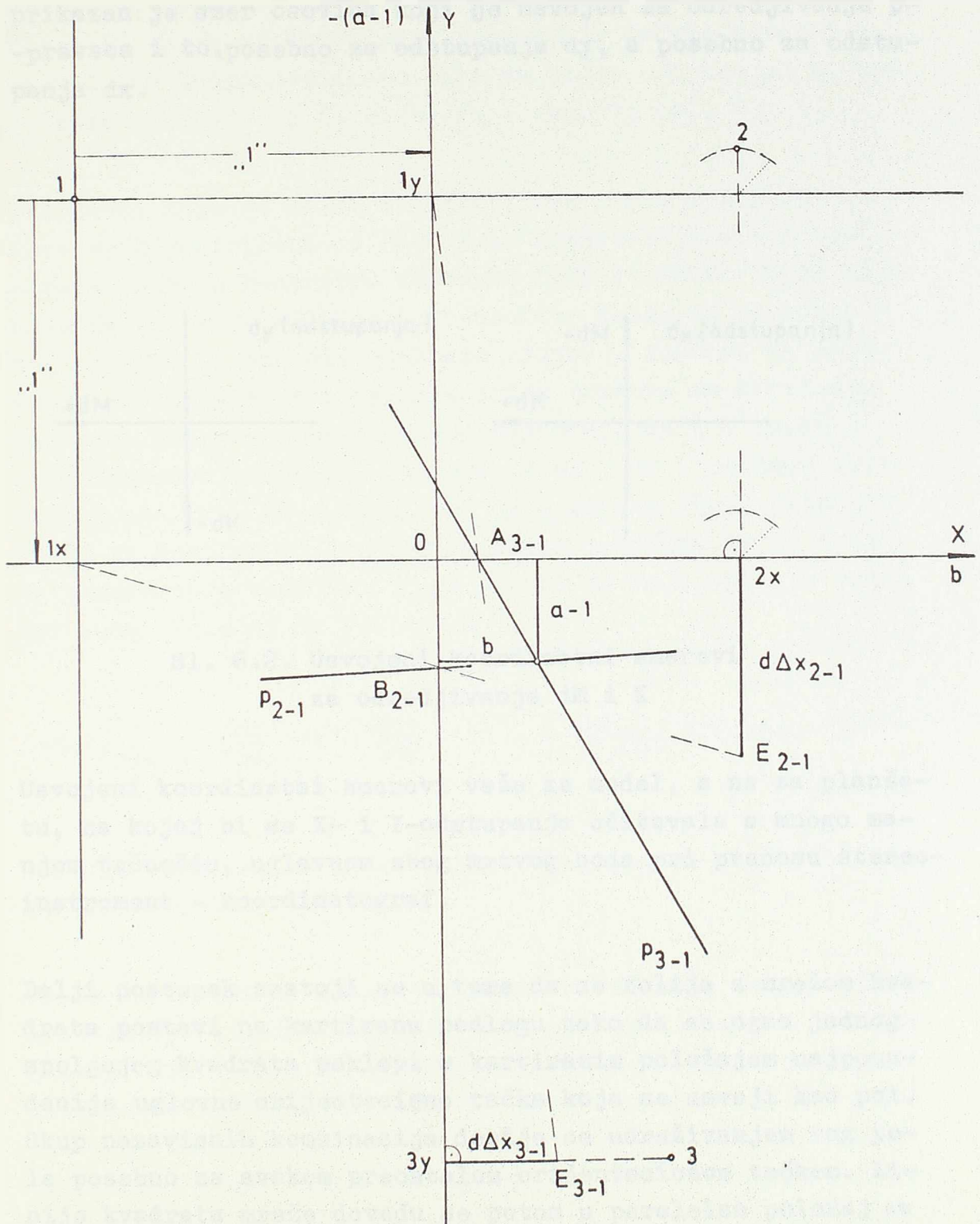
Nadalje, pogreške dM i K se redovito određuju iz prekobrojnog broja orijentacionih tačaka, što omogućava njihovo određivanje kroz postupak izjednačenja, čime se postiže vrlo dobra homogenost u pogledu tačnosti.

Na kraju veći broj orijentacionih tačaka od potrebnog broja naročito je poželjan ako pretpostavljamo mogućnost grubih pogrešaka (pogreške identifikacije i dr.).

Kao osnova za odredjivanje pogrešaka dM i K poslužila je, u razmeri 1:10.000, kartirana podloga s nanetim orijentacionim tačkama u terenskom koordinatnom sistemu, s obzirom da se obično radi o nizu čije je snimanje teklo (bar približno) u smeru zapad-istok, ili sever-jug.

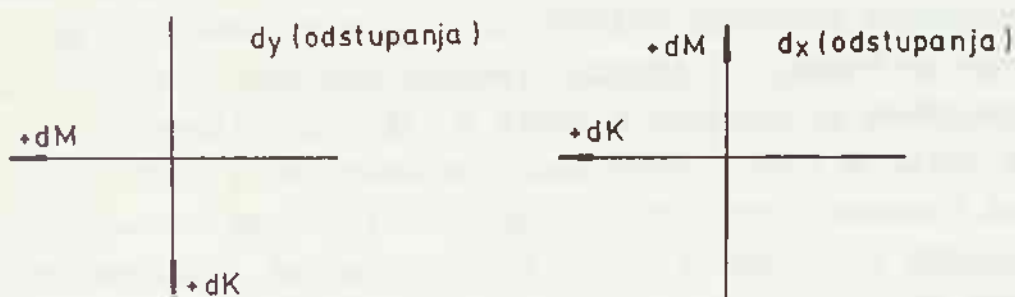
Uz to je kao i u [7] i [8] korišćena transparentna folija sa iscrtanom mrežom kvadrata čije su strane "l" = 1 dm. Sa glatke strane folije iscrtana je mreža kvadrata, dok se nanošenje odstupanja i sve ostale konstrukcije izvode na njenoj mat strani. Na taj način omogućeno je da se na istoj foliji obavi više puta odredjivanje pogrešaka dM i K, jer se konstrukcija po odredjivanju obriše, a ostaje mreža s kvadratima.

Za nanošenje na foliji odstupanja, koja se odnose na orijentacione tačke, (odstupanja između koordinata dobijenih fotogrametrijskom i geodetskim metodama), potrebno je izabrati takvu razmeru da se dobije optimalna veličina rasipne figure koju formiraju p-pravci odstupanja. Pod optimalnom veličinom rasipne figure podrazumeva se ona veličina, pri kojoj ćemo položaj težišta još moći odrediti, a koja će s druge strane svojom veličinom omogućiti potrebnu grafičku tačnost (v. sl. 6.1. i prilog 6.).



Sl. 6.1. (po F.Braumu)

Pogreške dM i K se određuju iz odstupanja dy i dx , koja se odnose na orijentacione tačke u dotičnom modelu. Na sl. 6.2. prikazan je smer osovina koji je usvojen za određivanje p -pravaca i to, posebno za odstupanja dy , a posebno za odstupanja dx .



Sl. 6.2. Usvojeni koordinatni smerovi za određivanje dM i K

Usvojeni koordinatni smerovi važe za model, a ne za planšet, na kojoj bi se X- i Y-odstupanja očitavala s mnogo manjom tačnošću, uglavnom zbog mrtvog hoda pri prenosu stereoinstrument - koordinatograf.

Dalji postupak sastoji se u tome da se folija s mrežom kvadrata postavi na kartiranu podlogu tako da se ugao jednog spoljnjeg kvadrata poklopi s kartiranim položajem najpouzdanije uglovne orijentacione tačke koja se usvoji kao pol. Skup nezavisnih kombinacija dobija se udruživanjem tog pola posebno sa svakom preostalom orijentacionom tačkom. Linije kvadrata mreže dovedu se potom u paralelan položaj sa smerom leta, koji se pri snimanju većih prostranstava usmeri paralelno s jednom koordinatnom osom terenskog koordinatnog sistema.

Prilikom nanošenja odstupanja važi, u pogledu predznaka, pravilo da se pozitivne vrednosti nanose ulevo, a negativne udesno od koordinatne ose, gledajući iz tačaka lx, odnosno ly, koje predstavljaju projekcije tačke, usvojene za pol, na koordinatne ose. Ako se tačka projektuje na osu x, smer gledanja je iz tačke lx i obrnuto (sl. 6.1.).

Vrednosti koje se za dM i K grafičkim putem dobijaju izražene su u jedinicama od "1", koja predstavlja dimenziju strane osnovne kvadratne mreže na foliji. Očito je iz sl. 6.1. da će tačka rešenja biti utoliko dalja od koordinatnog početka O, ako smo odabrali krupniju razmeru za nanošenje odstupanja dx i dy, a sitniju razmeru za kartiranu podlogu. Zbog toga treba za odredjivanje dM i K uzeti u obzir razmeru nanošenja odstupanja dx i dy i razmeru kartirane podloge. Za dati slučaj je u izrazu (6.1) prikazan način na koji se od grafički očitane veličine za dM dobija preračunata vrednost, koja u ovom slučaju važi za početni model (slučaj iz priloga 6.):

$$(dM=1)_{\text{graf.}} = \frac{Mdx}{M\Delta x} \cdot "1" = \frac{Mdy}{M\Delta y} \cdot "1" = \frac{1:5}{1:10.000} \cdot "1" = 2000 \cdot "1" \quad (6.1)$$

Očitano vrednost za dM sa folije potrebno je znači deliti sa faktorom 2000."1".

Treba naglasiti da se za definitivnu vrednost uzima opšta aritmetička sredina između vrednosti dobijenih iz dx i dy odstupanja. Težine se biraju prvenstveno kvadratno proporcionalno s korišćenom koordinatnom komponentom dužine, što još može varirati na osnovu konkretne situacije u pogledu kvaliteta tačke, kao i odstupanja i veličine figure rasipa.

6.2. KONSTRUKCIJA f_y i f_x LINIJA

Pogreške dy i dx sastoje se od uticaja K , uticaja dM i adicijonih konstanti f_{y_0} i f_{x_0} , koje dobijamo ako pogreške dy i dx oslobodimo uticaja K i dM , i sumu preostalih pogrešaka podelimo sa n , gde n predstavlja broj orijentacionih tačaka. Koordinate merene u modelu potrebno je svesti na središnju tačku modela, u kojoj ne deluju ni K i dM . Pri pravilnom rasporedu orijentacionih tačaka važio bi za koordinate središta modela odnos:

$$y_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad x_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (6.2)$$

no jednostavnije je i tačnije te koordinate registrovati pri izmeri orijentacionih tačaka tog modela.

Prema navedenom koordinatna odstupanja središta modela, čije geodetske koordinate nisu poznate, možemo odrediti iz izmerenih odstupanja na orijentacionim tačkama i izjednačenih pogrešaka modela:

$$f_{y_0} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{y_i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_0) \cdot dM + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_0) \cdot K \quad (6.3)$$

$$f_{x_0} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{x_i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_0) \cdot dM - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_0) \cdot K$$

pri čemu je: $d_{y_i} = Y_i^F - Y_i^G$, a $d_{x_i} = X_i^F - X_i^G$ (G - geodetska, F - fotogrametrijska metoda). Pozitivan smer za K je smer kretanja kazaljke na satu, a dM je pozitivno ako je razmera modela bila prekrupna.

Sada se na osnovu dobijenih vrednosti dM i K za početni i završni model, kao i vrednosti dobijenih za f_{y_0} i f_{x_0} , pristupa konstrukciji linija f_y i f_x . Ova konstrukcija se najbolje izvodi na milimetarskom paripu (v. prilog 6.). Mogu se obe konstrukcije, f_y i f_x -linija, izvoditi na jednoj podlozi, samo u tom slučaju treba svaku konstrukciju iscrtavati u različitoj boji.

U daljem će se izlaganje orijentisati samo na f_y liniju, s obzirom da je prikaz uticaja pogreške K očigledniji, a za f_x liniju je postupak sasvim analogan.

Na epscisnoj liniji, između početnog i završnog modela, nanesu se u razmeri kartiranja glavne tačke medjumodela i u njima podignu ordinate.

Prava f_y , povučena kroz vrednost $f_{y_0}^D$, za središte početnog modela pod uglom K_D produži se do preseka s ordinatom u prvoj glavnoj tački završnog modela. Na ordinati središta završnog modela je naneta vrednost $f_{y_0}^Z$ i kroz nju je povučena prava pod uglom K_Z završnog modela. Ona bi se, u slučaju nepostojanja sistematskog uticaja, trebala sastati s produžetkom f_y linije početnog modela. Pri pretpostavci da je do ovog odstupanja došlo samo zbog sistematskog uticaja, (v. 6.), sistematski priraštaj Δf_K javljaće se na svakom priključku modela u istom smislu i iznosu.

Na osnovu iznetog može se ordinatna nesuglasica u poprečnom profilu prednje glavne tačke završnog modela izraziti kao funkcija sistematske pogreške Δf_K , [7]:

$$\Delta f_{y_0} (n+1+p) = \frac{1}{2} p \cdot (p+1) \cdot b \cdot \Delta f_K \quad (6.4)$$

gde je p broj medjumodela, Δf_K sistematski priraštaj na jednom priključku, a b baza animanja.

Za naš slučaj, kada je $p=3$, proizilazi da je sistematski

uticaj nakon prvog priključenog modela jednak jedna šestina, nakon drugog tri šestine, a nakon trećeg šest šestina, od razlike između vrednosti f_y -prave završnog modela i f_y -prave početnog modela, produženih (prva nazad, a potomja napred) do poprečnog preseka kroz prvu glavnu tačku završnog, odnosno početnog modela. Sada se izlomljenom linijom spoje dobijene tačke i ta linija predstavlja f_y liniju u jednom pravcu. Na isti način se konstruiše i f_y linija u obrnutom smeru. Povlačenjem neke srednje linije između dve konstrukcijom dobijene nastaje definitivna f_y linija, pri čemu prema specifičnim uslovima treba dati veću težinu na pojedinim priključcima onoj f_y liniji za koju postoje opravdani razlozi da je sigurnija, o čemu se stvara zaključak na bazi rasipa figure dobijene pri izjednačenju (sl. 6.1.), a uopšte se daje na početku premošćenog poteza veću težinu f_y liniji potekloj iz f_y prave početnog modela, a na kraju tog poteza f_y liniji potekloj iz f_y prave završnog modela.

6.3. GRAFIČKI POSTUPAK ODREĐIVANJA POPRAVAKA KOORDINATA AEROPOLIGONIRANOG NIZA U MEDJUMODELIMA

Grafikoni za f_y i f_x linije oblikovani su sistematskim pogreškama zakretaja K , odnosno razmere dM i odnose se na osu niza. Za sve tačke van ose niza potrebno je odrediti dodatne popravke, jer u tome slučaju pogreška K prouzrokuje dodatnu popravku za x -koordinatu, a pogreška dM dodatnu popravku za y -koordinatu. Uz ove dodatne popravke dolazi i odgovarajuća adicijona konstanta za pripadajuću x -apscisu, koja se takodje grafički određuje sa f_y , odnosno f_x linije. Shodno formulama iz [7] popravke koordinata se dobijaju prema sledećim izrazima:

$$d_{yn} = f_y + (y_{nk} - y_{ok}) \cdot dM \quad (6.5)$$

$$d_{xn} = f_x + (y_{nk} - y_{ok}) \cdot K$$

gde su f_y , f_x vrednosti f_y , odnosno f_x -linije za dotičnu apscisu, a $(y_{nk} - y_{ok})$ je udaljenost pojedine tačke od ose niza, u ravni modela.

Pošto je u najvećem broju slučajeva potrebno popraviti koordinate tačaka date u terenskom koordinatnom sistemu, to je potrebno izraze (6.5) svesti na formu koja omogućava direktno dobijanje popravaka f_y i f_x u metrima, uzimajući pri tom u obzir razmeru nanošenja f_{y0} , f_{x0} , razmeru za dM i K , kao i razmeru kartiranja, odnosno podloge na kojoj su nanesene sve orijentacione tačke u nizu. Uredjeni izrazi (6.5) sada dobijaju sledeću formu:

$$d_{yn} = f_y \cdot m_{f_{y0}} + (y_{nk} - y_{ok}) \cdot m_k \cdot \frac{dM_k}{M_{dM}} \quad (6.6)$$

$$d_{xn} = f_x \cdot m_{f_{x0}} + (y_{nk} - y_{ok}) \cdot m_k \cdot \frac{K_k}{M_k}$$

dM_k i K_k su grafički očitane vrednosti sa f_y , odnosno sa f_x linije za pripadajuću vrednost apscise x .

Vrednosti za f_y i f_x očitavaju se sa grafikona za f_y , odnosno f_x -liniju i odnose se na izjednačenu grafički dobijenu liniju.

Prilikom odredjivanja popravaka d_{yn} i d_{xn} treba pažljivo odrediti njihov predznak, kao i uzeti odgovarajući predznak za f_y i f_x . Ovde treba imati u vidu pre svega predznak za dM i K , s obzirom na već unapred usvojeni princip (npr. za K je pozitivan smer kretanja kazaljke na satu), a zatim i predznak razlika $(y_{nk} - y_{ok})$.

Iz rezultata datih u prilogu 6. može se zaključiti da su dobijeni rezultati u potpunom skladu s rezultatima dobijenim metodom prostorne numeričke transformacije pojedinačnih modela (v. prilog 5.). Na osnovu ovog uporedjenja može se iz-

vući zaključak da su razlike takvog reda veličine da ne smanjuju tačnost aerotriagnulacije, a posebno za slučaj sitnijih razmera.

U pogledu ekonomičnosti može se reći da je prednost na strani grafičke metode izjednačenja aeropoligoniranog niza, pod uslovom da metodu sprovodi lice koje je dobro obučeno i uhodano u postupku izjednačenja ovom metodom.

Još jedna prednost sastoji se u tome što je očiglednost i preglednost postupka izvanredna, tako da se sve greške vrlo brzo mogu uočiti, a krajnji rezultati veoma lako kontrolisati.

U doba kada je ovaj postupak bio izmišljen (1966. god.) i proveden, bila je njegova prednost da su računanja svedena na minimum, a danas na bazi očiglednosti grafičkog postupka lako je izraditi i algoritam za formiranje programa za automatsko računanje po tom postupku, pri čemu grafički izradjeni primer služi kao test. U ovom radu je u tom smislu dat prilog ovoj metodi s jednim automatskim programom (v. prilog 6).

Prednost grafičkog izjednačenja dolazi do izražaja ako ga opservator (restitutor) izvrši neposredno posle opservacije na bazi svojih svežih utisaka o kvalitetu tačke i njenog položaja unutar stereopolja.

Može se takodje na bazi stečenih iskustava u ovom radu na test primeru zaključiti da je postupak grafičkog odredjivanja popravaka daleko ekonomičniji i brži, uz to i sigurniji, od izjednačenja preko polinoma. S druge strane i teoretska ispravnost je preimućstvo ove metode, jer se odstupanja lokalizuju na fragmente niza, čime se ne dozvoljava njihov stihijski tok.

7. OCENA TAČNOSTI DOBIJENIH REZULTATA

7.1. POLAZNE OSNOVE ZA OCENU TAČNOSTI

S obzirom na definiciju stohastičkog modela, koja je data u (4.3), da se stohastičkim veličinama smatraju samo merene modelne koordinate i poprečne dužine, koje su merene direktno na terenu elektronskim daljinomerima, teoretska ocena tačnosti rezultata dobijenih izjednačenjem izvodi se preko srednje greške za jediničnu težinu i srednjih pogrešaka nepoznatih veličina. Srednja pogreška za jediničnu težinu u ovom slučaju karakteriše tačnost merenja modelnih koordinata. Srednje greške nepoznatih geodetskih koordinata, koje se dobijaju izjednačenjem, jednake su i medjusobno nezavisne ($m_{X_i} = m_{Y_i}$) u slučaju kada su predmet izjednačenja samo modelne koordinate. Kada se u izjednačenje uvedu i poprečne dužine, u principu se javljaju razlike $m_{X_i} \neq m_{Y_i}$, (vidi prilog 8), što dolazi kao posledica dejstva ovih dužina na prenošenje razmere.

Iz razloga raznorodnosti merenih veličina, koje ulaze u izjednačenje, potrebno je uzeti odgovarajući odnos između težina svih merenih veličina koje učestvuju u izjednačenju. Pritom su za srednje pogreške merenih veličina u ovom radu uzeti:

a) za modelne koordinate:

$$m_{o(\text{mod})} = \pm \delta_b \cdot \frac{z}{f} = 7 \mu\text{m} \cdot \frac{z}{f} = \pm 15 \mu\text{m}$$

δ_b - srednja pogreška koordinata
u ravni snimka;

(7.1)

b) za poprečno merene dužine:

$$m_D = \pm 2 \text{ cm}$$

Imajući u vidu da su poprečne dužine merene direktno na terenu, a modelne koordinate u modelu, treba uzeti u obzir i razmeru snimanja, koja za test niz iznosi cca 1:9000.

Na osnovu izloženog i postavki teorije verovatnoće uzet je sledeći odnos težina:

$$\begin{array}{ll} - \text{modelne koordinate} & p_m = 1 \\ - \text{poprečne dužine} & p_D = 42 \end{array} \quad (7.2)$$

Radi uskladjenosti s koeficijentima uz nepoznate u jednačinama popravaka navedene težine su bez dimenzija.

Kada je reč o uticaju ovog odnosa težina na krajnje rezultate - popravke koordinata, onda se iz iskustava stečenih na test primeru iz ovog rada može zaključiti da i veća razlika u izboru težina za navedene veličine ne utiče na postizanje tačnosti. Objašnjenje za ovakav efekat leži i u činjenici da merene poprečne dužine predstavljaju vrlo mali procenat broja merenja u odnosu na broj merenih modelnih koordinata.

Na kraju treba naglasiti izuzetnu pogodnost metode povezane Helmertove transformacije za fotogrametrijska snimanja u krupnim razmerama, što je i u ovom slučaju primene za potrebe komasacionih radova veoma evidentno potvrđeno.

Ispitivanja su potvrdila /5/ da se postiže takva apsolutna tačnost, koja je veoma bliska tačnosti restitucije pojedinačnog modela.

7.2. RELATIVNA TAČNOST

Postizanje adekvatne relativne (susedne) tačnosti je od posebnog značaja za potrebe katastra i komasacionih radova.

Kao pokazatelj relativne tačnosti može se veoma dobro koristiti srednja kvadratska vrednost popravaka v_i dobijenih izjednačenjem, a koje se odnose na vezne tačke:

$$\bar{v}_v = \pm \sqrt{\frac{v_v^T \cdot v_v}{2n_v}} \quad (7.3)$$

gde su:

- \bar{v} - srednja kvadratska vrednost svih popravaka na veznim tačkama,
- v_v - vektor popravaka modelnih koordinata veznih tačaka iz izjednačenja,
- n_v - broj veznih tačaka.

Analogno se ovaj pokazatelj može iznaći i za orijentacione tačke:

$$\bar{v}_G = \pm \sqrt{\frac{v_G^T \cdot v_G}{2n_G}} \quad (7.4)$$

gde su:

- \bar{v}_G - srednja kvadratska vrednost svih popravaka na orijentacionim tačkama,
- v_G - vektor popravaka modelnih koordinata orijentacionih tačaka iz izjednačenja,
- n_G - broj orijentacionih tačaka.

Da bi se postigla visoka relativna tačnost potrebno je da u postupku spajanja modela učestvuje veći broj tačaka u profilu za povezivanje dva susedna modela. Ukoliko imamo na raspol-

ganju samo dve vezne tačke u uglovima modela, neće se postići takva relativna tačnost, kao kada, naročito u području ose niza, imamo čvršću vezu izmedju modela obezbedjenu s više tačke. Ovo se naročito odražava na visinsko povezivanje modela, pri čemu još presudnu ulogu imaju projekcioni centri. Inače vrlo je interesantno ispitati do koje mere bi bilo potrebno povećanje broja veznih tačaka na granici izmedju dva modela, da bi se postigla optimalna relativna tačnost. No ovaj zadatak izlazi van granica ovoga rada i mogao bi biti predmet jednog novog istraživanja.

U prilogu 7 je data tabela popravaka na veznim tačkama za svih osam varijanti povezane Helmertove transformacije; pokazatelji postignute relativne tačnosti prikazani su u tabeli (7.1):

Varijan- te - sr.kvad. vredno- sti	I i=12b	II i=6b	III i=2b 4	IV i=2b	Id i=12b	IIId i=6b	Id-IIId i=6b	IIIId i=4b
\bar{v}_v [μm]	± 44	± 41	± 42	± 44	± 39	± 40	± 39	± 42
\bar{v}_G [μm]	± 43	± 48	± 57	± 71	± 43	± 50	± 42	± 58

Tabela 7.1: Ocena relativne tačnosti

Da su vrednosti \bar{v}_G veće od vrednosti \bar{v}_v ne sme začuditi, jer su vrednosti \bar{v}_v indikator relativne tačnosti za merenja istih veličina u susednim modelima, dok se vrednosti \bar{v}_G odnose na apsolutne veličine. Poslednje se vrednosti moraju primiti s rezervom jer je broj orijentacionih tačaka n_G , iz kojih se \bar{v}_G odredjuje, veoma malen. Po teoriji verovatnoće n_G bi trebalo da teži beskonačnosti da bi srednje kvadratska vrednost \bar{v}_G mogla biti reprezentativna za izabrani uzorak.

Za postupak s uključenim poprečnim dužinama kompetentniji kriterijum od koordinatnih pogrešaka je diferencija tih pogrešaka za krajnje tačke takvih dužina. U tu svrhu sastavljena je tabela 2 u prilogu 7.

7.3. APSOLUTNA TAČNOST

Da bi se mogla izvršiti ocena apsolutne tačnosti rezultata izjednačenja aerotriangulacije niza, potrebno je da postoji rezultat jednog drugog određivanja neophodnog broja kontrolnih tačaka metodom više tačnosti. U ovom slučaju to su koordinate kontrolnih tačaka određene geodetskim metodama. Ukoliko se pogreške određivanja kontrolnih tačaka geodetskim metodama mogu smatrati zanemarljivim u odnosu na određivanje istih fotogrametrijskom metodom aerotriangulacije, onda razlike koordinata predstavljaju istinite vrednosti i mogu poslužiti za ocenu apsolutne tačnosti. Uslov o kome dalje treba voditi računa jeste da broj kontrolnih tačaka bude bar veći od 10 [2], i da je obezbedjen njihov ravnomeran raspored u okviru niza.

Veličine koje direktno mogu poslužiti kao mera za prosečnu ocenu apsolutne tačnosti u ovom slučaju su srednje kvadrat-ske vrednosti očekivanih pogrešaka koordinata kontrolnih tačaka iz izjednačenja. Treba naglasiti da su to pokazatelji jedne teoretske tačnosti postignute izjednačenjem, ali s obzirom na pretpostavku u stohastičkom modelu o bezpogrešnosti metode geodetskog određivanja tačaka, koja nije sasvim opravdana, ali pri stručnom i savesnom merenju realna, ovi pokazatelji mogu se smatrati korektnim.

S druge strane biće izvršena i ocena apsolutne tačnosti na bazi razlika koordinata kontrolnih tačaka, dobijenih fotogrametrijskom i geodetskom metodom, a za koju se slobodno može reći da je merodavnija.

Ovde će takodje, zbog uvedenih uprošćenja u stohastičkom modelu, izostati jedno egzaktno upoređenje postignute apsolutne tačnosti s teorijom putem statističkih testova, ali će putem približnih pokazatelja, odnosa srednje kvadrat-ske vrednosti svih srednjih pogrešaka koordinata veznih tačaka u nizu i srednje greške za jediničnu težinu (\bar{m}/m_0), biti

proverena uskladenost postignute apsolutne tačnosti s teoretskim očekivanjem.

Da bi se postignuta apsolutna tačnost mogla egzaktno dovesti u vezu s teoretskim očekivanjem preko statističkih pokazatelja, potrebno je raspolagati s reprezentativnim uzorcima jednog test područja, kojima u ovom konkretnom slučaju sasvim sigurno ne raspolažemo.

Test područja razumljivo, zbog izuzetno traženih uslova u pogledu signalizacije, rasporeda i tačnosti odredjivanja orijentacionih i kontrolnih tačaka, primene različitih kamera i razmera snimanja i drugih posebnih uslova koji se kao specifični mogu pojaviti, iziskuju veliki utrošak vremena i sredstava, tako da je u dosadašnjoj vezi teorije i prakse bilo relativno malo ovakvih područja. Jedno od retkih i izuzetno dobro organizovanih i višestruko korišćenih test područja jeste Oberschwaben u SR Nemačkoj, koje je organizovano i finansirano u zajednici šest evropskih zemalja.

Medjutim, praksa obično od fotogrametrijskih postupaka traži postizanje povećane tačnosti bez obzira na teoretske postavke, a često se na bazi pojedinačnih i usamljenih rezultata daju neargumentovane ocene i sudovi o postignutoj tačnosti, što dovodi do jednog ili drugog ekstrema.

Kod svakodnevnih praktičnih zadataka najčešće ne postoje ni osnovni uslovi da bi se na bazi preostalih odstupanja na datim tačkama mogla izvršiti realna ocena apsolutne tačnosti. Ne retko i pogreške odredjivanja tačaka geodetskim metodama prevazilaze granice, koje sigurno ukazuju na to da se ove ne mogu smatrati zanemarljivim, kao i da se na osnovu njih ne može korektno izvršiti uklapanje fotogrametrijskog skupa tačaka u osnovni sistem (terenski).

7.3.1. Ocena apsolutne tačnosti iz izjednačenja

Kao što je u 7.3. napomenuto ova ocena može pokazati postizanje jedne teoretske (očekivane) apsolutne tačnosti. Ona je u ovom radu izvedena preko srednjih pogrešaka koordinata veznih tačaka. Izjednačenjem svake izabrane varijante (vidi priloge 2.1. do 2.4) dobijaju se pored srednje pogreške za jediničnu težinu i srednje pogreške koordinata svih veznih tačaka. One se dobijaju preko članova glavne dijagonale inverzne matrice koeficijenata normalnih jednačina (N^{-1}), koji, u slučaju definicije stohastičkog modela date u 4.3, odgovaraju koeficijentima težina Q_{XX} , Q_{YY} .

Kao pokazatelji teoretske (očekivane) apsolutne tačnosti iz izjednačenja korišćene su sledeće vrednosti:

m_0 - srednja pogreška za jediničnu težinu, koja karakteriše tačnost merenja modelnih koordinata, izražena u [m]. (Prilozi 2.1. do 2.4.);

m_{X_i} , m_{Y_i} - srednje pogreške koordinata veznih tačaka izražene u jedinicama od m_0 (bez dimenzije), (Prilog 8);

\bar{m}_{X_i, Y_i} - srednja kvadratska vrednost svih srednjih pogrešaka koordinata veznih tačaka, za svaku varijantu, izražena u jedinicama od m_0 (tabela 7.2);

m_{max} - maksimalna vrednost srednje pogreške koordinata veznih tačaka (prilog 8), bilo za X_i ili Y_i koordinatu, izražena u jedinicama od m_0 (vidi tabelu 7.2);

$\frac{\bar{m}_{X_i, Y_i}}{m_0}$ - odnos koji pokazuje u kojoj meri je postignuta tačnost s obzirom na teoretsko očekivanje (vidi tabelu 7.2).

Mera tačnosti [u jed. m_0]	V A R I J A N T E							
	I	II	III	IV	Id	IIId	Id-IIId	IIIId
\bar{m}_{x_i, y_i}	±3.09	±1.59	±1.21	±1.00	—	—	—	—
\bar{m}_{x_i}	—	—	—	—	±3.03	±1.56	±2.97	±1.24
\bar{m}_{y_i}	—	—	—	—	±2.97	±1.54	±3.00	±1.25
$m_{max.}$	4.26	2.06	1.55	1.13	4.19	2.05	4.14	1.69
$\frac{\bar{m}_{x_i, y_i}}{m_0}$	3.1	1.6	1.2	1.1	3.0	1.6	3.0	1.3

Tabela 7.2: Teoretska ocena apsolutne tačnosti

7.3.2. Ocena apsolutne tačnosti iz odstupanja na kontrolnim tačkama

Pod uslovima navedenim u 7.3. razlike između koordinata kontrolnih tačaka određenih geodetskom i fotogrametrijskom metodom mogu poslužiti da se na osnovu njih izvede ocena apsolutne tačnosti. Treba još jednom istaći osobinu usvojenog stohastičkog modela s pretpostavkom da su koordinate određene geodetskim metodama bez pogrešaka. No ne treba gubiti iz vida činjenicu da za jedan praktični zadatak, koji je poslužio kao test područje za ovaj rad, u potpunosti ne važe usvojene pretpostavke, pa i ocenu apsolutne tačnosti treba shvatiti u ograničenom smislu realnom. Ipak ovakva ocena pruža mogućnosti za sagledavanje postignutih rezultata, a njihovi pokazatelji su u skladu sa teoretskim očekivanjima.

U ovom slučaju kao mera za ocenu apsolutne tačnosti poslužile su sledeće veličine dobijene iz odstupanja na kontrolnim tačkama (prilog 9), a prikazane su u tabeli 7.3:

M_{Y_i} , M_{X_i} - srednje kvadratske vrednosti razlika između fotogrametrijskih i geodetskih koordinata, izražene u [m].

σ_{max} - apsolutna vrednost u maksimalnom iznosu razlike fotogrametrijskih i geodetskih koordinata, izražena u [m].

Mera tačnosti [m]	V A R I J A N T E							
	I	II	III	IV	Id	IIId	Id-IIId	IIIId
M_{Y_i}	±0.24	±0.14	±0.13	±0.10	±0.22	±0.14	±0.23	±0.11
M_{X_i}	±0.15	±0.14	±0.12	±0.09	±0.14	±0.15	±0.15	±0.10
σ_{max}	0.43	0.39	0.26	0.20	0.41	0.39	0.42	0.28

Tabela 7.3: Ocena apsolutne tačnosti iz odstupanja na kontrolnim tačkama

8. ANALIZA POSTIGNUTIH REZULTATA

U analizi rezultata koji su dobijeni na test području poenta će se dati na metodu nezavisnih modela primenom Helmertove povezane transformacije, a rezultati dobijeni po metodama obradjenim u poglavljima 3, 5. i 6, koristiće se u određenim slučajevima kada se želi postići uporedjenje postignutih rezultata.

Pritom se želi još jednom naglasiti povoljnost metode nezavisnih modela primenom povezane Helmertove transformacije, gledano sa aspekta teorije pogrešaka i zakona o prenošenju pogrešaka u procesu formiranja niza metodom aeropoligona.

Kako je već ranije naglašeno postizanje relativne tačnosti, u skladu sa zahtevima, je od neobične važnosti za potrebe katastra. Uz to obezbedjenje jedne homogene tačnosti u području niza, kada su u pitanju potrebe katastra i komasacionih radova, ima dalje velikog uticaja na sprovođenje ovih postupaka u završnoj fazi.

8.1. ANALIZA RELATIVNE TAČNOSTI

Analizirajući srednje kvadratske vrednosti u tabeli 7.1, a koje se odnose na varijante I i Id, može se zaključiti da jedna poprečna dužina u sredini niza (varijanta Id) poboljšava relativnu tačnost, odnosno za srednje kvadratske vrednosti popravaka \bar{v}_1 na veznim tačkama dobijaju se u proseku za 10 - 15% manje vrednosti.

Daljim upoređenjem srednjih kvadratskih vrednosti popravaka \bar{v}_1 u tabeli 7.1 za varijante Id i Id-IIId, gde varijanta Id-IIId ima još dve poprečne dužine pravilno rasporedjene u odnosu na sredinu niza levo i desno, može se izvući zaklju-

čak da se u pogledu povećanja tačnosti ne dobija skoro nikakvo poboljšanje.

Varijanta IID u odnosu na varijantu II, takodje ne donosi nikakvo poboljšanje, jer je u ovom uporedjenju za uticaj na tačnost presudan profil orijentacionih tačaka u sredini niza. Dve poprečne dužine, simetrično rasporedjene u odnosu na profil orijentacionih tačaka u sredini niza, u ovoj situaciji ne doprinose mnogo, što je u potpunoj saglasnosti sa teoretskim očekivanjem (vidi sl. 8.1.). Isti zaključak se može izvesti i pri uporedjenju varijanti III i IIId, gde je kod varijante IIId zadržan isti raspored orijentacionih tačaka kao i u varijanti III, s tim što su uvedene i još tri poprečne dužine u pravilnom rasporedu. Uticaj ovih dužina je jako malen u odnosu na uticaj vrlo gustog rasporeda orijentacionih tačaka ($i=4b$).

Uporedjenje varijanti Id i IID ima značaja u tom smislu, što nas navodi na zaključak koji potvrđuje već utvrđen rezultat uporedjenja varijanti II i IID.

Analizirajući popravke date u tabeli priloga 7, dolazi se do zaključka da su popravke za x modelne koordinate u proseku manje od odgovarajućih popravaka za y modelne koordinate, što je i ranije teorija i praksa pokazala [14] i [9].

Naime, poznato je da je srednja greška prenošenja razmere na n -om priključku u funkciji drugog korena broja priključaka. Prema tome, da bi se mogao dobiti uticaj pogreške prenošenja razmere na koordinate x , y u $(n+1)$ modelu, potrebno je uzeti uticaj početne pogreške razmere, a zatim dodati još i uticaj pogreške stereoskopske koincidencije pri opservaciji [9]. U daljem procesu ćemo poći od pretpostavke da se poprečnim dužinama eliminiše uticaj sistematskog dela pogreške prenošenja razmere dM , te da ostaje samo slučajni deo pogreške razmere $d\bar{M}$.

Polazeći od utvrđenih pretpostavki dobijamo za popravke koordinata vrednosti:

$$\begin{aligned} dx_n &= \pm d\bar{M}_1 \cdot (S-b) \pm d\bar{M}_2 \cdot (S-2b) \pm \dots \pm d\bar{M}_n \cdot (S-nb) \\ dy_n &= \pm y \cdot d\bar{M} \cdot (n)^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (8.1)$$

gde su:

- n - broj priključaka
- S - dužina niza do promatrane apscise
- b - baza snimanja
- d \bar{M} - slučajna pogreška na jednom priključku
- d \bar{M}_n - slučajni deo pogreške prenošenja razmere na n-om priključku.

Posle uredjivanja ovih izraza i dodavanja dela koji se odnosi na pogrešku stereoskopske koincidencije pri opservaciji, dobijamo definitivne izraze:

$$\begin{aligned} dx_n &= \pm d\bar{M} \sqrt{n \cdot S^2 - 2bS(1+2+\dots+n) + b^2(1^2+2^2+\dots+n^2)} \pm \\ &\quad \pm \frac{\delta p_x}{b} \left(x - \frac{b}{2}\right) = \\ &= \pm d\bar{M} \sqrt{n \cdot S^2 - 2bS \cdot n \cdot \frac{n+1}{2} + b^2 \frac{2n(2n+1) \cdot (n+1)}{12}} \pm \\ &\quad \pm \frac{\delta p_x}{b} \left(x - \frac{b}{2}\right) \\ dy_n &= \pm y \cdot d\bar{M} \cdot (n)^{\frac{1}{2}} \pm \frac{y}{b} \cdot \delta p_x \end{aligned} \quad (8.2)$$

U formulama (8.2) prvi i glavni deo deluje u (n+1)-om modelu već kao sistematska pogreška, koja je nastala nagomilavanjem, dok drugi deo deluje kao slučajna pogreška i možemo je prema prvom delu zanemariti.

Generalno, u pogledu analize relativne tačnosti može se izvući u tom smislu zaključak, da poprečno merena dužina u sredini niza, naročito za duže nizove, može uspešno zameniti profil orijentacionih tačaka i dati podjednak doprinos u postizanju relativne tačnosti. Ova mogućnost može, s druge strane, znatno doprineti povećanju ekonomičnosti fotogrametrijskog premera, odnosno smanjenju terenskih radova kod određivanja orijentacionih tačaka.

Iz analize postignute relativne tačnosti takodje sledi zaključak da povećanje broja poprečnih dužina ne doprinosi znatno povećanju tačnosti. I u slučaju mogućnosti izvodjenja suprotnog zaključka od navedenog, nikakva svrha ne bi bila postignuta, jer bi daljim proglašavanjem poprečnim dužinama ekonomska opravdanost takvog postupka bila dovedena u pitanje.

8.2. ANALIZA APSOLUTNE TAČNOSTI

Za razliku od pozitivnog delovanja poprečnih dužina na povećanje relativne tačnosti, kako je to u 8.1. izloženo, u pogledu apsolutne tačnosti može se zaključiti da je dejstvo poprečnih dužina na njeno povećanje neznatno.

Analizom pokazatelja apsolutne tačnosti, datih u tabelama 7.2. i 7.3, može se konstatovati minimalno povećanje tačnosti od oko 5%, mada u nekim slučajevima (varijante II i IIIId) povećanje tačnosti je neznatno.

Najvažniji zaključak, koji proizilazi iz uporedjenja varijanti I i Id, gde je niz obezbedjen sa po parom orijentacionih tačaka na svom početku i kraju, a kod varijante Id i dodatno sa poprečnom dužinom u sredini niza, jeste jedno povećanje tačnosti između 7% i 9%. Ali iz tabele u prilo-

gu 9 se može takodje konstatovati da se u obe varijante maksimalna odstupanja javljaju u sredini niza, gde su nastale deformacije i prema teoriji najveće, ali u varijantama sa poprečnim dužinama nešto smanjene.

Varijante Id i II nisu ekvivalentne, jer varijanta II ima tu prednost da se pored razmere njom određuje i zakretaj na tom delu niza.

Interesantno je takodje i uporedjenje varijanti II i IIId, kao i I i Id-IIId, gde se takodje pokazuje jedno povećanje tačnosti i smanjenje maksimalnih vrednosti srednjih pogrešaka koordinata (tabela 7.2). Vrlo je uočljivo povećanje tačnosti i smanjenje maksimalnih vrednosti srednjih pogrešaka koordinata (tabela 7.2) pri uporedjenju varijanti I i II, II i III, III i IV, ali to predstavlja logičnu pojavu zbog uvođenja većeg broja profila orijentacionih tačaka (npr. za varijantu IV je $i=2b$). Sličan odnos se zadržava i pri uporedjenju varijanti Id i IIId, IIId i IIIId, dok varijanta Id - IIId predstavlja vrlo malo poboljšanje varijante Id.

S povećanjem broja modela u nizu utisaj poprečne dužine u sredini niza je nešto veći, a najveći doprinos povećanju tačnosti daje kombinacija IIIId, u kojoj je za dužinu niza od 13 modela razmak između profila orijentacionih tačaka, odnosno poprečnih dužina, približno jednak četvorostrukoj vrednosti baze snimanja. No postavlja se pitanje ekonomičnosti ove varijante, zbog velikog broja orijentacionih tačaka.

Neuporedivo veći doprinos povećanju apsolutne tačnosti, a što je još bitnije smanjenju odstupanja u sredini niza, daje dodatni profil orijentacionih tačaka u tom području, iz već navedenih razloga.

Prema iznetim gledanjima u 317, doprinos poprečnih dužina

bio bi znatniji kod sitnijih razmera i jako dugačkih nizova, što je karakteristično za snimanja velikih područja u nerazvijenim zemljama. U takvim područjima se skoro redovito ne raspolaže s dovoljnim brojem orijentacionih tačaka, jer ne postoje razvijene trigonometrijske mreže. Pritom se astronomskim metodama može odrediti minimalan broj orijentacionih tačaka na početku i kraju niza ili bloka, a u unutrašnjosti ovih signalisati veći broj tačaka i izmeriti znatniji broj dužina između njih direktno na terenu pomoću elektronskih daljinomera. Ove dužine se uključuju u izjednačenje i mogu znatno doprineti, kako rešenju problema nepostojanja orijentacionih tačaka, tako i znatnijem povećanju tačnosti aerotriangulacije.

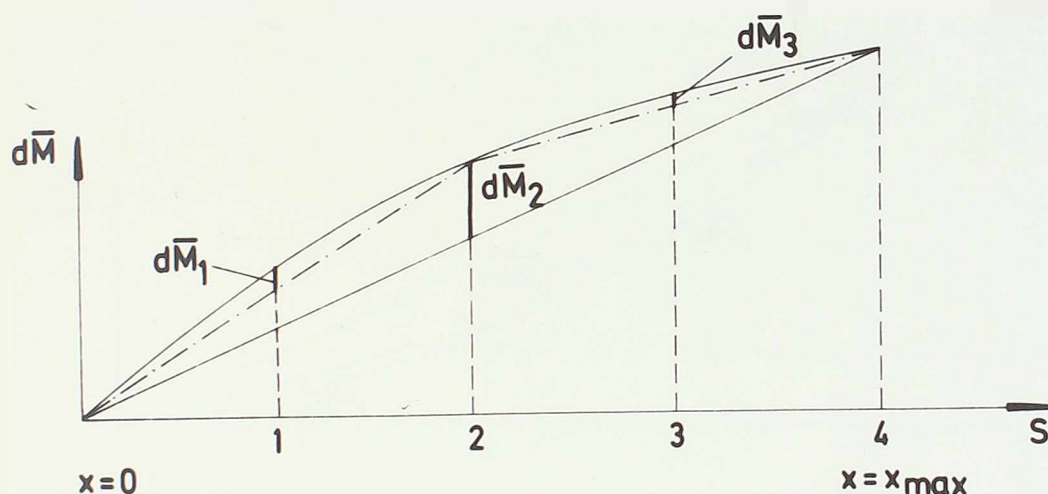
Ali potrebno je naglasiti da je tačnost astronomskog određivanja tačaka ograničena, jer je relativna tačnost između ovako određenih tačaka na početku i na kraju niza mala. Stoga treba niz, dobijen priključivanjem, još dodatno modificirati na osnovu poprečnih dužina i tako formiran niz kao relativno orijentisanu celinu uklopiti u astronomska opažanja u svrhu njegove apsolutne, odnosno geografske orijentacije, analogno kao što pri apsolutnoj orijentaciji modela ne menjamo više njegovu formu dobijenu relativnom orijentacijom.

Kad je u pitanju analiza postignutih rezultata kod metoda aeropoligona i numeričke prostorne transformacije, gde u procesu formiranja niza deluje zakon o prenošenju pogreška razmere modela, može se zaključiti da poprečne dužine, a naročito u sredini niza, puno doprinose povećanju tačnosti.

Poseban zaključak može se izvući na bazi uporedjenja metoda za izjednačenje aeropoligoniranog niza u pogledu njihove pogodnosti i ekonomičnosti. Naime tamo gde je u jednom dugom potezu konstatovan skok koji je nastao u formiranju niza, taj se polinomom ne može ukrotiti, ali se isti može

lokalizovati prelazom na fragmentarno izjednačenje po Brau-
movojoj metodi.

Grafički se uticaj poprečnih dužina na povećanje tačnosti
može veoma očigledno prikazati, kao i činjenica da poveća-
nje broja poprečnih dužina ne doprinosi daljem povećanju
tačnosti (sl. 8.1).



Sl. 8.1.

Do ovog zaključka došlo se takodje na bazi eksperimentalno
dobijenih rezultata (vidi 8.1), koji su pokazali da se na
tačnosti malo dobije ako pored dužine u sredini niza pove-
ćavamo njihov broj simetrično u odnosu na ovu dužinu.

Prema grafičkom prikazu na sl. 8.1, koji predstavlja prirast
srednje slučajne pogreške prenošenja razmere u funkciji br-
oja priključaka modela, jasno se može zaključiti o značaju
uvodjenja poprečne dužine u sredini posmatranog niza, a ko-
ji u ovom slučaju sadrži četiri modela. Očigledno je da se
ovakvim uvodjenjem poprečne dužine pogreška $d\bar{M}_2$ reducira na
drugom, odnosno trećem priključku na slučajne pogreške $d\bar{M}_1$
i $d\bar{M}_3$, a te će prema teoriji pogrešaka biti oko četiri pu-
ta manje od $d\bar{M}_2$. Vidimo da se već uvodjenjem poprečne duži-

ne u sredini niza preostale pogreške razmere u njegovoj prvoj i poslednjoj četvrtini efikasno prigušuju. Pritom treba napomenuti da se radi o preostalim slučajnim pogreškama koje nisu obuhvaćene polinomom.

9. ZAKLJUČCI

Istraživanja obavljena u ovom radu predstavljaju logičan nastavak rada [16], neposredno u pravcu koji je u zaključku toga rada bio zacrtan. Još tada (1974. god.) se činilo veoma korisnim, imajući u vidu ideju datu u [17], ispitati uticaj poprečnih dužina na tačnost aerotriangulacije, posebno u pravcu eliminacije sistematskih izvora pogrešaka.

Osnovna ideja o uvođenju poprečnih dužina pri sprovođenju aerotriangulacije niza tokom rada je dopunjena i istraživanjem mogućih kombinacija (varijanti), u sprezi sa orijentacionim tačkama. Pri tome se polazilo od realnih uslova da je odredjivanje poprečne dužine direktnim merenjem na terenu jednostavnija i ekonomičnija solucija od odredjivanja para orijentacionih tačaka.

Postignuti rezultati u eksperimentalnom delu ovoga rada dozvoljavaju izvođenje sledećih zaključaka:

- Poseban efekat u pogledu povećanja tačnosti, naročito relativne, ima varijanta Id, sa jednom poprečnom dužinom u sredini niza. Ovaj efekat naročito dolazi do izražaja kod dugih nizova, kod snimanja za izradu topografskih podloga u sitnim razmerama u nerazvijenim zemljama. Kod snimanja u krupnim razmerama poprečna dužina u sredini niza utiče vrlo značajno na povećanje relativne tačnosti, u slučaju nedostatka para orijentacionih tačaka na tom području, što je u slučaju katastarske primene fotogrametrije od neobične važnosti. No mora se reći da je ovaj efekat nešto manji od onoga koji bi dao par orijentacionih tačaka.
- Povoljnosti metode nezavisnih modela pri izmeri modela, kao i metode povezane Helmertove transformaci-

je u izjednačenju, su vrlo uočljive, a proizlaze iz uporedjenja sa metodama obradjenim u poglavljima 3. i 5. Bolja homogenost u pogledu tačnosti je na strani metode nezavisnih modela primenom povezane Helmerove transformacije. Ali i pored svih povoljnosti ove metode, može se zapaziti da se najveća odstupanja i dalje zadržavaju u srednini niza, kao što pokazuje očekivanje prema teoriji verovatnoće. Stoga se može zaključiti da je niz kao formacija (u pogledu teorije verovatnoće i zakona o prenošenju pogrešaka) nepovoljan i da je potrebno preći na blok kao formaciju koja je mnogo stabilnija i "otpornija" prema sistematski delujućim izvorima pogrešaka.

- Postignuta tačnost eksperimentalnih rezultata u potpunosti zadovoljava, imajući u vidu da se radi o jednom primeru iz prakse, bez posebnih uslova karakterističnih za test područja.

Autor će biti veoma zadovoljan ako ovaj rad sa svojim rezultatima istraživanja predstavlja doprinos daljem razvoju aerotriangulacije u nas, kao i napretku u razvoju praktičnih postupaka u našoj fotogrametrijskoj praksi.

L I T E R A T U R A

- [1] Ackermann F. : Fehlertheoretische Untersuchungen über die Genauigkeit photogrammetrischer Streifentriangulation, DGK Reihe C, Heft Nr. 87/1965.
- [2] Ackermann F. : Numerische Photogrammetrie, Karlsruhe, 1973.
- [3] Ackermann F. : Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen, BuL Nr. 4/1970.
- [4] Ackermann F. : Ein Rechenprogramm für die Streifenaerotriangulation mit unabhängigen Modellen, BuL Nr. 4/1970.
Ebner H.
Klein H.
- [5] Ackermann F. : Lageblockausgleichung mit grossen Punktmengen, BuL Nr. 4/1970.
- [6] Buchholtz - : Photogrammetrie, Berlin 1973.
Rüger
- [7] Braum F. : Grafičko rješenje i izjednačenje aeropoligoniranog niza sitnog mjerila, Zagreb 1968.
- [8] Braum F. : Grafičko izjednačenje orijentacije modela, Zagreb 1965.
- [9] Braum F. : Teorija stereofotogrametrijskih pogrešaka, Zagreb 1970.
- [10] Eckhart D. : Die Anblock-Methode, BuL Nr. 4/1967.
- [11] Finsterwalder- : Photogrammetrie, Berlin 1968.
Hofman
- [12] Gotthardt E. : Einführung in die Ausgleichsrechnung, Karlsruhe 1968.
- [13] Gotthardt E. : Der Einfluss unregelmässiger Fehler auf Luftbildtriangulationen, ZfV, Heft 4/1944.

- [14] Gruber O.v. : Beitrag zu Theorie und Praxis von Aeropolygonierung und Aeronivellement, BuL Nr 3,4/1935.
- [15] Jordan, Eggert, Kneissl : Handbuch der Vermessungskunde, Stuttgart 1972.
- [16] Joksić D. : Analitička aerotriangulacija primenom triplet metode, magistarski rad, Beograd 1974.
- [17] Karara H. : Fehlerfortpflanzung und Ausgleichung von Aerotriangulationstreifen mit gemessenen Querstrecken, Dissertation, Zürich 1956.
- [18] Kraus K. : Untersuchungen zur ebenen verketteten linearen Ähnlichkeits-Transformation, ZfV, Heft 4/1966.
- [19] Kraus K. : Die Katasterphotogrammetrie im praktischen Einsatz, AVN, Heft Nr. 4/1973.
- [20] Kraus K. : Interpolation nach kleinsten Quadraten in der Photogrammetrie, ZfV, Heft 9/1970.
- [21] Kraus K. : Untersuchung zur Genauigkeit der Interpolation nach kleinsten Quadraten, ZfV, Heft Nr. 5/1974.
- [22] Kraus K. Stark E. : Flächenhafte Verzeichnungskorrektur in der numerischen Photogrammetrie, BuL, Heft Nr. 2/1973.
- [23] Kraus K. Bettin R. : Kombinierte photogrammetrisch-terestrische Katastervermessung, BuL, Heft Nr. 4/1970.
- [24] Mohl H. : Vergleichende fehlertheoretische Untersuchungen über die Genauigkeit verschiedener Verfahren der photogrammetrischen Streifentriangulation, Dissertation, München 1970.
- [25] : Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Heft Nr. 53/1971, Frankfurt A.M.

- [26] OEEPE : Untersuchung über Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen, Projekt Gramastetten, Commission A/B.
- [27] Otepka G. : Untersuchung über die Einsatzmöglichkeit der Blockausgleichung in Oesterreich, OeZfVPh, Heft Nr. 1/2, Wien 1975.
- [28] Paršić Z. : Ergebnisse einer Aerotriangulation nach unabhängigen Modellen am Autographen WILD A 10, OEEPE Oberschwaben-Block Zürich, Helsinki 1976.
- [29] Schwidofsky- : Photogrammetrie, Stuttgart 1976.
Ackermann
- [30] Stark E. : Testblock Oberschwaben, Programme I, Results of Strip Adjustments, OEEPE Symposium, Brussels 1973.
- [31] Stark E. : Die Einbeziehung geodatischer Strecken- und Azimutmessungen in die Punktbestimmung durch photogrammetrische Blocktriangulation, AVN, Heft 8/1970.
- [32] Vojnović G. : Konfrontacija aeropoligonizacije, aerotriangulacije s nezavisnim stereoparovima i terenskim odredjivanjem veznih tačaka kombinujućí triangulaciju, poligonizaciju i trilateraciju, disertacija, Beograd 1977.
- [33] Waldhäusl P. : Funktionale Modelle der Streifen- und Streifenblockausgleichungen mit einfachen und Spline-Polynomen für beliebiges Gelände, OeZfVPh, Sonderheft 26, Wien 1973.
- [34] Wild-Heerbrug: Computer Programs, December 1969.

IZLAZNI DOKUMENT S RAČUNARA
ZA INSTRUMENTALNI NAČIN FORMIRANJA
NIZA METODOM AEROPOLIGONA

Tačka	Y _G	X _G	H _G	D
33000	6601503.53	5040007.24	83.89	
183000	6601596.56	5041500.11	83.85	1493.459
182000	6601611.11	5041484.99	83.81	
320000	6601600.14	5045990.27	84.30	1426.760
320000	6601600.14	5045990.27	84.30	
510000	6601136.05	5040720.13	85.18	826.396
140000	6601412.06	5041000.74	84.93	
184000	6601391.29	5041494.41	84.79	1491.816
7750	6602361.35	5041483.71	84.84	
6011	6601573.57	5040481.38	85.03	1111.278
6010	6601514.20	5040492.54	84.65	
6117	6601804.28	5049961.29	84.21	543.492
6121	6601568.57	5049820.97	84.14	
6065	6602313.52	5040553.32	85.23	852.735
6070	6602306.76	5040589.11	85.18	
7759	6602535.27	5041029.01	84.22	496.065
7760	6602470.26	5040961.10	84.27	
6153	6602417.62	5040255.17	83.88	706.795
105000	6603186.33	5041501.13	83.55	
300000	6603177.95	5040008.29	84.29	1492.763
6162	6603199.71	5040008.73	84.33	
7862	6603146.11	5041061.12	83.15	1060.639
7860	6603136.34	5041077.26	83.02	
6160	6603158.33	5045981.11	84.36	1095.073
6138	6603197.00	5040283.29	85.40	
8068	6603162.30	5040714.53	85.53	532.371
6067	6603149.45	5040306.28	85.79	
8136	6603105.29	5040287.37	85.30	520.789
6101	6602728.98	5040490.33	84.14	
7832	6602845.36	5041322.41	83.53	840.173
193000	6603599.97	5041820.13	84.83	
300000	6601573.63	5040013.95	84.07	1501.177

8252	6604095.82	5040103.23	83.91	
8252	6603992.06	5041215.95	85.19	1117.542
8209	6604034.83	5041222.92	84.67	
8253	6604091.21	5040113.91	83.99	1110.439
8254	6604276.26	5040097.98	84.03	
8216	6604078.38	5041240.19	84.34	1159.223
8218	6604127.72	5041268.67	84.39	
8256	6604303.16	5040041.35	83.96	1239.803
8248	6604196.43	5040672.86	84.27	
8192	6603850.92	5041152.06	85.13	574.322
370000	6604856.83	5040003.93	84.03	
194000	6604776.62	5041470.01	84.37	1468.280
8307	6604819.42	5041118.52	84.21	
8290	6604841.61	5040730.08	84.26	389.068
8291	6604823.01	5040772.36	84.23	
8248	6604196.04	5040672.08	84.52	634.937
8245	6604206.80	5040712.25	84.46	
8259	6604410.19	5039820.87	83.73	902.836
8260	6604546.32	5039822.29	83.86	
8296	6604750.27	5040731.14	84.34	931.456
8295	6604811.93	5040717.70	84.57	
8282	6604596.63	5040204.29	84.04	545.618
8276	6605056.85	5040275.91	84.14	
8308	6604832.18	5041111.53	84.31	865.297
380000	6605600.30	5040000.09	84.00	
195000	6605551.02	5041411.24	83.80	1412.010
8329	6605904.77	5041139.44	83.41	
8369	6605803.02	5040525.98	83.73	614.879
8370	6606047.68	5040596.91	83.91	
8367	6606050.35	5040160.63	83.48	436.290
8366	6605902.84	5040146.34	83.46	
8364	6605517.93	5040037.53	83.82	477.471
8362	6605209.34	5039960.54	84.39	
8365	6605204.64	5040706.90	84.30	751.215

6310	6605259.61	5040717.33	84.29	
6313	6605319.40	5040781.13	83.71	619.854
6316	6605400.20	5040804.34	82.65	
6330	6605509.33	5041420.13	83.19	1419.94
6317	6605441.10	5041284.20	83.61	
6378	6606242.89	5040907.91	84.22	644.519
6389	6606467.36	5040757.09	83.87	
6383	6606509.65	5040311.56	84.35	462.200
6384	6606620.39	5040324.18	84.36	
6191	6606623.47	5039770.36	82.87	547.821
6192	6606646.02	5039776.58	82.83	
6393	6606749.62	5040373.54	84.45	605.959
6385	6606604.99	5040340.81	84.33	
6406	6606683.59	5040840.51	83.58	491.704
6398	6606729.28	5040850.20	83.61	
6441	6606803.73	5041198.92	83.93	356.694
400000	6607223.45	5039591.93	84.01	
201000	6607206.90	5041508.89	82.54	1509.049
8469	6607054.93	5041259.88	83.32	
6416	6606985.10	5040880.60	83.42	377.798
6415	6606962.35	5040927.76	83.40	
8401	6606542.25	5040451.45	84.12	476.736
6484	6607117.92	5040647.69	84.46	
6220	6607056.15	5040083.79	84.11	574.871
6246	6607271.36	5040072.86	84.12	
6242	6607282.97	5040554.30	84.19	481.583
6243	6607330.45	5040548.97	84.42	
8539	6607439.12	5041140.23	82.96	601.158
8546	6607648.74	5041210.61	82.47	
8512	6607755.76	5040531.75	83.24	693.370
8512	6607755.76	5040531.75	83.24	
8504	6607810.23	5039259.73	83.66	674.223
102000	6607996.32	5041490.79	82.48	

410000	6603925.80	5039999.99	83.01	1499.093
8639	6604201.04	5039827.94	83.88	
8570	6607917.91	5040612.33	83.72	840.919
8565	6607970.84	5040639.31	83.67	
8629	6608240.70	5039831.18	84.00	852.587
8619	6608237.64	5039904.60	83.57	
8566	6607979.20	5040607.52	83.70	743.687
8558	6607977.19	5041029.2	84.38	
8610	6608231.89	5040063.78	83.66	993.444
8665	6608443.91	5039927.36	84.50	
8744	6608151.47	5040737.96	83.94	855.153
203000	6608818.25	5041505.93	22.56	
420000	6608789.69	5039998.89	84.03	1507.316
8660	6608643.53	5040276.51	83.53	
8551	6608278.21	5041150.56	83.62	947.334
8753	6608399.33	5040861.51	83.48	
8667	6608491.72	5039962.26	84.46	903.984
8668	6608514.52	5039966.36	84.14	
8725	6608617.33	5040922.73	83.97	961.555
8726	6608646.43	5040931.25	84.06	
8669	6608512.24	5039988.53	83.83	952.218
8672	6608463.11	5040014.00	83.22	
8722	6608660.00	5040879.61	83.89	883.500
430000	6609599.27	5040015.80	83.92	
200000	6609606.36	5041501.41	82.30	1485.622
8820	6610071.83	5040999.76	83.31	
8924	6610149.49	5040605.95	83.76	401.351
8923	6609971.51	5040533.45	83.97	
8975	6610051.04	5040121.50	83.70	419.594
9165	6609848.73	5040099.55	83.16	
8840	6609710.53	5040816.98	84.38	730.615
8843	6609693.40	5040668.00	84.19	
8792	6609407.81	5041368.41	82.90	756.387
8780	6609324.00	5041324.47	83.19	

8851	6607476.33	5040711.21	84.03	631.294
8852	6607469.52	5040696.35	83.95	
8913	6609550.03	5040277.3	83.73	425.021
440000	661347.55	5040024.66	83.52	
209000	661401.91	504150.33	82.44	1476.676
210000	6611196.69	5041499.55	82.40	
450000	6611200.60	5040035.85	83.50	1463.705
8987	661295.03	5040254.39	84.34	
8923	661351.05	5040705.00	83.73	450.511
8947	661444.89	5040769.37	83.64	
8798	661217.33	5041419.12	82.64	688.235
9217	661494.90	5041286.79	82.56	
9066	661625.17	5040852.54	83.39	453.372
9076	661837.55	5040973.73	83.00	
9035	6617917.37	5040559.23	84.56	421.996
9034	661931.21	5040564.23	84.48	
9017	6611012.42	504100.20	83.37	501.980

ZAVRSNO KRAJNOSTI
LXII

IZLAZNI DOKUMENT S RAČUNARA ZA
METODU NEZAVISNIH MODELA PRIMENOM
POVEZANE HELMERTOVE TRANSFORMACIJE

I VARIJANTA

ULAZNI PODACI

LOK	Y_i [mm]	X_i [mm]	Y_G [m]	X_G [m]
00	1	1		
00	32 200.000	2 0.000	0.14	0.99
00	11 =	2		
00	33 200.400	3 87.505		0.00
00	11 =	3		
00	31 393.670	3 4.895		0.00
00	11 =	4		
00	1 366.845	3 92.715		0.00
00	11 =	5		
00	183 592.700	4 16.395		0.00
00	11 =	6		
00	182 596.120	2 7.000	0.17	1.11
00	11 =	2		
00	11 =	1		
00	33 200.000	2 0.000		0.00
00	11 =	2		
00	34 196.225	4 40.700		0.00
00	11 =	3		
00	2 383.240	4 36.540		0.00
00	11 =	4		
00	184 591.115	4 39.300		0.00
00	11 =	5		
00	183 595.635	2 28.755		0.00
00	11 =	6		
00	1 368.310	2 11.145		0.00
00	11 =	3		
00	11 =	1		
00	34 200.000	2 0.000		0.00
00	11 =	2		
00	35 199.560	3 97.040		0.00
00	11 =	3		
00	3 365.895	4 4.135		0.00
00	11 =	4		
00	125 583.925	4 3.155		0.00
00	11 =	5		
00	124 584.240	1 93.520		0.00
00	11 =	6		
00	2 382.075	1 95.890		0.00
00	11 =	4		
00	11 =	1		
00	35 200.000	2 0.000		0.00
00	11 =	2		
00	36 200.600	4 3.700		0.00
00	11 =	3		
00	4 246.295	4 15.730		0.00
00	11 =	4		
00	193 594.235	4 17.470		0.00
00	11 =	5		
00	125 591.600	2 6.300		0.00
00	11 =	6		
00	3 369.510	2 7.295		0.00
00	11 =	5		
00	11 =	1		
00	36 200.000	2 0.000		0.00
00	11 =	2		
00	37 193.745	4 29.975		0.00
00	11 =	3		
00	5 370.320	4 38.790		0.00
00	11 =	4		
00	154 575.795	4 13.030		0.00
00	11 =	5		
00	193 590.680	2 3.560		0.00
00	11 =	6		
00	4 244.620	2 6.920		0.00

	y_i^j	x_i^j	Y_G	X_G
00 5 11 =	37	200.000	2 0.000	.00
00 5 11 =		2		.00
00 5 11 =	38	198.970	393.915	.00
00 5 11 =		3		.00
00 5 11 =	39	373.740	4 9.000	.00
00 5 11 =		4		.00
00 5 11 =	195	566.095	384.960	.00
00 5 11 =		5		.00
00 5 11 =	194	582.570	183.140	.00
00 5 11 =		6		.00
00 5 11 =	5	376.800	2 8.500	.00
00 5 11 =		7		.00
00 5 11 =		1		.00
00 5 11 =	38	200.000	3 0.010	.00
00 5 11 =		2		.00
00 5 11 =	39	199.365	513.935	.00
00 5 11 =		3		.00
00 5 11 =	10	401.990	534.240	.00
00 5 11 =		4		.00
00 5 11 =	200	552.655	442.455	.00
00 5 11 =		5		.00
00 5 11 =	195	577.550	290.095	.00
00 5 11 =		8		.00
00 5 11 =		1		.00
00 5 11 =	39	200.000	300.000	.00
00 5 11 =		2		.00
00 5 11 =	40	197.050	518.940	.00
00 5 11 =		3		.00
00 5 11 =	11	378.415	492.525	.00
00 5 11 =		4		.00
00 5 11 =	201	598.360	517.845	.00
00 5 11 =		5		.00
00 5 11 =	200	551.365	228.700	.00
00 5 11 =		6		.00
00 5 11 =	10	401.005	320.045	.00
00 5 11 =		9		.00
00 5 11 =		1		.00
00 5 11 =	40	200.000	3 0.000	.00
00 5 11 =		2		.00
00 5 11 =	41	198.485	5 7.990	.00
00 5 11 =		3		.00
00 5 11 =	12	367.630	514.800	.00
00 5 11 =		4		.00
00 5 11 =	202	587.230	5 3.255	.00
00 5 11 =		5		.00
00 5 11 =	201	591.450	298.690	.00
00 5 11 =		6		.00
00 5 11 =	11	378.930	274.120	.00
00 5 11 =		10		.00
00 5 11 =		1		.00
00 5 11 =	41	200.000	300.000	.00
00 5 11 =		2		.00
00 5 11 =	42	198.610	505.005	.00
00 5 11 =		3		.00
00 5 11 =	203	602.325	515.220	.00
00 5 11 =		4		.00
00 5 11 =	202	501.780	294.765	.00
00 5 11 =		5		.00
00 5 11 =	12	374.860	306.930	.00
00 5 11 =		11		.00
00 5 11 =		1		.00
00 5 11 =	42	200.000	200.000	.00
00 5 11 =		2		.00
00 5 11 =	43	198.125	409.980	.00
00 5 11 =		3		.00
00 5 11 =	208	583.080	423.260	.00
00 5 11 =		4		.00

	y_i^1	x_i^1	Y_G	X_G
	2.3	090.300	219.40	.00
00 5 11 =	5			
7	320.090	394.00	.00	.00
00 5 1 =	12			
00 5 11 =	1			
43	200.000	200.00	.00	.00
00 5 11 =	2			
44	190.470	394.170	.00	.00
00 5 11 =	3			
8	367.420	368.45	.00	.00
00 5 11 =	4			
209	578.745	419.075	.00	.00
00 5 11 =	5			
278	565.185	213.430	.00	.00
00 5 11 =	6			
7	332.105	184.075	.00	.00
00 5 1 =	13			
00 5 11 =	1			
44	200.000	200.00	.00	.00
00 5 11 =	2			
45	196.330	421.820	1120.00	35.95
00 5 11 =	3			
9	367.200	432.75	.00	.00
00 5 11 =	4			
210	578.730	432.145	1190.69	1499.55
00 5 11 =	5			
209	583.050	225.60	.00	.00
00 5 11 =	6			
8	371.295	194.260	.00	.00

TRANSFORMACIJE

Model	X_0 [m]	Y_0 [m]	a)	b)
1	39239.92	57.87	3.752731	•028549
2	39243.95	76.46	3.777792	•040207
3	39217.25	1644.97	3.387991	•040225
4	39237.69	7404.34	3.11716	•040672
5	39243.6	3214.27	3.332448	•019389
6	39229.93	4198.21	3.333767	•040223
7	39243.65	4485.24	3.731461	•031764
8	39243.62	5278.4	3.759577	•029379
9	39227.46	6072.71	3.154774	•027987
10	39246.44	6910.71	3.731667	•023520
11	39235.2	8042.09	3.253657	•114245
12	39222.45	6851.97	3.151727	•115172
13	39232.65	9631.57	3.244415	•114912

ГИДРОГРАФИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ
 ТАЧКА

Tačka	X _G [m]	Y _G [m]
30	40607.20	1183.99
31	40720.10	1186.26
1	40631.09	1185.41
183	41000.69	1196.71
34	40600.43	1113.45
184	41494.33	1112.20
35	40600.54	1176.56
3	40654.83	1195.45
185	41701.37	1126.86
36	40619.45	1174.12
4	40671.85	1154.80
193	4142.8	1191.46
37	40604.41	1156.98
5	40680.66	113.89
194	41470.31	1176.55
38	40600.47	1160.42
6	40677.82	1171.54
195	41411.51	1151.39
39	40604.56	1160.40
10	40763.02	1149.71
200	41320.38	1121.80
40	39990.88	723.50
11	40281.06	718.84
201	41300.70	727.51
41	39999.71	725.27
12	40650.07	740.50
202	41493.41	796.22
42	39990.23	570.01
203	41500.68	618.70
43	40610.85	959.32
208	41500.97	96.66
7	40710.38	9516.98
44	40624.56	1347.52
8	40682.38	1135.70
209	41500.01	1411.23
9	40694.05	1123.18

P R I L O Ž I T I J E
V E L I Č I N A

Tačka	V_y [mm]	V_x [mm]
30	0.03	0.01
33	0.47	0.16
31	0.00	0.00
1	0.01	0.24
163	0.47	0.13
167	0.47	0.10
39	0.47	0.16
34	0.85	0.06
2	0.85	0.12
184	0.00	0.00
163	0.47	0.13
1	0.15	0.24
34	0.85	0.06
35	0.77	0.15
3	0.85	0.11
185	0.24	0.00
184	0.00	0.00
2	0.85	0.11
35	0.77	0.16
36	0.21	0.07
4	0.24	0.11
193	0.54	0.13
165	0.24	0.00
9	0.54	0.11
36	0.21	0.07
37	0.77	0.21
5	0.60	0.04
194	0.20	0.12
193	0.54	0.13
4	0.21	0.11
37	0.77	0.21
38	0.41	0.20
6	0.00	0.00
196	0.54	0.17
194	0.20	0.12
5	0.60	0.04
38	0.41	0.22
39	0.60	0.24
1	0.21	0.03
20	0.41	0.16
195	0.54	0.17
39	0.60	0.24
4	0.60	0.21
11	0.40	0.14
201	0.20	0.30
20	0.46	0.16
1	0.20	0.03
4	0.60	0.21
41	0.84	0.05
12	0.77	0.47
202	0.14	0.12
201	0.20	0.30
11	0.40	0.14
41	0.84	0.05
42	0.41	0.43
203	0.40	0.37
202	0.14	0.12
12	0.77	0.47
42	0.41	0.43
43	0.6	0.30
208	0.13	0.45
203	0.40	0.37
7	0.30	0.11

	v_{y_j}	v_{x_j}
43	-.001	-.031
44	.041	.063
8	.001	-.011
609	-.050	-.041
608	.031	.045
7	.034	-.011
44	-.040	-.063
45	.041	.057
9	.001	.000
1	-.001	-.001
609	.001	.041
8	-.001	.011

SRÉČNJA GREŠKA VEŠTEŽINE • 0.100 [m]

SRÉČNJE GREŠKE KOEFICIJENTA TRANSFORMACIJE X0, Y0, A, B

Mbdel	[m]	[m]		
1	•164	•164	••0033	••0033
2	•239	•239	••0049	••0049
3	•285	•285	••0055	••0055
4	•33	•330	••0054	••0054
5	•381	•381	••0053	••0053
6	•436	•436	••0052	••0052
7	•494	•494	••0050	••0050
8	•522	•522	••0050	••0050
9	•521	•520	••0053	••0053
10	•492	•492	••0053	••0053
11	•402	•403	••0055	••0055
12	•327	•327	••0050	••0050
13	•204	•209	••0034	••0034

SRÉČNJE GREŠKE KOORDINATA X I Y

Tačka	[m]	[m]
33	•141	•141
31	•127	•127
1	•125	•125
183	•146	•146
34	•213	•213
2	•199	•199
184	•220	•220
35	•266	•266
3	•273	•273
185	•289	•289
36	•347	•347
4	•337	•337
193	•350	•350
37	•399	•399
5	•391	•391
194	•396	•396
38	•423	•423
6	•426	•426
195	•421	•421
39	•422	•422
10	•413	•413
200	•424	•424
40	•392	•392
11	•387	•387
201	•394	•394
41	•347	•347
12	•333	•333
202	•349	•349
42	•282	•282
203	•286	•286
43	•217	•217
208	•212	•212
7	•203	•203
44	•148	•148
8	•133	•133

•E IT•

•147
•123

[m]

•147
•123

[m]

•147
•123

Id VARIJANTA

U LAZNI PODACI

RUN	y_i [mm]	x_i [mm]	Y_G	X_G
DB 5 I *	1			
DB 5 I1 *	1			
32	200.000	200.000	803.1439998.27	1
DB 5 I1 *	2			
33	200.460	387.565	1503.9940007.20	0
DB 5 I1 *	3			
31	393.670	314.895	1186.2647729.10	0
DB 5 I1 *	4			
1	366.845	398.715	1539.4140632.09	0
DB 5 I1 *	5			
183	598.700	416.395	1596.7141502.89	0
DB 5 I1 *	6			
182	596.120	207.020	811.1141484.99	1
DB 5 I *	2			
DB 5 I1 *	1			
33	200.000	200.000	1503.9940007.20	0
DB 5 I1 *	2			
34	196.225	440.700	2413.4540002.48	0
DB 5 I1 *	3			
2	383.280	436.540	2390.1940709.14	0
DB 5 I1 *	4			
184	591.115	439.300	2392.2941494.33	0
DB 5 I1 *	5			
183	595.635	228.755	1596.7141502.89	0
DB 5 I1 *	6			
1	365.310	211.145	1539.4140632.09	0
DB 5 I *	3			
DB 5 I1 *	1			
34	200.000	200.000	2413.4540002.48	0
DB 5 I1 *	2			
35	199.560	397.040	3178.5640008.54	0
DB 5 I1 *	3			
3	365.895	404.135	3199.4540654.83	0
DB 5 I1 *	4			
185	583.925	403.155	3186.8641501.37	0
DB 5 I1 *	5			
184	584.240	198.530	2392.2941494.33	0
DB 5 I1 *	6			
2	382.075	195.890	2390.1940709.14	0
DB 5 I *	4			
DB 5 I1 *	1			
35	200.000	200.000	3178.5640008.54	0
DB 5 I1 *	2			
36	200.660	408.700	3974.0240019.45	0
DB 5 I1 *	3			
4	346.295	415.730	3994.8840574.85	0
DB 5 I1 *	4			
193	594.235	417.470	3091.4641520.08	0
DB 5 I1 *	5			
185	591.600	206.360	3186.8641501.37	0
DB 5 I1 *	6			
3	369.510	207.295	3199.4540654.83	0
DB 5 I *	5			
DB 5 I1 *	1			
36	200.000	200.000	3974.0240019.45	0
DB 5 I1 *	2			
37	193.745	429.975	4856.9840004.41	0
DB 5 I1 *	3			
5	370.320	438.790	4883.8940682.66	0
DB 5 I1 *	4			
194	575.795	413.030	4776.9241470.31	0
DB 5 I1 *	5			
193	590.880	208.560	3991.4641520.08	0
DB 5 I1 *	6			
4	344.620	206.920	3994.8840574.85	0
DB 5 I *				

	Y_1	X_1	Y_G	X_G	
D0 5 11 =	1	1	4856.9840004.41	0	
37 200.000	2	200.000	5600.4840000.47	0	
D0 5 11 =	2	2	393.915	0	
38 196.970	3	393.915	5651.5440678.82	0	
D0 5 11 =	3	3	409.080	0	
6 373.740	4	409.080	5551.3941411.51	0	
D0 5 11 =	4	4	384.960	0	
195 565.095	5	384.960	4776.9241470.31	0	
D0 5 11 =	5	5	183.140	0	
194 582.570	6	183.140	4883.8940682.66	0	
D0 5 11 =	6	6	208.880	0	
5 376.860	7	208.880			
D0 5 11 =	7	7			
D0 5 11 =	1	1	300.010	5600.4840000.47	0
38 200.000	2	300.010	6400.4040004.56	0	
D0 5 11 =	2	2	513.985	6400.4040004.56	0
39 199.305	3	513.985	6469.7140763.02	0	
D0 5 11 =	3	3	534.240	6469.7140763.02	0
10 401.990	4	534.240	6121.8041323.38	0	
D0 5 11 =	4	4	442.455	6121.8041323.38	0
200 562.655	5	442.455	5551.3941411.51	0	
D0 5 11 =	5	5	290.095	5551.3941411.51	0
195 577.550	8	290.095			
D0 5 11 =	8	8			
D0 5 11 =	1	1	300.000	6400.4040004.56	0
39 200.000	2	300.000	518.940	7223.5639999.88	0
D0 5 11 =	2	2	518.940	7223.5639999.88	0
40 197.050	3	518.940	7118.8440681.06	0	
D0 5 11 =	3	3	492.525	7118.8440681.06	0
11 378.415	4	492.525	7207.5141508.70	0	
D0 5 11 =	4	4	517.845	7207.5141508.70	0
201 598.360	5	517.845	6121.8041323.38	0	
D0 5 11 =	5	5	228.700	6121.8041323.38	0
200 551.385	6	228.700	6469.7140763.02	0	
D0 5 11 =	6	6	320.045	6469.7140763.02	0
10 401.605	9	320.045			
D0 5 11 =	9	9			
D0 5 11 =	1	1	300.000	7223.5639999.88	0
40 200.000	2	300.000	8025.2739999.71	0	
D0 5 11 =	2	2	507.990	8025.2739999.71	0
41 198.485	3	507.990	8046.9040652.07	0	
D0 5 11 =	3	3	514.800	8046.9040652.07	0
12 367.630	4	514.800	7996.2241498.40	0	
D0 5 11 =	4	4	503.255	7996.2241498.40	0
202 587.280	5	503.255	7207.5141508.70	0	
D0 5 11 =	5	5	298.690	7207.5141508.70	0
201 591.450	6	298.690	7118.8440681.06	0	
D0 5 11 =	6	6	274.120	7118.8440681.06	0
11 376.930	10	274.120			
D0 5 11 =	10	10			
D0 5 11 =	1	1	300.000	8025.2739999.71	0
41 200.000	2	300.000	8790.0139999.23	0	
D0 5 11 =	2	2	505.005	8790.0139999.23	0
42 198.610	3	505.005	8818.7041505.68	0	
D0 5 11 =	3	3	515.220	8818.7041505.68	0
203 602.325	4	515.220	7996.2241498.40	0	
D0 5 11 =	4	4	294.765	7996.2241498.40	0
202 601.780	5	294.765	8046.9040652.07	0	
D0 5 11 =	5	5	300.930	8046.9040652.07	0
12 374.860	11	300.930			
D0 5 11 =	11	11			
D0 5 11 =	1	1	200.000	8790.0139999.23	0
42 200.000	2	200.000	9599.3240015.89	0	
D0 5 11 =	2	2	409.980	9599.3240015.89	0
43 198.125	3	409.980	9606.6041500.97	0	
D0 5 11 =	3	3	423.260	9606.6041500.97	0
208 583.080	4	423.260			
D0 5 11 =	4	4			

	y_i	x_i	Y_G	X_G
203	590.380	219.040	8313.704	1505.68 0
00 5 11 =	5			
7	380.090	394.000	9516.984	0715.38 0
00 5 1 =	12			
00 5 11 =	1			
43	200.000	200.000	9599.324	0015.89 0
00 5 11 =	2			
44	196.470	394.175	10347.534	0024.56 0
00 5 11 =	3			
8	367.420	388.405	10305.704	0682.38 0
00 5 11 =	4			
209	578.745	419.675	10401.834	1500.01 0
00 5 11 =	5			
208	585.185	213.430	9606.004	1500.97 0
00 5 11 =	6			
7	382.105	184.075	9516.984	0715.38 0
00 5 1 =	13			
00 5 11 =	1			
44	200.000	200.000	10347.534	0024.56 0
00 5 11 =	2			
45	196.930	421.820	11200.004	0035.85 1
00 5 11 =	3			
9	367.200	432.785	11223.184	0694.05 0
00 5 11 =	4			
210	576.730	432.145	11196.694	1499.55 1
00 5 11 =	5			
209	583.050	225.600	10401.834	1500.01 0
00 5 11 =	6			
8	371.295	194.260	10305.704	0682.38 0

VREDNOSTI KOEFICIJENATA TRANSFORMACIJE

Model	X ₀ [m]	Y ₀ [m]	a)	b)
1	39239.91	57.37	3.752750	.038850
2	39243.54	756.46	3.777825	.040202
3	39217.75	1644.52	3.883011	.040227
4	39233.00	2424.37	3.811685	.040673
5	39243.90	3214.24	3.838360	.039389
6	39229.60	4098.30	3.833580	.040221
7	39243.27	4485.27	3.738282	.031762
8	39243.64	5278.44	3.759516	.029877
9	39220.46	6072.64	3.854783	.027986
10	39246.42	6910.64	3.730719	.023519
11	39205.59	8042.03	3.853680	.114247
12	39222.43	8851.93	3.851792	.115173
13	39232.64	9601.55	3.844447	.114912

//////////////////////////////////// P R I R A Š T A J I G E O D E T S K I H K O O R D I N A T A

Tačka	ΔX_G [m]	ΔY_G [m]
33	-01	01
31	-00	01
1	00	01
183	01	01
34	-00	02
2	00	02
184	01	01
35	00	03
3	00	02
185	00	03
36	01	02
4	00	03
193	-01	02
37	02	01
5	01	00
194	-02	01
38	05	-02
6	00	-03
195	-04	-03
39	02	-06
10	00	-06
200	-02	-05
40	01	-06
11	01	-06
201	-00	-07
41	-00	-06
12	00	-06
202	00	-06
42	-01	-05
203	02	-05
43	-01	-03
208	01	-03
7	00	-03
44	-01	-01
8	00	-01
209	01	-01
9	-00	-01

POPRAVKE KERENIH
VELIČINA

Tačka	V_y [mm]	V_x [mm]
32	-042	007
33	048	014
31	-000	-000
1	-015	-025
183	-042	011
182	051	-008
33	-048	-014
34	084	-008
2	-086	016
184	006	-008
183	042	-011
1	015	025
34	-084	008
35	068	014
3	-057	-012
185	-020	-002
184	006	008
2	086	-016
35	-068	-014
36	015	005
4	027	009
193	-052	-014
185	020	002
3	057	012
36	-015	-005
37	066	020
5	-063	-005
194	-012	-015
193	052	014
4	-027	-009
37	-066	-020
38	032	020
6	-020	000
195	-041	-020
194	012	015
5	063	005
38	-058	-019
39	073	021
10	-026	-006
200	-055	-014
195	067	019
39	-073	-021
40	075	019
11	-049	012
201	-035	-032
200	055	014
10	026	006
40	-075	-019
41	085	063
12	-070	-049
202	-024	-014
201	035	032
11	049	-012
41	-085	-063
42	042	040
203	-051	-040
202	024	014
12	070	049
42	-042	-040
43	060	038
208	-035	-047
203	051	040
7	-034	000

	Vy	Vx
43	-.061	-.038
44	.039	.062
8	.001	-.020
209	-.049	-.042
208	.035	.047
7	.034	-.009
44	-.039	-.062
45	.039	.055
9	-.000	.000
210	-.047	-.054
209	.049	.042
8	-.001	.020
Vd 38195	.026 [m]	

SREDNJA GREŠKA JED. TEŽINE = 0.009 [m]

SREDNJE GREŠKE KOEFIČIJENATA TRANSFORMACIJE x_0, y_0, A, B

Model	[m]	[m]		
1	.161	.162	.00032	.00033
2	.235	.236	.00048	.00048
3	.281	.279	.00054	.00054
4	.325	.320	.00053	.00053
5	.370	.367	.00050	.00052
6	.409	.421	.00039	.00051
7	.470	.484	.00037	.00049
8	.512	.510	.00048	.00050
9	.512	.498	.00052	.00052
10	.483	.465	.00052	.00052
11	.398	.388	.00053	.00054
12	.319	.315	.00048	.00050
13	.205	.204	.00033	.00034

SREDNJE GREŠKE KOORDINATA X I Y

Tačka	[m]	[m]
33	.139	.139
31	.125	.125
1	.124	.123
183	.144	.143
34	.215	.213
2	.196	.193
184	.216	.214
35	.282	.278
3	.269	.265
185	.285	.281
36	.341	.339
4	.332	.329
193	.345	.342
37	.390	.393
5	.385	.385
194	.387	.390
38	.407	.414
6	.419	.416
195	.406	.413
39	.414	.403
10	.407	.392
200	.417	.409
40	.386	.367
11	.381	.362
201	.388	.370
41	.342	.324
12	.328	.310
202	.344	.326
42	.283	.271
203	.281	.270
43	.212	.208
208	.213	.209
7	.200	.194
44	.145	.145
8	.131	.129

		[m]	[m]	
	209	.144	.143	9
EXIT	9	.121	.121	

II VARIJANTA

ULAZNI PODACI

RUN	Y_i [mm]	X_i [mm]	Y_G	X_G
00 5 1 =	1			
00 5 11 =	1			
	32	200.000	200.000	200.1419998.27
00 5 11 =	2			
	33	200.460	387.565	.00 .00
00 5 11 =	3			
	31	393.670	304.895	.00 .00
00 5 11 =	4			
	1	366.845	398.715	.00 .00
00 5 11 =	5			
	183	598.700	416.395	.00 .00
00 5 11 =	6			
	182	596.120	207.020	211.1141484.99
00 5 1 =	2			
00 5 11 =	1			
	33	200.000	200.000	.00 .00
00 5 11 =	2			
	34	196.225	440.700	.00 .00
00 5 11 =	3			
	2	383.280	436.540	.00 .00
00 5 11 =	4			
	184	591.115	439.300	.00 .00
00 5 11 =	5			
	183	595.635	228.755	.00 .00
00 5 11 =	6			
	1	365.310	211.145	.00 .00
00 5 1 =	3			
00 5 11 =	1			
	34	200.000	200.000	.00 .00
00 5 11 =	2			
	35	199.560	397.040	.00 .00
00 5 11 =	3			
	3	365.895	404.135	.00 .00
00 5 11 =	4			
	185	583.925	403.155	.00 .00
00 5 11 =	5			
	184	584.240	192.530	.00 .00
00 5 11 =	6			
	2	382.075	195.890	.00 .00
00 5 1 =	4			
00 5 11 =	1			
	35	200.000	200.000	.00 .00
00 5 11 =	2			
	36	200.660	408.700	.00 .00
00 5 11 =	3			
	4	346.295	415.730	.00 .00
00 5 11 =	4			
	193	594.235	417.470	.00 .00
00 5 11 =	5			
	185	591.600	206.360	.00 .00
00 5 11 =	6			
	3	369.510	207.295	.00 .00
00 5 1 =	5			
00 5 11 =	1			
	36	200.000	200.000	.00 .00
00 5 11 =	2			
	37	193.745	429.975	.00 .00
00 5 11 =	3			
	5	370.320	438.790	.00 .00
00 5 11 =	4			
	194	575.795	413.030	.00 .00
00 5 11 =	5			
	193	590.880	208.560	.00 .00
00 5 11 =	6			
	4	344.620	206.920	.00 .00

	y_i^j	x_i^j	Y_G	X_G
00 5 1 =	6			
00 5 11 =	1			
37	200.000	200.000	.00	.00
00 5 11 =	2			
38	196.970	393.915	560.3040000.09	
00 5 11 =	3			
6	373.740	409.380	.00	.00
00 5 11 =	4			
195	565.395	384.560	5651.241411.24	
00 5 11 =	5			
194	582.570	183.140	.00	.00
00 5 11 =	6			
5	376.860	208.880	.00	.00
00 5 1 =	7			
00 5 11 =	1			
38	200.000	300.310	560.3040000.09	
00 5 11 =	2			
39	199.305	513.985	.00	.00
00 5 11 =	3			
10	401.990	534.240	.00	.00
00 5 11 =	4			
200	552.655	442.455	.00	.00
00 5 11 =	5			
195	577.550	290.095	5651.241411.24	
00 5 1 =	8			
00 5 11 =	1			
39	200.000	300.000	.00	.00
00 5 11 =	2			
40	197.050	513.940	.00	.00
00 5 11 =	3			
11	376.415	492.525	.00	.00
00 5 11 =	4			
201	598.360	517.845	.00	.00
00 5 11 =	5			
200	551.355	223.700	.00	.00
00 5 11 =	6			
10	401.605	320.045	.00	.00
00 5 1 =	9			
00 5 11 =	1			
40	200.000	300.000	.00	.00
00 5 11 =	2			
41	198.485	507.990	.00	.00
00 5 11 =	3			
12	367.630	514.800	.00	.00
00 5 11 =	4			
202	587.280	503.255	.00	.00
00 5 11 =	5			
201	591.450	298.690	.00	.00
00 5 11 =	6			
11	376.930	274.120	.00	.00
00 5 1 =	10			
00 5 11 =	1			
41	200.000	300.000	.00	.00
00 5 11 =	2			
42	198.610	505.005	.00	.00
00 5 11 =	3			
203	602.325	515.220	.00	.00
00 5 11 =	4			
202	601.780	294.765	.00	.00
00 5 11 =	5			
12	374.860	306.930	.00	.00
00 5 1 =	11			
00 5 11 =	1			
42	200.000	200.000	.00	.00
00 5 11 =	2			
43	198.125	409.980	.00	.00
00 5 11 =	3			

	y_i^j	x_i^j	Y_G	X_G
	208 583.080	423.260	.70	.00
00 5 11 =	4			
	203 590.380	219.040	.30	.00
00 5 11 =	5			
	7 380.090	394.000	.70	.00
00 5 1 =	12			
00 5 11 =	1			
	43 200.000	200.000	.70	.00
00 5 11 =	2			
	44 196.470	394.175	.00	.00
00 5 11 =	3			
	8 367.420	388.415	.00	.00
00 5 11 =	4			
	209 578.745	419.675	.00	.00
00 5 11 =	5			
	208 585.185	213.430	.70	.00
00 5 11 =	6			
	7 382.105	184.075	.00	.00
00 5 1 =	13			
00 5 11 =	1			
	44 200.000	200.000	.00	.00
00 5 11 =	2			
	45 196.330	421.820	120.604	035.85
00 5 11 =	3			
	9 367.200	432.785	.00	.00
00 5 11 =	4			
	210 576.730	432.145	119.694	1499.55
00 5 11 =	5			
	209 583.050	225.600	.70	.00
00 5 11 =	6			
	8 371.295	194.260	.00	.00

VREĆI BOSTI KOEFICIJENATA
TRANSFORMACIJE

Model	X_0 [m]	Y_0 [m]	a)	b)
1	39739.76	57.32	3.752619	•038692
2	39743.67	756.34	3.777539	•039872
3	39717.60	1644.71	3.882687	•039835
4	39737.92	2424.08	3.811453	•040363
5	39743.62	3213.92	3.838326	•039274
6	39729.78	4098.02	3.833889	•040453
7	39742.64	4485.05	3.738748	•032194
8	39743.18	5278.32	3.759839	•030225
9	39721.13	6072.89	3.855013	•028273
10	39746.20	6910.64	3.730860	•023731
11	39725.47	8042.06	3.853757	•114403
12	39722.37	8851.95	3.851824	•115265
13	39732.62	9601.56	3.844450	•114942

GEODETSKE KOORDINATE
 TAČKA

Tačka	XG [m]	YG [m]
33	40007.19	1513.91
31	40720.07	1186.24
1	40632.05	1539.37
183	41502.80	1596.72
34	40002.40	2413.27
2	40709.01	2390.08
184	41494.14	2392.25
35	40002.36	3178.32
3	40654.61	3199.26
185	41501.08	3186.75
36	40019.18	3973.73
4	40574.55	3994.63
193	41519.73	3991.25
37	40004.06	4856.71
5	40682.32	4883.60
194	41469.96	4776.63
6	40678.51	5651.27
39	40004.28	6400.26
10	40762.80	6469.50
200	41323.17	6121.51
40	39999.68	7223.47
11	40680.90	7118.69
201	41508.59	7207.29
41	39999.57	8025.22
12	40651.97	8046.81
202	41498.34	7996.06
42	39999.14	8789.98
203	41505.67	8218.60
43	40015.84	9599.31
208	41501.97	9616.55
7	40715.36	9516.95
44	40024.54	10347.53
8	40682.38	10315.69
209	41500.01	10411.81
9	40694.05	11223.18

////////////////////

 P R I L O Ž E N J E
 V E L I Č I N A

Tačka	V_y [mm]	V_x [mm]
32	.. 27	..033
33	. 40	.037
31	..00	.007
1	..09	..016
183	.. 17	.001
182	. 13	.011
33	.. 40	..037
34	. 89	.004
2	.. 79	.023
184	. 04	..006
183	. 17	..001
1	..09	.016
34	.. 89	..004
35	. 84	.015
3	..49	..006
185	.. 21	.013
184	..04	.006
2	. 79	..023
35	.. 84	..015
36	. 41	..004
4	. 38	.013
193	.. 65	.014
185	. 21	..013
3	. 49	.006
36	.. 41	.004
37	.106	..006
5	.. 56	..001
194	.. 36	.029
193	. 65	..014
4	.. 38	..013
37	..106	.006
38	. 88	..017
6	.090	.000
195	..074	.039
194	.036	..029
5	.056	.001
38	.. 43	..030
39	. 61	.031
10	.. 23	..003
200	.. 45	..024
195	. 52	.026
39	.. 61	..031
40	. 66	.027
11	..050	.013
201	..024	..037
200	.045	.024
10	. 23	.003
40	.. 66	..027
41	. 77	.070
12	.. 70	..047
202	..015	..020
201	. 24	.037
11	.050	..013
41	..077	..070
42	.036	.048
203	.. 44	..044
202	. 15	.020
12	.070	.047
42	.. 36	..048
43	. 56	.045
202	. 30	..052
203	. 44	.044

	V_{y_j}	V_{x_j}
7	- .34	.010
43	- .36	-.045
44	.36	.069
209	.01	-.018
208	- .46	-.047
7	.36	.052
44	.34	-.010
44	- .36	-.069
45	.38	.062
9	.00	.000
210	- .46	-.058
209	.46	.047
8	- .01	.018

SREDNJA GREŠKA UJEDNATEŽINE = 0.008 [m]

SREDNJE GREŠKE KOEFICIJENATA TRANSFORMACIJE x^0, y^0, A, B

Model	[m]	[m]		
1	.151	.151	.000	.000
2	.203	.203	.000	.000
3	.229	.229	.000	.000
4	.249	.249	.000	.000
5	.246	.246	.000	.000
6	.181	.181	.000	.000
7	.171	.171	.000	.000
8	.225	.225	.000	.000
9	.252	.252	.000	.000
10	.284	.284	.000	.000
11	.285	.285	.000	.000
12	.265	.265	.000	.000
13	.191	.191	.000	.000

SREDNJE GREŠKE KOEFICIJENATA x, y

Tačka	[m]	[m]
30	.127	.127
31	.122	.122
1	.116	.116
183	.129	.129
34	.166	.166
2	.156	.156
184	.168	.168
35	.180	.180
3	.171	.171
185	.181	.181
36	.166	.166
4	.156	.156
193	.169	.169
37	.127	.127
5	.116	.116
194	.131	.131
6	.120	.120
39	.133	.133
10	.123	.123
200	.125	.125
40	.179	.179
11	.165	.165
201	.182	.182
41	.205	.205
12	.197	.197
202	.206	.206
42	.204	.204
203	.205	.205
43	.179	.179
208	.180	.180
7	.169	.169
44	.135	.135
8	.124	.124
209	.134	.134

[m]

[m]

9.

9.

• 120

• 120

EXIT

Id-11d VARIJANTA

ULAZNI PODACI

RUN	Y_i [mm]	X_i [mm]	Y_G	X_G
D0 5 1 =	1			
D0 5 11 =	1			
32	200.000	200.000	800.1439998.27	1
D0 5 11 =	2			
33	200.460	387.565	1503.9940007.20	0
D0 5 11 =	3			
31	393.670	304.895	1186.2640729.10	0
D0 5 11 =	4			
1	366.845	398.715	1539.4140632.09	0
D0 5 11 =	5			
183	598.700	416.395	1596.7141502.89	0
D0 5 11 =	6			
182	596.120	207.020	811.1141484.99	1
D0 5 1 =	2			
D0 5 11 =	1			
33	200.000	200.000	1503.9940007.20	0
D0 5 11 =	2			
34	196.225	440.700	2413.4540002.48	0
D0 5 11 =	3			
2	383.280	436.540	2390.1940709.14	0
D0 5 11 =	4			
184	591.115	439.300	2392.2941494.33	0
D0 5 11 =	5			
183	595.635	228.755	1596.7141502.89	0
D0 5 11 =	6			
1	365.310	211.145	1539.4140632.09	0
D0 5 1 =	3			
D0 5 11 =	1			
34	200.000	200.000	2413.4540002.48	0
D0 5 11 =	2			
35	199.560	397.040	3178.5640008.54	0
D0 5 11 =	3			
3	365.895	404.135	3199.4540654.83	0
D0 5 11 =	4			
185	583.925	403.155	3186.8641501.37	0
D0 5 11 =	5			
184	584.240	198.530	2392.2941494.33	0
D0 5 11 =	6			
2	382.075	195.890	2390.1940709.14	0
D0 5 1 =	4			
D0 5 11 =	1			
35	200.000	200.000	3178.5640008.54	0
D0 5 11 =	2			
36	200.660	408.700	3974.0240019.45	0
D0 5 11 =	3			
4	346.295	415.730	3994.8840574.85	0
D0 5 11 =	4			
193	594.235	417.470	3991.4641520.08	0
D0 5 11 =	5			
185	591.600	206.360	3186.8641501.37	0
D0 5 11 =	6			
3	369.510	207.295	3199.4540654.83	0
D0 5 1 =	5			
D0 5 11 =	1			
36	200.000	200.000	3974.0240019.45	0
D0 5 11 =	2			
37	193.745	429.975	4856.9840004.41	0
D0 5 11 =	3			
5	370.320	438.790	4883.8940682.66	0
D0 5 11 =	4			
194	575.795	413.030	4776.9241470.31	0
D0 5 11 =	5			
193	590.880	208.560	3991.4641520.08	0
D0 5 11 =	6			
4	344.620	206.920	3994.8840574.85	0
D0 5 1 =	6			

DU	5	11	=	y_i	x_i	y_G	x_G
DU	5	11	=	37	200.000	200.000	4856.9840004.41 0
DU	5	11	=	38	196.970	393.915	5600.4840000.47 0
DU	5	11	=	6	373.740	479.000	5651.5440678.82 0
DU	5	11	=	195	565.095	384.960	5551.3941411.51 0
DU	5	11	=	194	582.570	183.140	4776.9241470.31 0
DU	5	11	=	5	376.860	208.880	4883.8940682.66 0
DU	5	11	=	38	200.000	300.010	5600.4840000.47 0
DU	5	11	=	39	199.305	513.985	6400.4040004.56 0
DU	5	11	=	10	401.990	534.240	6469.7140763.02 0
DU	5	11	=	200	552.655	442.455	6121.8041323.38 0
DU	5	11	=	195	577.550	290.095	5551.3941411.51 0
DU	5	11	=	39	200.000	300.000	6400.4040004.56 0
DU	5	11	=	40	197.050	518.940	7223.5639999.88 0
DU	5	11	=	11	378.415	492.525	7118.8440681.06 0
DU	5	11	=	201	598.360	517.845	7207.5141508.70 0
DU	5	11	=	200	551.385	228.700	6121.8041323.38 0
DU	5	11	=	10	401.605	320.045	6469.7140763.02 0
DU	5	11	=	40	200.000	300.000	7223.5639999.88 0
DU	5	11	=	41	198.485	507.990	8025.2739999.71 0
DU	5	11	=	12	367.630	514.800	8046.9040652.07 0
DU	5	11	=	202	587.280	503.255	7996.2241498.40 0
DU	5	11	=	201	591.450	298.690	7207.5141508.70 0
DU	5	11	=	11	376.930	274.120	7118.8440681.06 0
DU	5	11	=	41	200.000	300.000	8025.2739999.71 0
DU	5	11	=	42	198.610	505.005	8790.0139999.23 0
DU	5	11	=	203	602.325	515.220	8818.7041505.68 0
DU	5	11	=	202	601.780	294.765	7996.2241498.40 0
DU	5	11	=	12	374.860	306.930	8046.9040652.07 0
DU	5	11	=	42	200.000	200.000	8790.0139999.23 0
DU	5	11	=	43	198.125	409.980	9599.3240015.89 0
DU	5	11	=	208	583.080	423.260	9606.6041500.97 0
DU	5	11	=				

	y_i	x_i	Y_G	X_G
203	590.380	219.040	8813.70	41505.68 0
00 5 11	5			
7	380.090	394.000	9516.98	40715.38 0
00 5 1	12			
00 5 11	1			
43	200.000	200.000	9599.32	40015.89 0
00 5 11	2			
44	196.470	394.175	10347.53	40024.56 0
00 5 11	3			
8	367.420	388.405	10305.70	40682.38 0
00 5 11	4			
209	578.745	419.675	10401.83	41500.01 0
00 5 11	5			
208	585.185	213.430	9606.60	41500.97 0
00 5 11	6			
7	382.105	184.075	9516.98	40715.38 0
00 5 1	13			
00 5 11	1			
44	200.000	200.000	10347.53	40024.56 0
00 5 11	2			
45	196.330	421.820	11200.60	40035.85 1
00 5 11	3			
9	367.200	432.785	11223.18	40694.05 0
00 5 11	4			
210	576.730	432.145	11196.69	41499.55 1
00 5 11	5			
209	583.050	225.600	10401.83	41500.01 0
00 5 11	6			
8	371.295	194.260	10305.70	40682.38 0

////////////////////

VPEĐNOSTI KOFICIJENATA
TRANSFORMACIJE

Model	X_0^j [m]	Y_0^j [m]	a^j	b^j
1	39239.91	57.36	3.752743	.038849
2	39243.55	756.45	3.777807	.040201
3	39217.75	1644.50	3.882988	.040225
4	39238.00	2424.34	3.811698	.040672
5	39243.86	3214.19	3.838447	.039389
6	39229.52	4098.24	3.833789	.040222
7	39243.19	4485.23	3.738483	.031765
8	39243.62	5278.48	3.759578	.029880
9	39220.46	6072.71	3.854770	.027988
10	39246.44	6910.71	3.730672	.023521
11	39205.61	8042.08	3.853633	.114247
12	39222.44	8851.96	3.851753	.115173
13	39232.65	9601.57	3.844419	.114912

////////////////////////////////// PRIRAŠTAJI GEODETSKIH KOORDINATA

Tačka	ΔX_G [m]	ΔY_G [m]
33	-0.01	0.00
31	-0.00	0.00
1	0.00	0.00
183	0.01	0.1
34	0.00	0.00
2	0.00	0.00
184	0.00	-0.00
35	0.00	0.00
3	0.00	-0.00
185	-0.00	0.00
36	0.00	-0.01
4	-0.00	0.00
193	0.00	-0.01
37	-0.01	-0.00
5	0.00	-0.01
194	0.01	-0.00
38	-0.01	0.00
6	-0.00	-0.01
195	0.01	-0.01
39	-0.00	-0.00
10	0.00	-0.00
200	0.00	0.00
40	0.00	0.00
11	0.00	0.00
201	-0.00	-0.01
41	0.00	-0.00
12	0.00	-0.00
202	-0.00	-0.01
42	-0.00	-0.01
203	0.01	-0.01
43	-0.01	-0.00
208	0.01	-0.00
7	0.00	-0.01
44	-0.01	0.00
8	0.00	-0.00
209	-0.00	-0.00
9	-0.00	-0.00

P O P R A V K E M F R E N I H
 V E L I Č I N A

Tačka	V_y [mm]	V_x [mm]
32	-.041	.004
33	.051	.017
31	.000	-.000
1	-.015	-.023
183	-.044	.014
182	.049	-.011
33	-.044	-.016
34	.083	-.006
2	-.086	.018
184	-.036	-.005
183	.038	-.014
1	.015	.023
34	-.083	.006
35	.071	.017
3	-.057	-.010
185	-.023	.001
184	.036	.005
2	.086	-.018
35	-.071	-.017
36	.022	.008
4	.029	.012
193	-.059	-.012
185	.023	-.001
3	.057	.010
36	-.022	-.008
37	.078	.022
5	-.062	-.003
194	-.024	-.011
193	.059	.012
4	-.029	-.012
37	-.078	-.022
38	.048	.023
6	-.000	.000
195	-.057	-.016
194	.024	.011
5	.062	.003
38	-.041	-.024
39	.060	.025
10	-.025	-.001
200	-.044	-.016
195	.050	.016
39	-.060	-.025
40	.067	.022
11	-.049	.014
201	-.027	-.029
200	.044	.016
10	.025	.001
40	-.067	-.022
41	.082	.065
12	-.070	-.046
202	-.020	-.011
201	.027	.029
11	.049	-.014
41	-.082	-.065
42	.043	.044
203	-.051	-.036
202	.020	.011
12	.070	.046
42	-.043	-.044
43	.064	.040
208	-.039	-.045
203	.051	.036
7	-.034	.012

	V_y	V_x
43	-.057	-.040
44	.040	.064
8	.001	-.017
209	-.05	-.040
208	.032	.044
7	.034	-.012
44	-.040	-.064
45	.044	.058
9	-.000	.000
21	-.053	-.051
209	.050	.040
8	-.001	.017
Vd 33-183	-.030 [m]	.116 [m]
Vd 43-08	-.017 [m]	

SREDNJA GREŠKA JED. TEŽINE = 0.098 [m]

SREDNJE GREŠKE KOEFIČIJENATA TRANSFORMACIJE X₀, y₀, A, B

Model	[m]	[m]		
1	.158	.159	.00031	.00032
2	.231	.232	.00047	.00048
3	.277	.277	.00054	.00054
4	.320	.321	.00053	.00053
5	.370	.370	.00052	.00052
6	.421	.420	.00049	.00050
7	.478	.477	.00047	.00048
8	.508	.508	.00049	.00049
9	.506	.506	.00052	.00052
10	.478	.477	.00052	.00052
11	.393	.391	.00052	.00054
12	.314	.316	.00047	.00049
13	.203	.203	.00033	.00033

SREDNJE GREŠKE KOEFICIJENATA X I Y

Tačka	[m]	[m]
33	.134	.138
31	.123	.123
1	.122	.122
183	.139	.142
34	.212	.212
2	.193	.193
184	.214	.213
35	.278	.278
3	.265	.265
185	.281	.281
36	.337	.337
4	.328	.327
193	.341	.340
37	.388	.387
5	.380	.379
194	.385	.384
38	.409	.411
6	.414	.414
195	.408	.409
39	.410	.411
10	.401	.401
200	.413	.413
40	.381	.381
11	.376	.376
201	.383	.383
41	.338	.337
12	.324	.323
202	.340	.339
42	.279	.278
203	.278	.277
43	.206	.211
208	.207	.211
7	.198	.197
44	.144	.144
8	.129	.129

EXIT

20g
9

[m]
•147
•120

[m]
•143
•119

IZLAZNI DOKUMENT S RAČUNARA ZA
METODU NEZAVISNIH MODELA PRIMENOM
NUMERIČKE PROSTORNE TRANSFORMACIJE

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA AEROTRIANGULACIJA METODOM NALIV-ZIVANJA PERECI, POKROVNII OZINA

STRIP NO	40	Y_F	X_F	H
MODEL NG	4. /	1.47		
32	3000	0.274	6 11 5.122	64.491
		0. -6	-	0.191
33	4	1.37	6 15 1.525	64.325
		0.47	-	0.615
31	4 7 22	0.23	6 11 6.387	64.387
		0.27	-	-1.575
183	4 1 2	0.27	6 15 96.65	63.713
		0.27	1.111	1.713
182	4 6 4	0.28	6 8 11.04	64.15
		0.52	-	0.555
101	4 3 2	0.26	6 15 39.303	63.236
102	4 1 1	0.41	6 15 4.665	63.688
103	4 5 2	0.27	6 15 75.515	63.774

PHI= -0.17877 OMEGA= 59004 KAPPA= 307.66489

LAMDA= 7.747262 CILIKR= 1. CDFY=-1.

GA2171

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA AEROTRIANGULACIJA ZA TOPOK NADVEZIVANJA PEPCCO POPELONIH LUZINA

STRIP NO MODEL AC	Y_F	X_F	H
33	4 0.074	601502.912	64.311
	-0.123	-0.036	-0.024
101	4 032.155	601530.431	63.248
	0.097	0.062	-0.088
102	4 01.467	601548.619	63.718
	0.129	-0.051	0.129
103	4 02.676	601671.541	63.759
	0.079	0.041	-0.015
103	418 1.827	601596.635	63.712
	-0.077	-0.016	-0.001
34	4 02.511	602411.717	63.975
184	41426.442	602392.236	63.236
104	4 004.717	602417.228	64.064
105	4 051.922	602419.886	63.866
106	4 033.740	602316.575	63.876

PHI= 0.12758 γ GA= -0.0356 KAPPA= 0.196644

LAMBDA= 7.80908 COEFX= 1.000000 COEFY=-1.000000

GA2171

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA ALPOTRIANGLACIJA METODOM NADVIŽIVANJA POČETU POPREČNIM SUZITIA

STRIP NO	4 ₀₀	Y _F	X _F	H
MODEL NO	5497	751		
34	4 102,412		6024 3,615	64,007
	- , 58		- , 92	6,132
104	4 1064,277		6 2487,363	64,342
	- , 42		0,57	- , 22
105	4 652,135		6 1240,522	63,654
	1,10		0,36	- , 12
106	4 513,772		6 3310,666	63,454
	0,07		0,01	- , 22
184	4 1474,406		6 11392,197	63,761
	- , 36		- , 71	0,24
35	4 10,551		6 12178,972	64,415
185	4 151,532		6 5110,812	64,856
197	4 500,732		6 5229,946	63,497
198	4 644,125		6 327,453	63,961
199	4 660,552		6 3216,148	63,417

PHI= 0,3703 OMEGA= 0,15767 KAPPA= 0,15,72

LAMDA= 0,02802 GAMMA= 1,25130 COEFY=-1,0

0A2171

ABSOLUTE PRECIPITATION

ANALITICKA A-POTI PANGULACIJA METODOM RADOVE ZIVARJA FOCULI POPREČNIM SUŠIČEM

STRIP NO	MODEL NO	4 _F	Y _F	X _F	H
35	531/	4 219.79	- . 79	6 2171.972	04.417
		- . 72		- . 72	0.67
117		4 651.841	. 38	6 3296.928	03.486
100		4 644.88	- . 57	6 321.473	03.492
109		4 603.573	. 22	6 316.124	03.497
105		4 511.117	- . 42	6 316.876	04.859
					0.53
36		4 19.658		6 1974.717	03.345
103		4 182.387		6 194.856	01.091
11		4 689.21		6 4289.913	02.121
111		4 611.007		6 4282.712	01.741
112		4 501.393		6 40202.749	02.29

PHI= 0.7410 OMEGA= 0.00718 KAPPA= 0.1910
 LAMDA= 7.802094 COEFIC= 0.00718 COEFY=-1.0

0A2171

ABSOLUTE DIRECTIONITY

ANALITICKA AEROTELERAGIJA ULTOLOK NADOVEZIVANJA PERECI, PERECNIH DUZINA

STRIP NO MODEL NO	4	YF	XF	H
36	4	3974.740	6 4974.740	03.246
		0.00	0.00	0.00
110	4	4269.895	6 4269.895	02.212
		0.00	0.00	0.00
111	4	4223.61	6 4223.61	01.466
		0.00	0.00	0.00
112	4	4292.826	6 4292.826	02.3
		0.00	0.00	0.00
193	4	4941.843	6 4941.843	01.986
		0.00	0.00	0.00
57	4	4658.236	6 4658.236	02.211
194	4	4777.211	6 4777.211	02.129
113	4	4974.890	6 4974.890	01.591
114	4	4995.249	6 4995.249	01.581
115	4	4942.561	6 4942.561	01.677

PHI= 0.3530 OMEGA= 11.35247 KAPPA= 300.31037

LAMDA= 7.933233 COLPER= 1.000000 COLPHY=-1.0

0A2171

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA ALROFEBIANCHILACIJA METODOM NAGOV-ZIVANJA POPECU POPRECNIH DIMENZIJA

STRIP NO MODEL NO	555/ 587	Y_F	X_F	H
37	4	4888.209 - .157	4888.242 .16	62.208 - .07
113	4	4574.019 .137	4574.142 .06	61.594 0.04
114	4	4592.47 .149	4592.161 - .181	61.566 - .15
115	4	4614.911 .09	4594.546 - .115	61.693 0.16
194	4	4471.522 - .11	4777.278 .47	62.126 - .12
36	4	5611.711	6561.947	79.594
195	4	5513.612	6551.910	68.194
116	4	5942.037	6942.037	78.261
117	4	5490.021	6929.114	78.818
118	4	520.441	6566.741	68.768
301	4	4499.711	6751.162	79.721
401	3	5896.149	65897.656	79.257
201	4	6122.568	66122.564	78.694

PHI= 10358 OMEGA= 100000 KAPPA= 300.10.40

LAMDA= 7.920795 COLEFQ= 1.000000 COFFY=-1.000000

UACITI
/2

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA APROXIMACIJA " TOLINE NADNEZIVANJA POCCU PUPPCONIH DUZINA

STRIP NO	46	YF	XF	H
MODEL NO	557/ 579			
116	4.855,734	6.7942,234	18.776	
	- .047	- .047	1.015	
117	4.677,646	6.5929,135	18.137	
	.26	.21	.19	
118	4.608,433	6.5966,717	18.612	
	- .11	- .23	- .156	
321	4.419,717	6.5712,499	19.732	
	- .11	.17	.11	
421	3.9576,749	6.1809,475	19.718	
	.3	- .16	.61	
252	4.225,714	6.6122,475	19.741	
	.46	- .29	.50	
39	4.120,419	6.6402,355	17.817	
119	4.621,767	6.6753,112	16.764	
121	4.71,117	6.6897,112	16.327	
121	4.564,736	6.6811,731	16.119	
412	3.9983,113	6.6814,272	15.949	
243	4.1487,349	6.6689,567	16.815	

PHI= -0.09349 OMEGA= 0.76114 KAPPA= -9.1942

LAMDA= 7.882636 DELTA= 1.11111 COEFY=-1.0

0A217I

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA ACPOTRIANGULACIJA METODOM NADVEZIVANJA PO POCETI POPRECNIM DUZINA

STRIP NO MODEL NO	46. 559/ 561	YF	XF	H
119		4 681.361	6 6753.184	16.472
		- .016		16.115
120		4 67 .139	6 6847. 4	16.315
		. 2	. 22	- . 12
121		4 564.9 7	6 6869.6 5	16.145
		- . 29	. 54	. 26
402		39503.137	6 6814.173	15.882
		. 24	- . 47	- . 66
243		41437.357	6 6610.531	16.758
		. 09	- . 37	- . 57
242		4 111.951	6 7609.011	16.483
240		39992.839	6 7716.736	15.754
41		4 12 .119	6 7226. 47	15.178
122		4 726.695	6 7539.225	15.315
123		4 62 .655	6 7555.366	15.041
124		4 617.628	6 7521.1 1	15.228

PHI= 1.17872 OMEGA= 0.29001 KAPPA= 200.35071

LAMBDA= 7.884915 CDEFQ= 1. CDEFY=-1.1

0A2171

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA AEROTRIANGULACIJA METODOM NADVEZIVANJA POCCU POPRECNIH DUZINA

STRIP NO	46	Y_F	X_F	H
MODEL NO	561/	563-		
122	41726.716	617538.198	15.229	
	.121	- .27	.14	
123	41640.722	617555.354	15.213	
	.67	0.027	-0.027	
124	41667.611	617523.069	15.238	
	.05	0.022	.12	
242	41555.917	617619.021	16.583	
	-0.034	0.011	0.000	
240	39992.920	607716.758	15.758	
	- .014	0.022	0.004	
202	41512.564	617597.849	16.942	
239	41587.897	618506.949	17.319	
237	39912.721	608475.442	16.259	
41	41120.318	618028.289	16.882	
125	41716.026	618516.631	16.843	
126	40712.777	608517.491	16.511	
127	41719.526	618511.250	16.866	

PHI= 0.06767 CDEGA= - .2877 KAPPA= -99.5615

LAMBDA= 7.946798 CDEFG= 1.000000 CDEFF=-1.

CA2171

// JOB , LISTANJE
 IASSI 071042
 // EXEC ABSOR

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA AEROTRIANGULACIJA METODOM NADVIZIVANJA PEFCOL PUPKONIH DIZINA

STRIP NO	400	XF	XF	H
MODEL NO	563/	565		
125	41716.737	0.161	612516.631	16.817
126	4111.574	.97	618517.572	16.827
127	4179.592	.56	618510.273	16.870
239	41587.744	-0.153	618516.511	17.109
237	39912.553	-0.162	618475.385	16.859
203	41110.732		61821.596	18.569
234	41623.744		619419.361	16.489
42	41112.799		618753.568	17.615
43	41111.151		619613.859	16.597
236	39320.862		619365.741	19.577
128	41692.764		619194.385	19.690
129	41682.132		619415.709	19.568
130	41715.836		619382.627	19.755

PHI= 3.71937 OMLCA= 1.037816 KAPPA=-100.25132

LAMDA= 7.977744 ODLFQ= 1.037816 ODLFY=-1.0

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA AEROTRIANGULACIJA METODOM NADOVEZIVANJA POKOČI, POPREČNIH SUZINA

STRIP NO	46	XF	H
MODEL NO	565/ 567		
128	4 692.881 0.117	609394.416 0.031	19.784 0.094
129	4 682.171 1.039	619408.600 -0.119	19.658 0.193
130	4 711.378 0.142	609382.670 0.043	19.724 -0.131
234	41623.450 -0.194	609419.320 0.019	00.415 -0.074
43	4 722.140 0.009	6096 3.844 -0.014	00.988 -0.009
236	39629.748 -0.124	6 9365.771 0.030	19.523 -0.074
208	41506.913	619609.839	01.668
209	41506.606	611405.986	04.852
44	40029.631	610352.865	04.145
131	40641.485	610226.023	02.966
132	40674.606	610295.091	03.361
133	40686.509	610209.745	03.376

PHI= 0.27236 CMECA= -0.67853 KAPPA=-100.08937

LAMBDA= 7.974906 CDEFX= 1.000000 CDEFY=-1.0

04217E

ABSOLUTE ORIENTATION

ANALITICKA AEROTRIANCULACIJA METODOM NADOVEZIVANJA PO POCU FOTOCENIH DUZINA

STRIP NO	46. YF	Xf	H
MODEL NO 547/ 349			
131	41641.586 .171	61226.132 .009	02.970 0.14
132	41674.697 .91	610295.101 .017	03.375 0.14
133	41686.288 -0.121	610308.789 0.044	03.349 -0.027
209	41516.662 -0.024	611415.949 -0.037	04.856 0.004
44	40009.584 -0.047	610312.839 -0.126	04.150 0.005
45	41541.630	611206.973	08.869
210	41516.822	611201.580	09.396

PHI= -0.86230 OMEGA= 0.17809 KAPPA= 301.97083

LAMBDA= 7.957234 CDEFX= 1.000000 CDEFY=-1.0

042171

KOEFICIJENTI KOREKCIONOG POLINOMA

UFRICKI EKSTONIA TRANSFORMACIJA

FAKTORI (ISPRD FAKTORA JE UPISA INDEKS NEPOZITAN)

1	1	1.000000	2	1.000000	3	1.000000	4	1.000000	5	0.000000
2	1	1.000000	2	1.110000	3	1.000000	4	0.000000	5	0.000000
3	1	1.000000	2	3.173000	3	1.000000	4	31.905941	5	0.000000
4	1	1.000000	2	3.191000	3	10.112481	4	32.422302	5	4.000000
5	1	1.000000	2	4.800000	3	24.000000	4	110.592010	5	0.000000
6	1	1.000000	2	4.751000	3	22.577002	4	103.176005	5	6.051171
7	1	1.000000	2	6.423000	3	41.734936	4	264.980408	5	0.000000
8	1	1.000000	2	9.548000	3	91.164306	4	870.436891	5	0.000000
9	1	1.000000	2	9.620001	3	92.198410	4	885.289186	5	14.499021
10	6	1.000000	7	1.000000	8	1.000000	9	1.000000	10	0.000000
11	6	1.000000	7	1.110000	8	1.000000	9	1.000000	10	0.000000
12	6	1.000000	7	3.173000	8	1.000000	9	0.000000	10	0.000000
13	6	1.000000	7	3.191000	8	10.112481	9	1.530000	10	9.764461
14	6	1.000000	7	4.800000	8	24.000000	9	0.000000	10	0.000000
15	6	1.000000	7	4.751000	8	22.577002	9	1.410000	10	12.007342
16	6	1.000000	7	6.423000	8	41.734936	9	0.000000	10	0.000000
17	6	1.000000	7	9.548000	8	91.164306	9	0.000000	10	0.000000
18	6	1.000000	7	9.620001	8	92.198410	9	1.510000	10	28.993003

1972

ENERGIJSKA KONVERZIJA I TRANSFORMACIJA

18=ROUJ KAPITALI I FONDATI

18=ROUJ FONDATI

0=ROUJ ATIF I IZISA I PRIF. IZIRAJA I IZ

1	V=	7.1788	F=	1.0000	F=	0.0000
2	V=	13.1483	P=	1.0000	F=	6.0000
3	V=	-50.1328	F=	1.0000	F=	-143.0000
4	V=	15.2458	F=	1.0000	F=	-26.0000
5	V=	5.2458	F=	1.0000	F=	-167.0000
6	V=	4.2002	P=	1.0000	F=	-90.0000
7	V=	4.4682	P=	1.0000	F=	-270.0000
8	V=	6.5018	F=	1.0000	F=	-530.0000
9	V=	-7.0000	P=	1.0000	F=	-295.0000
10	V=	-20.4088	F=	1.0000	F=	0.0000
11	V=	4.8418	F=	1.0000	F=	5.0000
12	V=	21.9908	F=	1.0000	F=	-34.0000
13	V=	41.1707	F=	1.0000	F=	-77.0000
14	V=	-28.9921	F=	1.0000	F=	-152.0000
15	V=	-14.1872	F=	1.0000	F=	-217.0000
16	V=	-14.9340	F=	1.0000	F=	-252.0000
17	V=	17.5000	F=	1.0000	F=	-497.0000
18	V=	-6.0000	F=	1.0000	F=	-669.0000

27.1027=ROUJ I V. DRATSKA I IZIRAJA I IZ
 7204.454=SOJA KVAOTATA POPRAVKA
 2.7.

STATISTIČKA PROSTORNA TRANSEKCIJA

1=PROJ. PRETH. ULEVENATA
 2=PROJ. PROZATIH
 3=PROZATIFILI I IISAJE PROJ. ITRAJA /U

I	X	X
1	7.17:94	18.0712
2	13.52220	8.0124
3	4.21244	1.4621
4	0.01277	0.1050
5	-10.93090	2.2268
6	-20.41270	19.7819
7	7.02267	8.7879
8	5.01258	0.0418

D.7.

UČENJE I PRAKSA U VEŠTAČENJU

1. PRAKSA (1. SEMESTAR) (1. SEMESTAR) (1. SEMESTAR) (1. SEMESTAR)

1	1	1.1.1.1.1	2	1.1.1.1.2	3	1.1.1.1.3	4	1.1.1.1.4	5	1.1.1.1.5
2	1	1.1.1.1.6	2	1.1.1.1.7	3	1.1.1.1.8	4	1.1.1.1.9	5	1.1.1.1.10
3	1	1.1.1.1.11	2	1.1.1.1.12	3	1.1.1.1.13	4	1.1.1.1.14	5	1.1.1.1.15
4	1	1.1.1.1.16	2	1.1.1.1.17	3	1.1.1.1.18	4	1.1.1.1.19	5	1.1.1.1.20
5	1	1.1.1.1.21	2	1.1.1.1.22	3	1.1.1.1.23	4	1.1.1.1.24	5	1.1.1.1.25
6	1	1.1.1.1.26	2	1.1.1.1.27	3	1.1.1.1.28	4	1.1.1.1.29	5	1.1.1.1.30
7	1	1.1.1.1.31	2	1.1.1.1.32	3	1.1.1.1.33	4	1.1.1.1.34	5	1.1.1.1.35

1.2.

ELEKTRONSKI PROJEKT IZ OBLASTI ELEKTROTEHNIKE

IZ OBLASTI ELEKTROTEHNIKE

IZ OBLASTI ELEKTROTEHNIKE

ELEKTRONSKI PROJEKT IZ OBLASTI ELEKTROTEHNIKE

1	$V_1 = 27,6300$	$I_1 = 1,0000$	$P_1 = -19,000$
2	$V_2 = -29,8322$	$I_2 = 1,0000$	$P_2 = -55,000$
3	$V_3 = -1,1000$	$I_3 = 1,0000$	$P_3 = 76,000$
4	$V_4 = 1,2302$	$I_4 = 1,0000$	$P_4 = 281,000$
5	$V_5 = 5,1000$	$I_5 = 1,0000$	$P_5 = 621,000$
6	$V_6 = -74,9149$	$I_6 = 1,0000$	$P_6 = 361,000$
7	$V_7 = 85,1302$	$I_7 = 1,0000$	$P_7 = 612,000$

100,0000 = SNAGA IZ OBLASTI ELEKTROTEHNIKE
 22329,756 = SNAGA KVADRATA POPRAVKA

P.2.

UČEŠĆE POSREDOVANJE TRANSFORMACIJA

ZEMLJOPOSREDOVANJE

POSREDOVANJE

UČEŠĆE POSREDOVANJE POSREDOVANJE

I	A	B
1	48.47.45	104.43.43
2	30.45.25	70.00.44
3	27.19.21	10.48.55
4	23.41.97	24.42.55
5	17.16.96	90.15.46

(4.7.7)

DEFINITIVNE KOORDINATE
(izjednačenje metodom polinoma)

REN 440, 17JEDNACEJUF METODOM POLIMOM

X = 60000.0000 Y = 19900.0000 H = 75.0000
 -0.7178647 01 -0.1352237 02 -0.430864F 01 0.127709F-01 0.109318E-02
 0.200077 02 -0.782267E 01 -0.501356E 01 -0.135223F 02 -0.430864E 01
 -0.45785E 02 -0.194592E 02 -0.231972F 02 0.396596E 01

	X	Y	H	FT	VX	VY	VH
T 32	60090.0067	39008.474	84.026	0.00	-7.19	20.45	-95.03
T 32	601303.752	40007.219	83.851	0.00	-13.69	12.27	-97.43
T 31	601164.087	40729.066	82.669	0.00	-9.02	4.32	-35.51
T 182	601596.237	41502.710	83.762	0.00	-7.60	-19.62	-15.00
T 182	601410.074	41494.939	84.160	0.00	-7.14	.12	-19.45
V 101	601539.256	40622.111	82.950	0.00	-14.33	-1.69	-34.12
V 102	601549.499	40610.460	83.290	0.00	-15.45	1.54	-30.47
V 103	601671.754	40552.817	82.438	0.00	-16.87	-1.86	-32.07
T 24	602419.241	40062.424	83.428	0.00	-39.94	-5.41	-10.27
T 184	602302.065	41493.268	83.417	0.00	-13.39	-45.54	10.10
V 104	602307.143	40664.039	84.392	0.00	-22.75	-25.79	5.32
V 105	602409.420	40651.752	83.850	0.00	-28.41	-23.12	-0.72
V 106	602316.344	40582.570	83.787	0.00	-27.70	-18.88	-7.73
T 25	602178.242	40008.259	84.808	0.00	-63.07	-27.01	37.21
T 185	602106.524	41501.041	85.667	0.00	-24.38	-78.16	00.97
V 107	602206.450	40663.258	84.190	0.00	-49.21	-53.79	68.96
V 108	602260.073	40643.885	84.179	0.00	-49.02	-52.09	07.02
V 109	602205.448	40668.028	84.137	0.00	-48.79	-52.54	00.03
T 36	602372.821	40019.114	84.619	0.00	-92.09	-25.97	127.34
T 192	602301.127	41519.707	83.736	0.00	-40.40	-118.23	174.26
V 110	602269.110	40688.044	84.044	0.00	-75.93	-97.22	180.22
V 111	602201.821	40619.729	83.251	0.00	-81.98	-94.90	167.72
V 112	602291.953	40589.432	83.213	0.00	-83.50	-94.07	100.31
T 37	602456.030	40004.390	84.789	0.00	-131.48	-94.42	258.01
T 194	602776.616	41470.525	85.060	0.00	-63.00	-160.63	293.37
V 113	602502.025	40622.534	84.582	0.00	-108.79	-130.82	280.03
V 114	602491.111	40626.703	84.597	0.00	-109.41	-131.97	302.34
V 115	602447.471	40613.597	84.626	0.00	-108.18	-128.92	294.18
T 38	602500.272	40000.378	83.953	0.00	-169.43	-139.21	296.31
T 200	602121.274	41322.287	84.311	0.00	-121.57	-242.33	222.66
T 195	602550.084	41411.328	84.569	0.00	-93.42	-207.31	437.52
V 116	602441.218	40651.892	83.799	0.00	-151.62	-190.62	472.08
V 117	602927.613	40647.736	83.726	0.00	-151.18	-189.49	482.22
V 118	602966.105	40666.506	83.672	0.00	-151.98	-193.03	495.25
T 29	602400.187	40004.602	83.250	0.00	-214.91	-181.59	274.13
V 119	602753.156	40673.879	83.309	0.00	-192.69	-248.42	682.14
V 120	602408.031	40697.534	83.598	0.00	-192.57	-260.37	727.75
V 121	602406.744	40562.471	83.120	0.00	-203.46	-244.96	696.84
T 242	602658.143	41424.429	83.822	0.00	-140.48	-292.40	733.68
T 40	602222.257	39999.943	83.750	0.00	-267.74	-237.54	787.31
V 242	602767.205	41552.107	86.406	0.00	-181.10	-322.62	902.32
V 240	602713.723	39990.104	85.053	0.00	-302.40	-273.56	922.04
V 122	602832.886	40723.522	84.404	0.00	-235.56	-312.23	922.27
V 123	602552.934	40617.625	84.321	0.00	-244.64	-306.28	900.65
V 124	602520.708	40694.535	84.257	0.00	-237.69	-308.42	904.00
T 41	602025.047	39992.829	87.145	0.00	-324.22	-298.90	1026.37
T 201	602028.190	41313.977	85.245	0.00	-178.41	-323.60	000.00
T 202	602008.224	41498.466	87.801	0.00	-203.96	-409.72	1085.83
V 125	602502.628	40710.751	89.001	0.00	-300.22	-395.53	1217.10
V 126	602504.526	40709.972	88.991	0.00	-299.61	-395.31	1217.22

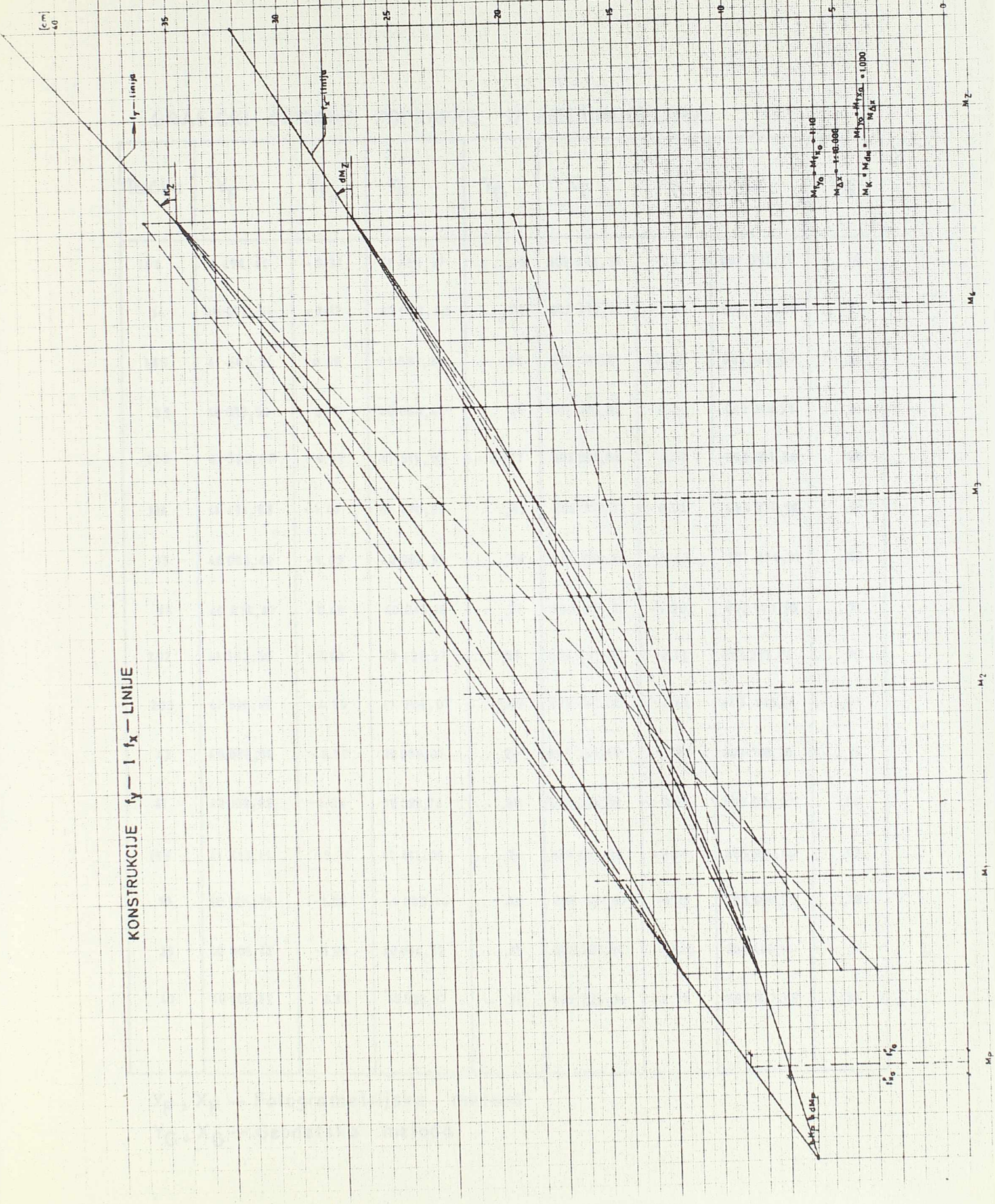
REFLECTIVITY POLYMER

$\mu = 1.5$
 $\mu_0 = 75.000$
 $\mu_1 = 1.1777$
 $\mu_2 = 1.3523$
 $\mu_3 = 1.5269$
 $\mu_4 = 1.7015$
 $\mu_5 = 1.8761$
 $\mu_6 = 2.0507$
 $\mu_7 = 2.2253$
 $\mu_8 = 2.4000$
 $\mu_9 = 2.5746$
 $\mu_{10} = 2.7492$
 $\mu_{11} = 2.9238$
 $\mu_{12} = 3.0984$
 $\mu_{13} = 3.2730$
 $\mu_{14} = 3.4476$
 $\mu_{15} = 3.6222$
 $\mu_{16} = 3.7968$
 $\mu_{17} = 3.9714$
 $\mu_{18} = 4.1460$
 $\mu_{19} = 4.3206$
 $\mu_{20} = 4.4952$
 $\mu_{21} = 4.6698$
 $\mu_{22} = 4.8444$
 $\mu_{23} = 5.0190$
 $\mu_{24} = 5.1936$
 $\mu_{25} = 5.3682$
 $\mu_{26} = 5.5428$
 $\mu_{27} = 5.7174$
 $\mu_{28} = 5.8920$
 $\mu_{29} = 6.0666$
 $\mu_{30} = 6.2412$
 $\mu_{31} = 6.4158$
 $\mu_{32} = 6.5904$
 $\mu_{33} = 6.7650$
 $\mu_{34} = 6.9396$
 $\mu_{35} = 7.1142$
 $\mu_{36} = 7.2888$
 $\mu_{37} = 7.4634$
 $\mu_{38} = 7.6380$
 $\mu_{39} = 7.8126$
 $\mu_{40} = 7.9872$
 $\mu_{41} = 8.1618$
 $\mu_{42} = 8.3364$
 $\mu_{43} = 8.5110$
 $\mu_{44} = 8.6856$
 $\mu_{45} = 8.8602$
 $\mu_{46} = 9.0348$
 $\mu_{47} = 9.2094$
 $\mu_{48} = 9.3840$
 $\mu_{49} = 9.5586$
 $\mu_{50} = 9.7332$
 $\mu_{51} = 9.9078$
 $\mu_{52} = 10.0824$
 $\mu_{53} = 10.2570$
 $\mu_{54} = 10.4316$
 $\mu_{55} = 10.6062$
 $\mu_{56} = 10.7808$
 $\mu_{57} = 10.9554$
 $\mu_{58} = 11.1300$
 $\mu_{59} = 11.3046$
 $\mu_{60} = 11.4792$
 $\mu_{61} = 11.6538$
 $\mu_{62} = 11.8284$
 $\mu_{63} = 12.0030$
 $\mu_{64} = 12.1776$
 $\mu_{65} = 12.3522$
 $\mu_{66} = 12.5268$
 $\mu_{67} = 12.7014$
 $\mu_{68} = 12.8760$
 $\mu_{69} = 13.0506$
 $\mu_{70} = 13.2252$
 $\mu_{71} = 13.4000$
 $\mu_{72} = 13.5746$
 $\mu_{73} = 13.7492$
 $\mu_{74} = 13.9238$
 $\mu_{75} = 14.0984$
 $\mu_{76} = 14.2730$
 $\mu_{77} = 14.4476$
 $\mu_{78} = 14.6222$
 $\mu_{79} = 14.7968$
 $\mu_{80} = 14.9714$
 $\mu_{81} = 15.1460$
 $\mu_{82} = 15.3206$
 $\mu_{83} = 15.4952$
 $\mu_{84} = 15.6698$
 $\mu_{85} = 15.8444$
 $\mu_{86} = 16.0190$
 $\mu_{87} = 16.1936$
 $\mu_{88} = 16.3682$
 $\mu_{89} = 16.5428$
 $\mu_{90} = 16.7174$
 $\mu_{91} = 16.8920$
 $\mu_{92} = 17.0666$
 $\mu_{93} = 17.2412$
 $\mu_{94} = 17.4158$
 $\mu_{95} = 17.5904$
 $\mu_{96} = 17.7650$
 $\mu_{97} = 17.9396$
 $\mu_{98} = 18.1142$
 $\mu_{99} = 18.2888$
 $\mu_{100} = 18.4634$

T	X	Y	Z	ET	VX	VY	VH	
V	127	60367.253	41507.011	99.46	0.00	-301.04	-305.33	1210.00
V	239	60394.457	41523.169	99.900	0.00	-226.86	-465.19	1259.19
V	237	60371.750	41505.760	97.89	0.00	-366.35	-327.80	1167.40
T	42	60740.709	40900.166	90.422	0.00	-392.93	-305.20	1201.74
T	62	60770.764	40910.740	96.418	0.00	-443.56	-429.00	1200.61
V	234	603716.403	41617.909	96.309	0.00	-291.75	-562.71	1294.61
T	218	60319.557	41500.000	92.227	0.00	-252.92	-490.30	1305.00
V	124	60300.706	40699.197	95.106	0.00	-377.51	-479.50	1230.00
V	124	60304.950	40670.361	95.000	0.00	-369.52	-479.00	1241.07
V	130	60379.004	40700.712	96.70	0.00	-369.41	-478.44	1229.00
V	226	60361.206	40700.002	94.359	0.00	-446.11	-400.27	1401.51
T	228	60360.670	41501.101	98.290	0.00	-305.90	-513.10	1603.00
T	200	61342.324	41500.041	104.778	0.00	-364.08	-663.22	1702.40
T	44	61307.709	41300.002	102.024	0.00	-514.28	-511.44	1400.00
V	131	61221.632	40539.002	101.646	0.00	-437.63	-560.32	1607.87
V	132	61200.676	40668.042	102.356	0.00	-442.03	-571.96	1800.00
V	133	61204.347	4068.712	102.419	0.00	-441.96	-573.57	1900.00
T	45	61121.000	40000.000	111.542	0.00	-594.28	-609.13	2207.33
T	210	61127.308	41000.000	110.006	0.00	-427.16	-759.66	2301.00

BRAUMOVA METODA GRAFIČKOG
IZJEDNAČENJA AEROPOLIGONIRANOG NIZA

KONSTRUKCIJE f_y I f_x - LINIJE



$$M_{f_{y0}} = M_{f_{z0}} = 1.000$$

$$M_{\Delta Z} = 1.000$$

$$M_K = M_{dM} = \frac{M_{f_{y0}} - M_{f_{z0}}}{M_{\Delta Z}} = 1.000$$

$f_{y0} \quad f_{z0}$

dM_Z

GRAFIČKI OČITANE POPRAVKE U MEĐUMODELIMA

Tačka	Y_F	V_{Y_F}	Y'_F	Y_G	X_F	V_{X_F}	X'_F	X_G
184	41 494,44	-0.34	41 494,10	.....,36	602 392,24	+ 0.03	602 392,27	.....,15
34	40 002,51	+0.12	40 002,63	.....,53	602 413,71	-0.35	602 413,36	.....,33
185	41 501,84	-0.56	41 501,28	.....,36	603 186,81	-0.24	603 186,57	.....,64
35	40 008,55	-0.10	40 008,45	.....,45	603 178,97	-0.62	603 178,37	.....,31
183	41 520,89	-0.93	41 519,96	....20,12	603 991,54	-0.20	603 991,34	.....,28
194	41 471,69	-1.47	41 470,22	.....,05	604 777,23	-0.43	604 776,80	.....,52
37	40 005,41	-1.03	40 004,38	.....,24	604 858,24	-1.43	604 856,81	.....,82
36	40 019,67	-0.49	40 019,18	.....,30	603 974,75	-1.20	603 973,55	.....,71
202	41 502,56	-3.99	41 498,57	.....,59	607 997,85	-2.11	607 995,74	.....,79
203	41 510,76	-4.69	41 506,07	....5,89	608 821,09	-2.53	608 818,56	.....,57
42	40 002,80	-3.79	39 999,01	.....,20	608 793,57	-3.79	608 789,78	.....,71
41	40 002,82	-3.09	39 999,73	.....,80	608 026,29	-3.37	608 024,92	.....,92
195	41 413,41	-2.36	41 411,05	.....,24	605 551,92	-0.78	605 551,14	.....,02
38	40 001,71	-1.55	41 000,16	.....,09	605 601,97	-1.72	605 600,25	.....,30
39	40 006,42	-1.90	40 004,52	.....,35	606 402,34	-2.20	606 400,14	.....,16
40	40 002,32	-2.35	39 999,97	.....,80	607 226,04	-2.55	607 223,49	.....,34

Y_F, X_F — Fotogrametrijska metoda

Y_G, X_G — Geodetska metoda

POČETNI MODEL

Tačka	Y_i^F	X_i^F	Y_i^G	X_i^G
1	41520.090	3991.540	41520.120	3991.290
2	41471.690	4777.230	41470.050	4776.520
3	40005.410	4058.240	40004.240	4056.820
4	40019.670	3974.750	40019.320	3973.710
	dM_P	K_P	$f_{y_0}^P$	$f_{x_0}^P$
	0.0003451	-0.0006232	0.0025439	0.8574905

ZAVRŠNI MODEL

1	41502.560	7997.850	41498.590	7995.790		
2	41510.760	8821.090	41505.890	8818.570		
3	40002.920	8028.290	39999.800	8024.920		
4	40002.800	8793.570	39999.200	8789.710		
	dM_Z	K_Z	$f_{y_0}^Z$	$f_{x_0}^Z$		
	0.0007092	-0.0008921	3.8648682	2.9524994		
	$f_{y_0}^{P_i}$	$f_{y_0}^{P_d}$	$f_{y_0}^{Z_i}$	$f_{y_0}^{Z_d}$	R_P	R_Z
	0.71770	1.24738	3.40573	4.24400	0.11964	-0.79474
	1.51222	2.04190	2.57158	3.10126	$f_{y_0}^{P_i}$	
	1.51020	2.06503	2.62541	3.19697	$f_{y_0}^{P_i'}$	
	0.43178	1.59005	2.34032	3.10660	$f_{y_0}^{Z_i}$	
	1.46757	1.94768	2.50727	3.14633	$f_{y_0}^{Z_i'}$	
	1.50133	2.00676	2.56634	3.16321	$f_{y_0}^{Z_i''}$	
	1.75527	2.25824	2.87444	3.45198	$f_{y_0}^{Z_i''d}$	
	-0.00060	-0.00059	-0.00072	-0.00072	K_i	
	$f_{x_0}^{P_i}$	$f_{x_0}^{P_d}$	$f_{x_0}^{Z_i}$	$f_{x_0}^{Z_d}$	R_{1P}	R_{1Z}
	0.71084	1.00414	2.65110	3.25390	0.47373	-0.76427
	1.15000	1.44410	1.73741	2.03072	$f_{x_0}^{P_i}$	

1.17448	1.53885	1.95059	2.40970
0.54128	1.14408	1.74689	2.34969
1.15269	1.48800	1.89974	2.38791
1.16722	1.51343	1.92516	2.39517
1.33030	1.69656	2.15377	2.63657
0.00038	0.00043	0.00054	0.00059

φ_i'
 f_{x_0}

Z_i
 f_{x_0}

Z_i'
 f_{x_0}

$f_{x_0}^i$

$f_{x_0}^{i,d}$

dM_i

MEDUMODELI

	Y_i^F	X_i^F
1	41413.410	5551.920
2	40001.710	5601.970
3	41471.690	4777.230
4	40005.410	4858.240

	$V_{Y_i}^F$	$V_{X_i}^F$
1	-2.054	-1.220
2	-1.226	-0.649
3	-1.787	-1.705
4	-0.942	-1.094

1	40006.420	6402.340
2	40001.710	5601.970
3	41413.410	5551.920

1	-1.967	-0.986
2	-1.620	-1.458
3	-2.433	-2.096

1	40002.320	7226.040
2	40002.820	8028.290
3	41502.560	7997.850

1	-2.496	-2.480
2	-2.966	-1.903
3	-4.027	-2.803

POPRAVKE MERENIH VELIČINA
(metoda nezavisnih modela primenom
povezane Helmertove transformacije)

TABELA 1.

TAČKA	VARIJANTE															
	I Ia12b		II Ia6b		III Ia4b		IV Ia2b		Id Ia12b		IIId Ia6b		Id-IIId Ia6b		IIId Ia4b	
	V_{yi} [μm]	V_{xi} [μm]	V_{yi}	V_{xi}	V_{yi}	V_{xi}	V_{yi}	V_{xi}	V_y	V_x	V_y	V_x	V_y	V_x	V_y	V_x
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	38	5	27	33	2	16	7	10	42	7	36	35	41	4	7	19
33	47	16	40	37	31	32	41	28	48	14	50	39	51	17	44	35
1	15	24	9	16	19	9	19	9	15	25	9	15	15	23	19	6
103	41	13	17	1	29	26	41	31	42	11	28	2	44	14	42	28
102	47	10	13	11	16	33	27	40	51	8	22	8	49	11	25	37
34	85	36	89	4	93	16	102	9	84	8	84	6	83	6	87	19
2	86	18	79	23	89	33	86	39	86	16	79	25	86	18	89	35
104	8	6	4	6	22	0	36	2	6	8	9	4	6	5	16	2
35	72	16	84	15	101	43	99	60	68	14	81	16	71	17	99	45
3	56	11	49	6	56	4	49	17	57	12	49	5	57	10	57	7
105	24	0	21	13	63	1	44	8	20	2	18	14	23	1	61	4
36	21	7	41	4	74	40	82	43	15	5	40	3	22	8	83	45
4	28	11	38	13	29	24	51	39	27	9	38	14	29	12	17	24
193	59	13	65	14	120	15	127	4	52	14	64	15	59	12	118	12
37	76	21	106	6	54	18	105	8	66	20	106	5	78	22	59	11
5	82	4	56	1	63	8	29	18	63	5	56	0	62	3	64	4
194	22	12	36	29	4	13	23	50	12	15	37	30	24	11	9	13
38	45	22	88	17	40	22	124	40	32	20	91	15	48	23	52	21
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	1
195	53	17	74	39	45	18	26	115	41	20	77	41	57	16	48	8
39	62	24	61	31	75	13	48	43	73	21	59	33	60	25	79	9
10	25	3	23	3	30	8	36	15	26	6	23	2	25	1	27	4
200	46	16	45	24	50	19	55	1	55	14	44	23	44	16	48	15
40	68	21	66	27	102	17	84	61	75	19	67	29	67	22	100	8
11	49	14	50	13	48	16	63	30	49	12	50	15	48	14	46	13
201	28	30	24	37	59	7	64	33	35	32	25	36	27	29	50	8
41	81	65	77	70	86	68	84	115	85	63	81	72	82	65	84	65
12	70	47	70	47	73	57	82	34	70	49	70	45	70	46	71	59
202	19	12	15	20	35	38	55	45	24	14	19	18	20	11	28	41
42	61	43	36	48	27	48	52	124	42	40	42	50	43	44	22	39
203	49	37	44	44	49	74	104	88	51	40	51	42	51	36	37	74
43	60	39	56	45	34	58	8	19	60	38	64	47	64	40	26	58
204	35	45	30	52	15	84	27	88	35	47	38	50	39	45	21	91
7	34	11	34	10	41	0	58	14	34	9	34	12	34	12	43	3
44	42	63	36	69	4	87	54	73	39	62	31	70	40	64	4	84
8	1	18	1	18	2	27	12	34	1	20	0	17	1	17	1	28
209	52	41	46	47	16	87	11	103	49	42	39	45	50	40	18	91
45	45	57	38	62	0	0	0	0	39	55	35	64	44	38	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	54	52	46	58	0	0	0	0	47	54	43	56	53	51	0	1

LEGENDA: orijentaciona tačka

TABELA 2.

UPOREĐENJE DUŽINA PREKO POPRAVAKA V_{y_i}					
MODEL	DUŽINE (iz popravlj. mod. koord.)	VARIJANTE			
		I Δ $V_{y_{ig}} - V_{y_{id}}$	Id [μm]	II [μm]	Id-II [μm]
I	182-32	+0,085	+0,093	+0,040	+0,100
	183-33	-0,088	-0,090	-0,057	-0,095
II	183-33	+0,088	+0,090	+0,057	+0,082
	184-34	-0,093	-0,090	-0,085	-0,089
III	184-34	+0,093	+0,090	+0,085	+0,089
	185-35	-0,096	-0,088	-0,105	-0,094
IV	185-35	+0,096	+0,088	+0,105	+0,094
	193-36	-0,080	-0,067	-0,106	-0,081
V	193-36	+0,080	+0,067	+0,106	+0,081
	194-37	-0,090	-0,078	-0,142	-0,102
VI	194-37	+0,090	+0,078	+0,142	+0,102
	195-38	-0,098	-0,073	-0,162	-0,105
VII	195-38	+0,098	+0,125	+0,095	+0,091
	200-39	-0,108	-0,128	-0,106	-0,104
VIII	200-39	+0,108	+0,128	+0,106	+0,104
	201-40	-0,096	-0,110	-0,090	-0,094
IX	201-40	+0,096	+0,110	+0,090	+0,094
	202-41	-0,100	-0,109	-0,092	-0,102
X	202-41	+0,100	+0,109	+0,092	+0,102
	203-42	-0,090	-0,093	-0,080	-0,094
XI	203-42	+0,090	+0,093	+0,080	+0,094
	208-43	-0,095	-0,095	-0,086	-0,103
XII	208-43	+0,095	+0,095	+0,086	+0,089
	209-44	-0,094	-0,088	-0,082	-0,090
XIII	209-44	+0,094	+0,088	+0,082	+0,090
	210-45	-0,099	-0,086	-0,084	-0,097

LEGENDA: orientacione tačke |||
poprečne dužine

SREDNJE POGREŠKE KOORDINATA IZ
IZJEDNAČENJA
(metoda nezavisnih modela primenom
povezane Helmertove transformacije)

TAČKA	TEORETSKA POLOŽAJNA TAČNOST IZ IZJEDNAČENJA VARIJANTE											
	I i=12b	II i=6b	III i=4b	IV i=2b	Id i=12b		II d i=6b		Id-II d i=6b		III d i=4b	
	m_{x_i, y_i}	m_{x_i, y_i}	m_{x_i, y_i}	m_{x_i, y_i}	m_{x_i}	m_{y_i}	m_{x_i}	m_{y_i}	m_{x_i}	m_{y_i}	m_{x_i}	m_{y_i}
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
182	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	1.27	1.22	1.19	1.11	1.25	1.25	1.21	1.21	1.23	1.23	1.20	1.20
33	1.41	1.27	1.17	0.96	1.39	1.39	1.18	1.25	1.34	1.38	1.14	1.19
1	1.25	1.16	1.08	0.89	1.24	1.23	1.15	1.14	1.22	1.22	1.09	1.09
183	1.46	1.29	1.18	0.96	1.44	1.43	1.20	1.27	1.39	1.42	1.15	1.20
34	2.18	1.66	1.33	—	2.15	2.13	1.64	1.60	2.12	2.12	1.35	1.34
2	1.99	1.56	1.23	0.80	1.96	1.93	1.55	1.49	1.93	1.93	1.26	1.24
184	2.20	1.68	1.34	—	2.16	2.14	1.66	1.61	2.14	2.13	1.36	1.35
35	2.66	1.80	1.16	0.94	2.82	2.78	1.78	1.73	2.78	2.78	1.19	1.18
3	2.73	1.71	1.07	0.87	2.69	2.65	1.70	1.64	2.65	2.65	1.09	1.08
185	2.89	1.81	1.17	0.94	2.85	2.81	1.80	1.75	2.81	2.81	1.19	1.18
36	3.47	1.66	—	—	3.41	3.39	1.65	1.62	3.37	3.37	—	—
4	3.37	1.56	0.84	0.80	3.32	3.29	1.55	1.52	3.28	3.27	0.98	0.98
193	3.50	1.69	—	—	3.45	3.42	1.67	1.65	3.41	3.40	—	—
37	3.99	1.27	1.19	0.95	3.90	3.93	1.26	1.26	3.88	3.87	1.62	1.63
5	3.91	1.16	1.09	0.89	3.85	3.85	1.15	1.14	3.80	3.79	1.36	1.36
194	3.96	1.31	1.18	0.96	3.87	3.90	1.29	1.29	3.85	3.84	1.25	1.27
38	4.23	—	1.35	—	4.07	4.14	—	—	4.09	4.11	1.53	1.57
6	4.26	1.20	1.52	1.13	4.19	4.16	1.19	1.19	4.14	4.14	1.55	1.69
195	4.21	—	1.34	—	4.06	4.13	—	—	4.08	4.09	1.43	1.43
39	4.22	1.33	1.19	0.96	4.14	4.03	1.32	1.31	4.10	4.11	1.25	1.26
10	4.13	1.23	1.08	0.90	4.07	3.92	1.22	1.21	4.01	4.01	1.12	1.13
200	4.24	1.25	1.19	0.95	4.17	4.09	1.24	1.23	4.13	4.13	1.24	1.25
40	3.92	1.79	—	—	3.86	3.67	1.78	1.73	3.81	3.81	—	—
11	3.87	1.65	0.83	0.80	3.81	3.62	1.64	1.58	3.76	3.76	0.85	0.85
201	3.94	1.82	—	—	3.88	3.70	1.80	1.76	3.83	3.83	—	—
41	3.47	2.05	1.17	0.96	3.42	3.24	2.04	1.95	3.38	3.37	1.19	1.19
12	3.33	1.97	1.08	0.89	3.28	3.10	1.95	1.85	3.24	3.23	1.09	1.09
202	3.49	2.06	1.17	0.95	3.44	3.26	2.05	1.95	3.40	3.39	1.16	1.18
42	2.88	2.04	1.33	—	2.83	2.71	2.01	1.93	2.79	2.78	1.35	1.34
203	2.86	2.05	1.34	—	2.81	2.70	2.02	1.94	2.78	2.77	1.27	1.36
43	2.17	1.79	1.17	0.95	2.12	2.08	1.69	1.75	2.06	2.11	1.13	1.18
208	2.18	1.80	1.17	0.95	2.13	2.09	1.69	1.76	2.07	2.11	1.18	1.19
7	2.03	1.69	1.08	0.88	2.00	1.94	1.68	1.64	1.98	1.97	1.09	1.09
44	1.48	1.35	—	—	1.45	1.45	1.32	1.34	1.44	1.44	—	—
8	1.33	1.24	0.84	0.81	1.31	1.29	1.23	1.23	1.29	1.29	0.84	0.84
209	1.47	1.34	—	—	1.44	1.43	1.31	1.33	1.42	1.43	—	—
9	1.23	1.20	1.40	1.37	1.21	1.21	1.19	1.19	1.20	1.19	1.21	1.21
45	—	—	1.54	1.50	—	—	—	—	—	—	1.36	1.36
210	—	—	1.55	1.52	—	—	—	—	—	—	1.35	1.36

* Srednje pogreške koordinata su izražene u jedinicama od m_0
— srednje pogreške jedinice težine.

ODSTUPANJA NA KONTROLNIM TAČKAMA

BROJ TAČKE	METODA AEROPOLIGONA		METODA NEZAVISNIH MODELA PRIMENOM NUMERICKE PROSTORNE TRANSFORMACIJE		METODA NEZAVISNIM MODELIMA PRIMENOM POVEZANE HELMERTOVE TRANSFORMACIJE															
					I i=12b		II i=6b		Id i=12b		IIId i=6b		Id-IIId i=6b		III i=4b		IIId i=4b		IV i=2b	
					[]		[]		[]		[]		[]		[]		[]		[]	
					ΔY_i [m]	ΔX_i [m]	ΔY_i [m]	ΔX_i [m]	ΔY_i [m]	ΔX_i [m]	ΔY_i [m]	ΔX_i [m]	ΔY_i [m]	ΔX_i [m]	ΔY_i [m]	ΔX_i [m]	ΔY_i [m]	ΔX_i [m]	ΔY_i [m]	ΔX_i [m]	$\Delta Y_i$ [m]	$\Delta X_i$ [m]
31			-0.12	-0.03	-0.05	-0.06	-0.03	-0.03	-0.06	-0.06	-0.04	-0.03	-0.05	-0.06	-0.01	-0.06	-0.01	-0.06	-0.02	-0.07
32			0.07	0.21																
102			-0.13	-0.05																
33	-0.19	-0.42	-0.20	0.17	-0.04	0.15	-0.04	0.14	+0.05	0.14	-0.03	0.12	+0.04	0.14	-0.03	0.20	-0.03	0.18	-0.01	0.19
103	-0.08	-0.01	0.03	-0.16	0.16	0.00	0.17	-0.09	0.17	0.01	0.16	-0.07	-0.17	0.01	-0.09	-0.04	0.10	-0.02	-0.11	-0.01
34	-0.21	-0.46	0.07	-0.10	0.12	-0.05	-0.06	-0.13	0.14	-0.03	-0.04	-0.14	-0.12	-0.05	-0.07	0.01	-0.05	0.01		
104	+0.05	-0.26	-0.08	-0.39	0.14	-0.03	0.10	-0.22	0.15	-0.02	0.12	-0.22	-0.14	-0.03	-0.02	-0.07	-0.01	-0.06		
35	-0.16	0.26	0.03	-0.19	0.25	0.09	0.01	-0.09	0.28	0.09	0.03	-0.11	0.25	0.09	-0.02	0.09	-0.01	0.10	0.00	0.10
105	-0.33	-0.31	-0.07	-0.32	0.22	0.01	-0.11	-0.28	0.25	0.01	0.13	-0.28	0.22	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.05	0.02
36	-0.37	-0.08	-0.11	-0.22	0.31	0.13	0.02	-0.14	0.33	0.14	0.03	-0.14	0.30	0.13						
193	-0.09	-0.31	-0.14	0.41	0.18	-0.04	-0.03	-0.39	0.20	-0.05	-0.01	-0.39	0.17	-0.04						
37	-0.31	0.01	0.11	0.15	0.16	0.17	-0.11	-0.18	0.17	-0.19	-0.11	-0.20	0.16	0.16	0.09	0.03	-0.11	0.08	-0.13	-0.10
194	-0.04	0.10	0.10	-0.03	0.40	0.26	0.11	-0.09	0.41	0.24	-0.11	-0.11	0.40	0.27	0.22	0.18	-0.20	0.17	0.20	0.08
38			-0.03	-0.29	0.18	0.38			0.16	0.33			0.18	0.37	-0.06	0.26	-0.03	-0.29		
195			-0.04	0.10	0.37	0.27			0.34	0.23			-0.36	-0.28	-0.12	0.13	-0.03	-0.15		
39	-0.01	0.12	0.03	0.25	0.24	0.21	0.10	-0.07	0.18	0.19	-0.09	0.09	0.24	0.21	-0.01	0.10	-0.03	0.11	0.05	-0.01
40	0.13	0.11	0.02	0.14	0.22	0.08	0.13	-0.12	0.16	0.07	-0.11	-0.12	0.22	0.08						
201	0.18	-0.21			0.40	-0.01	0.18	-0.12	0.33	-0.01	-0.16	-0.12	0.39	-0.01						
41	0.19	-0.08	0.13	0.03	0.35	-0.09	0.30	-0.23	0.29	-0.09	-0.27	-0.23	0.35	-0.09	0.21	-0.11	0.22	-0.11	-0.11	-0.08
202	0.20	0.33	0.02	-0.12	0.43	-0.19	0.27	-0.25	0.37	-0.19	0.25	-0.25	0.42	-0.19	0.16	-0.05	0.17	-0.06	0.12	-0.06
42	-0.21	0.02	0.03	-0.04	0.30	0.03	0.27	-0.06	0.25	0.02	-0.24	-0.07	0.29	0.03	0.24	0.06	0.25	-0.06		
203	-0.04	-0.32	-0.01	-0.03	0.13	-0.21	0.03	-0.22	0.08	-0.19	0.00	-0.21	0.12	-0.20	0.02	0.00	0.03	-0.03		
43	-0.18	0.17	0.26	-0.24	0.22	-0.09	0.21	-0.14	0.19	-0.10	0.20	-0.16	0.22	-0.10	0.23	0.00	0.23	0.02	-0.14	0.08
204	0.30	-0.17	0.25	0.07	0.07	-0.14	-0.02	-0.14	-0.04	-0.13	0.00	-0.11	-0.07	-0.13	0.12	0.06	0.12	0.05	-0.03	0.05
44	0.00	0.02	0.18	-0.21	0.00	-0.10	0.00	-0.12	-0.01	-0.11	0.00	-0.13	0.00	-0.11						
209	0.24	-0.10	0.33	-0.05	-0.17	-0.08	-0.19	-0.08	-0.16	-0.07	-0.19	-0.07	-0.17	-0.08						
45			0.41	-0.31											0.03	0.14	0.04	0.14	0.04	0.13
210			0.62	-0.33											0.01	-0.06	0.01	-0.06	0.01	-0.06

LEGENDA: — orijentaciona tačka



