

## DIGITALNA MJERNA SPRAVA X-PLAN 360iR

Krsto SIMIČIĆ, Ljubimko SIMIČIĆ — Zagreb\*

*SAŽETAK. U ovom radu prikazane su osnovne značajke, način rada i mogućnosti primjene digitalne mjerne sprave X-PLAN 360iR.*

### 1. UVOD

Razvoj mjerne tehnike u geodeziji ima velikog utjecaja i na izradbu novih instrumenata i sprava za mjerenje na planovima i kartama. Proizvođači geodetskih instrumenata i pribora ugrađuju u svoje proizvode potrebne elektroničke i računalne sklopove, sa svrhom jednostavnijeg, bržeg i točnijeg određivanja rezultata mjerenja. Tako su izrađeni digitalni polarni planimetri (Simičić, 1989), a među najnovijim proizvodima su digitalne mjerne sprave tipa PLANIX 5000 (»Riefler«, Simičić, 1989. i 1991) i X-PLAN 360 koji ima nekoliko generacija, a najnovija je X-PLAN 360 iR (»Ushikata«, 1987.a i 1987.b; »Rost«, 1990; Šimičić, 1989. i 1991).

Digitalnom mjernom spravom X-PLAN 360iR obavljaju se ispitivanja, pa će se u ovom radu opisati njene značajke, način rada i mogućnosti primjene, te neki rezultati ispitivanja.

### 2. OPIS MJERNE SPRAVE

#### 1. Mjerni kotačić

Na oba kotačića pričvršćen je dijamantni prsten koji, pri okretanju, čvrsto prijanja na podlogu plana (karte). U jednom kotačiću ugrađen je davač signala za određivanje pomaka (prijedenog puta kotačića).

#### 2. Kućište

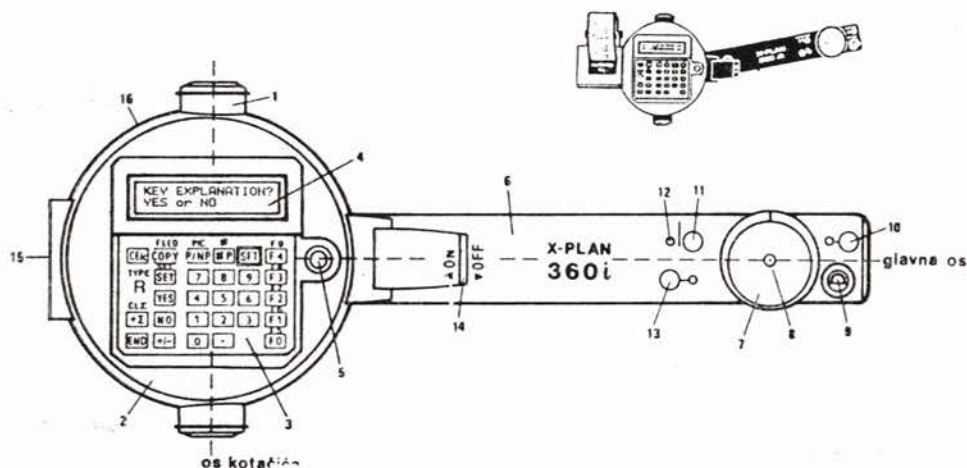
U kućištu su smješteni elektronički i računalni sklopovi.

#### 3. Tastatura

#### 4. Prikazna jedinica (ekran-display)

Na prikaznoj jedinici ispisuju se rezultati mjerenja, a sastoji se od dva retka od po 16 znakovnih mjesta.

\* Doc. dr. Krsto Simičić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Kačićeva 26 i Ljubimko Simičić, dipl. inž. elektrotehnike, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Bijenička cesta 32.



Slika 1. Shematski prikaz digitalne mjerne sprave X-PLAN 360iR

5. Jasnoća prikazne jedinice  
S pomoću prstena prilagođuje se jasnoća prikaza rasvjeti okolice i smjeru gledanja.
6. Obilazni krak  
Zakreće se oko osovine smještene u kućištu. U osovinu je ugrađen davač signala za određivanje kuta zakreta obilaznog kraka.
7. Povećalo
8. Mjerna markica  
Na donjoj plohi povećala označena je točka koja predstavlja mjernu markicu.
9. Okidač (START/POINT)  
Aktiviranje mjernog procesa u startu i na pojedinim točkama.
10. Tipka za kontinuirano obilaženje (CONTINUOUS)
11. Tipka za poništavanje pogrešaka pri mjerenju (CANCEL)
12. Pokazivač spremnosti za rad (READY)  
Aktiviranjem okidača gasi se zeleno svjetlo koje se ponovno pali nakon registriranja podataka mjerenja.
13. Tipka za određivanje elemenata kružnog luka (ARC)
14. Pogonska sklopka (uključenje — isključenje (ON-OFF))  
Mjerna sprava je pripremljena za rad podizanjem pogonske sklopke. Njenim isključenjem fiksira se obilazni krak.
15. Priključak pisača ili vanjskog računala  
Mali termički pisar izravno se priključuje na priključnicu, dok se vanjsko računalo priključuje korištenjem zasebnoga kabela.
16. Priključak na izvor električne energije

Izgled digitalne mjerne sprave X-Plan 360 iR sličan je klasičnom planimetru s kolima (Jordan—Eggert—Kneissl, 1936; Macarol, 1985), ali je princip mjerenja sasvim drugačiji. Naime, sva mjerenja temelje se na određivanju pravokutnih koordinata, s pomoću kojih se u računalu, smještenom u ku-

čištu sprave, računaju vrijednosti potrebnih veličina. Dakle, digitalna mjerna sprava X-PLAN 360iR kombinacija je digitalizatora i računala s ugrađenom programskom podrškom.

### 3. MOGUĆNOSTI PRIMJENE I TEHNIČKI PODACI

Digitalnom mjernom spravom X-PLAN 360iR mogu se odrediti sljedeće veličine na planu, karti, crtežu, fotografiji i sl.: pravokutne koordinate, površina, razmak između pojedinih točaka, ukupna duljina lika, opseg i polumjer kružnog luka. Vrijednosti tih veličina mogu se odrediti i registrirati svaka pojedinačno ili više njih zajedno. Prema potrebi, registriraju se zbroj i aritmetička sredina mjerenih vrijednosti. Mjerenja se obavljaju određivanjem pravokutnih koordinata pojedinačnih točaka (poligonalna metoda) ili kontinuiranim obilaženjem lika (registrira se kontinuirani slijed koordinata točaka).

Koordinatni sustav može biti instrumentalni (interne mehaničke koordinate), standardni (matematičke koordinate) i geodetski. Ishodište i smjer matematičkog i geodetskoga koordinatnog sustava može se slobodno izabrati. Najprikladnije je da jedna os prolazi približno sredinom područja mjerenja (vidi točke 4. i 5).

Prije rada treba izabrati i odrediti mjernu jedinicu u kojoj će se registrirati rezultati mjerenja. Treba odrediti i mjerilo plana (karte), koje može biti jednako u smjeru obiju osi, ali i različito za svaku os. Nazivnik mjerila ne mora biti cijeli broj. Registriranjem neke udaljenosti na planu (kartu) i odgovarajuće teoretske vrijednosti određuje se stvarno mjerilo. To osobito dolazi do izražaja onda kada je nepoznato mjerilo, npr. razni crteži, fotografije i sl. Na isti način može se već pri mjerenju uzeti u obzir deformacija plana (karte), što je posebno praktično pri računanju površina i digitaliziranju starijih planova i karata, u kojih je česta veća deformacija.

Svi podaci pokazuju se na prikaznoj jedinici mjerne sprave, a registriraju se na papirnatu vrpcu pripadajućega termičkog pisača (mini printer 16a). Serijskim asinhronim sučeljem (interface) podudarnim standardu RS232C prenose se rezultati mjerenja na vanjsko računalo za potrebe spremanja i daljnje obrade (»Ushikata«, 1987.b i 1991). Tako spremljeni podaci mogu se oblikovati za raznu programsku opremu, kojom će se obaviti daljnja obrada, npr. izradba plana (karte) u bilo kojem mjerilu, grafikona i sl.

Iz ovoga prikaza zaključuje se da digitalna mjerna sprava X-PLAN 360iR ima vrlo velike mogućnosti. Za geodetske stručnjake je najvažnije računanje površina te digitaliziranje planova i karata. Zbog deformacija postojećih planova i karata digitaliziranje se mora obaviti u manjim dijelovima (nekoliko decimetarskih kvadrata ili čak i manje), pa je ova mjerna sprava vrlo praktična i točna za ovu vrst radova, koji se danas u većoj mjeri obavljaju.

Područje mjerenja je, prema podacima proizvođača, 38 cm × 100 m. Pomak obilaznoga kraka iz jednog u drugi krajnji položaj određuje područje mjerenja u smjeru okomitom na smjer kretanja mjerne sprave. To područje je 38 cm, odnosno približno 115°, duljina obilaznoga kraka je približno 225 mm. Mjerna sprava kreće se u smjeru okomitom na osovinu kotačića do duljine 100 m, što je za mjerenja na planovima i kartama velika udaljenost.

Razdvajanje (podatak-rezolucija) mjerne sprave u smjeru obiju osi je 0,05 mm, a točnost mjerenja 0,1‰.

Pogon za rad digitalne mjerne sprave X-PLAN 360iR dolazi iz ugrađene NiCd baterije, s kojom se može raditi do 15 sati, dok je vrijeme punjenja približno 8 sati.

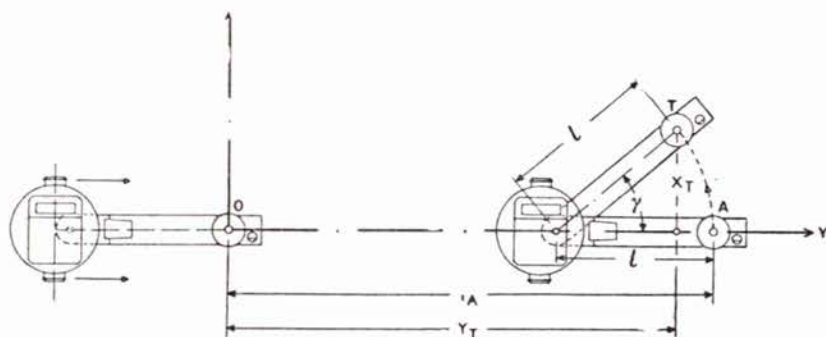
Masa mjerne sprave je približno 1 kg, a dimenzije su  $420 \times 155 \times 65$  mm (bez pisača). Rukovanje ovom digitalnom mjernom spravom vrlo je jednostavno, ali se mora pažljivo postupati, uostalom kao i sa svakim geodetskim instrumentom.

#### 4. METODA ODREĐIVANJA KOORDINATA

Digitalna mjerna sprava X-PLAN 360iR uvijek se, pri radu, kreće u smjeru okomitom na os kotačića (sl. 1 i 2), bez obzira na položaj obilaznoga kraka i koordinatnog sustava. Smjer kretanja mjerne sprave može se označiti kao glavna os (sl. 1).

Vrijednosti svih veličina računaju se u računalu mjerne sprave s pomoću registriranih grafičkih koordinata točaka. Koordinate točaka registriraju se aktiviranjem okidača (tipka Start/Point), uz prethodno ručno postavljanje mjerne markice na točku.

Razmotrit ćemo određivanje koordinata u geodetskom koordinatnom sustavu (Y—desno, X—gore, sl. 2).



Slika 2. Metoda određivanja koordinata

Prema slici 2 koordinate točke T su:

$$Y_T = Y_A - l + l \cdot \cos \gamma = Y_A - l \cdot (1 - \cos \gamma),$$

$$X_T = l \cdot \sin \gamma,$$

gdje je:

- $l$  — duljina obilaznoga kraka (konstantna),
- $Y_A = R_Y \cdot N_Y$  — pomak mjerne sprave (put kotačića) u smjeru osi Y,
- $\gamma = R_\gamma \cdot N_\gamma$  — kut pomaka obilaznoga kraka,
- $R_Y$  — razdvajanje davača signala u kotačiću,

- $R_\gamma$  — razdvajanje davača signala u osovini oko koje rotira obilazni krak,  
 $N_Y, N_\gamma$  — broj impulsa koje davač signala proslijedi mikroročunalu unutar mjerne sprave.

Za registriranje pomaka mjerne sprave u smjeru osi Y ugrađen je u kotačić davač signala, koji predaje mikroročunalu signale ( $N_Y$ ) s pomoću kojih se izračunava udaljenost  $Y_A$ . U osovini oko koje se zakreće obilazni krak ugrađen je davač signala, koji predaje mikroročunalu signale ( $N_\gamma$ ) o kutu pomaka između osi Y i obilaznoga kraka.

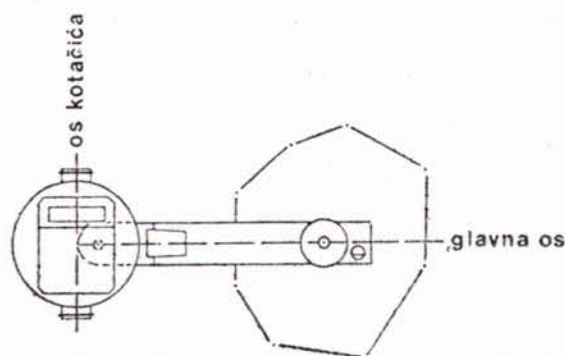
Obilazeći neki lik ili liniju u ravnini, od točke do točke ili kontinuirano, davači signala predaju mikroročunalu podatke o pomaku kao niz promjena uzduž osi Y i X.

Analizom izraza za  $Y_T$  i  $X_T$  možemo zaključiti da će točnost određivanja koordinata točke biti veća što je manji kut pomaka obilaznoga kraka ( $\gamma$ ) u odnosu na os Y.

Najveća vrijednost kuta  $\gamma$  približno je  $\pm \rho$  ( $57^\circ, 2958$ ). To proizlazi, kako je već navedeno, iz područja mjerenja u smjeru osi X, koja je približno  $115^\circ$ , tj. približno  $2\rho$ . Eventualna pogreška kuta imat će veći utjecaj na točnost određivanja veličine  $X_T$ , posebno u krajnjim pojasevima područja mjerenja.

## 5. POSTAVLJANJE SPRAVE ZA MJERENJE

Prema metodi određivanja koordinata točaka proizlazi i način postavljanja sprave za mjerenje na planu (karti). Položaj ove sprave pri mjerenju mora biti takav da glavna os (pravac okomit na os kotačića) prolazi približno sredinom područja mjerenja, odnosno sredinom mjernog lika. To će se najlakše postići postavljanjem mjerne markice približno u sredinu lika, s time da je obilazni krak u osnovnom položaju, tj. u pravcu glavne osi mjerne sprave; tada je  $\gamma = 0$  (sl. 3).



Slika 3. Položaj sprave prije mjerenja

Pri računanju površine nekog lika početnu ili završnu točku treba izabrati što bliže glavnoj osi mjerne sprave, jer tada pogreška u postavljanju mjerne markice manje utječe na pogrešku računanja površine.

Nakon pravilnog postavljanja mjerne sprave može se početi s mjerenjem na planu (karti). Najprije treba definirati zadatak, odnosno računaru treba dati naredbe za određivanje potrebnih veličina (površine, koordinate i dr.), mjerila i koordinatnog sustava. Zatim se prelazi na registriranje svih podataka koji su potrebni za računanje vrijednosti mjerenih veličina (»Rost«, 1990; »Ushikata«, 1987.a).

## 6. DOSADAŠNJA I DALJNJA ISPITIVANJA

Do sada su obavljena ispitivanja točnosti računanja površina radi određivanja dopuštenog odstupanja iz dvaju neovisnih mjerenja. U tijeku su ispitivanja točnosti određivanja koordinata i površina pri različitim postavama koordinatnog sustava, u različitim mjerilima. Ta i druga ispitivanja obaviti će se, po mogućnosti, i s drugim digitalizatorima.

Podrobna razrada ovih kao i rezultata daljnjih ispitivanja bit će predmetom idućih radova.

## 7. ZAKLJUČAK

Digitalna mjerna sprava X-PLAN 360iR vrlo je praktična i točna za mjerenja na planovima i kartama, grafikonima, fotografijama i slično. Osnovna namjena za geodetske radove jest računanje površina i digitaliziranje planova i karata. Svi podaci se mogu registrirati na nositelje pogodne za daljnju računalnu obradu. Ova mjerna sprava je osobito praktična za digitaliziranje starijih planova i karata (npr. stariji katastarski planovi).

## LITERATURA

- Jordan-Eggert-Kneissl (1963): Handbuch der Vermessungskunde. Band II. J. B. Metelersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Macarol, S. (1985): Praktična geodezija. Tehnička knjiga, Zagreb.
- »Riefler«: TAMAYA Digitizing Area-Line Meter PLANIX 5000, Instruction Manual. Nesselwang-Tokyo.
- »Rost« (1990): Digitales Koordinaten-Flächen-und Längenmessgerät X-PLAN 360iR. Bedienungsanleitung, Wien.
- »Ushikata« (1987. a): X-PLAN 360i Operation Manual, Tokyo.
- »Ushikata« (1987. b): X-PLAN 360i. Computer Interface. Tokyo.
- »Ushikata« (1991): X-PLAN 360i. Digital Planimeter Computer Interface, Tokyo.
- Simičić, K. (1989): Pregled nekih digitalnih planimetara i njihovih tehničkih karakteristika. Geodetski list, 10—12, 387—394.
- Simičić, K. (1991): Suvremene digitalne mjerne sprave za rad na planovima i kartama, Savjetovanje: Nove tehnologije u geodeziji, Neum.

## DIGITAL MEASURING TOOL X-PLAN 360iR

The paper presents basic features, measuring principle and some possible usage of Digital Measuring tool X-PLAN 360iR.

Primljeno: 1992-03-04