

pišu: **prof.dr.sc. Nikola Solarić,**  
**mr.sc. Drago Špoljarić**

## SAŽETAK

*Opisana je primjena dodirnog zaslona (touchscreena) u terenskim računalima, kao i povezanost terenskih računala radio vezom s mjernom stanicom. Izložene su neke primjene dodirnog zaslona u terenskim računalima povezanm s mjernom stanicom. Prikazan je postupak automatskog pronalaženja i praćenja prizme automatskom mjernom stanicom!*

## 1. UVOD

Tehnologija dodirnog zaslona (tehnologija touchsreen<sup>2</sup>) našla je veliku primjenu u terenskim prenosivim računalima, koja su najprije razvijena za vojsku, a sada se upotrebljavaju i u geodeziji (Penmap, 1995). Takva računala nemaju posebnu mehaničku tipkovnicu, preko koje se vrlo često u računalu mogu prenositi smetnje uzrokovane vanjskim vremenskim prilikama (npr. vlažnost), a tipkovnica povećava i dimenzije računala. Prenosivo terensko računalo (field computer) koje upotrebljava dodirni zaslon obično se naziva penpad (pen computer). Penpad je engleski izraz, a upotrebljava se i u njemačkom jeziku. U slobodnom prijevodu znači olovka-podloga (blok). To je ustvari računalo koje izgleda poput ploče na kojoj je tanki dodirni zaslon (touchscreen), a korisnik s pomoću obične ili specijalne olovke ili s pomoću prsta dodirujući zaslon komunicira s računalom.

Danas su terenska računala povezana radio vezom s mjernom stanicom (elektroničkim tahimetrom). Geodetski stručnjak može s računalom stajati u blizini točke koju snima i vidjeti što se snima, radio vezom poslati komande koje instrument treba obaviti, a s instrumenta primiti u računalo izmjerene podatke. Izmjerenu točku odgovarajući program automatski iskartira (iscrta) na zaslon računala.

Tvornice geodetskih instrumenata, pored mjernih stanica povezanih radio vezom s terenskim računalom, proizvode i automatske mjerne stanice koje mogu automatski pronaći i pratiti (slijediti) prizmu.

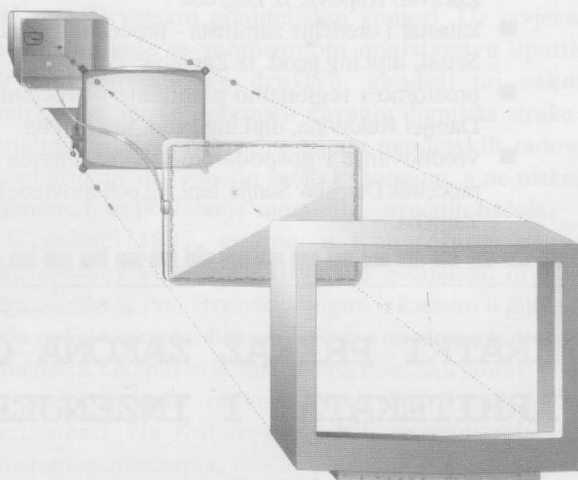
## 2. NAČINI RADA DODIRNOG ZASLONA

Danas postoji više tehnoloških rješenja izrade dodirnog zaslona. Ovdje ćemo navesti dva patentirana načina rada dodirnog zaslona (Touchscreen products, 1997): accutouch i intellitouch.

Zaslon accutouch koristi promjenu električnog otpora, da bi računalo utvrdilo na kojem je mjestu korisnik noktom ili olovkom dodirnuo zaslon (detaljnije o tom vidi u Solarić, Špoljarić, Bošnjak 1998).

Zaslon intellitouch koristi ultra zvuk, da bi računalo odredilo na kojem je mjestu korisnik noktom ili olovkom dodirnuo zaslon (detaljnije o tom vidi u Solarić, Špoljarić, Bošnjak 1998).

Dodirni zaslon postavlja se ispred monitora (slika 1). Kod terenskih računala obično je vrlo tanki monitor s tekućim kristalom.

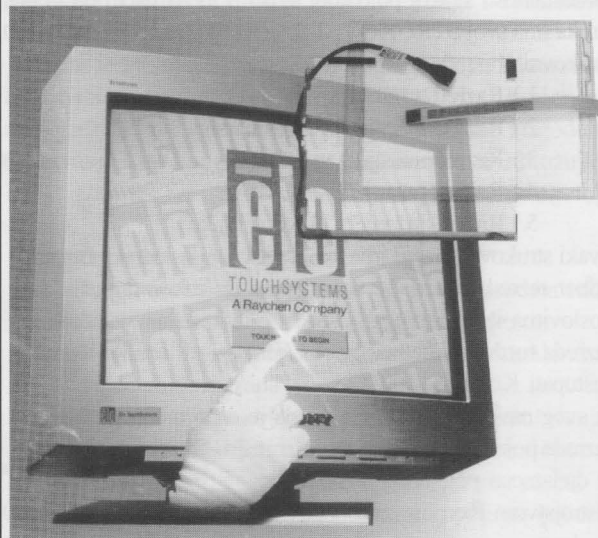


Slika 1. Montaža monitora i dodirnog zaslona.

## 3. PRIMJENE DODIRNOG ZASLONA

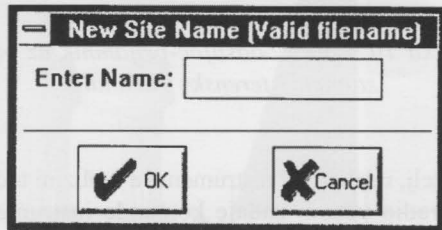
Dodirni zaslon se može rabiti umjesto miša i tipkovnice. Navedimo nekoliko mogućih primjena dodirnog zaslona.

Ako je program napisan tako da s njim komuniciramo odabirom (potvrđivanjem) jedne od ponuđenih slika (ikona) kao na slici 2, tada početak rada možemo jednostavno ostvariti pritiskom prsta na odgovarajuće mjesto monitora, koje je označeno ponuđenom ikonom – *touch here to begin* (za početak dotakni ovdje).



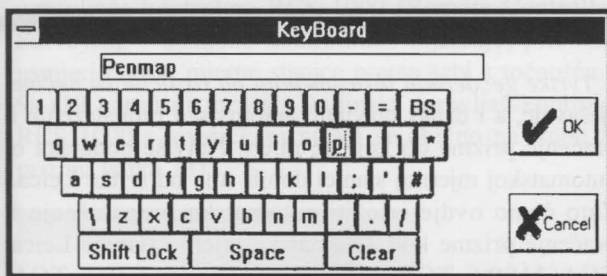
Slika 2. Način potvrđivanja ponuđene opcije u nekom programu dodirno (pritiskom) prsta po odgovarajućem mjestu dodirnog zaslona.

Nadalje, preko dodirnog zaslona možemo bez mehaničke tipkovnice unijeti u računalo tekstualne i broječne vrijednosti, npr. ime radne datoteke u koju će biti spremljeni svi podaci mjerenja. Novu datoteku otvaramo u izborniku *File* odabirom opcije *New*. Tada se na monitoru pojavi okvir za dijalog *New Site Name* u koji trebamo upisati ime datoteke (slika 3).



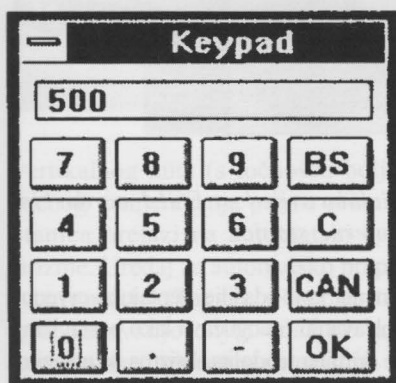
Slika 3. Okvir za dijalog unosa imena datoteke.

Ime datoteke možemo upisati tipkovnicom na *dodirnom zaslону*, koja se aktivira malo duljim držanjem olovke (1-2 s) na mjestu predviđenom za upis imena datoteke. Tada se na jednom dijelu monitora pojavi slika tipkovnice (slika 4), s pomoću koje se može unijeti ime datoteke.



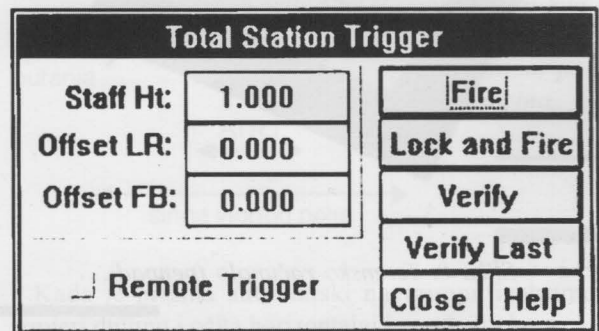
Slika 4. Tipkovnica dodirnog zaslona.

Ako je predviđeno unošenje samo numeričkih podataka, na jednom dijelu zaslona pojavi se tipkovnica dodirnog zaslona za unos broječnih veličina (slika 5).

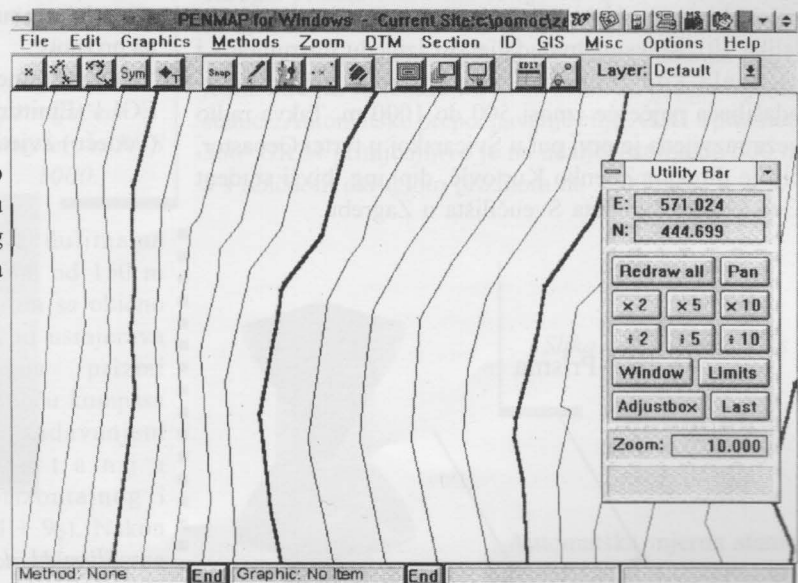


Slika 5. Tipkovnica dodirnog zaslona za unošenje broječnih veličina.

Ako je računalo s dodirnim zaslonom (*penpad*) priključeno na mjernu stanicu (elektronički tahimetar, teodolit + daljinomjer), s pomoću računala možemo upravljati postupkom mjerenja. Nakon unošenja koordinata stajališta u *penpad* i orijentacije na stajalištu, te odabira metode mjerenja *Total Station* prelazi se na snimanje detaljnih točaka. Na jednom se dijelu zaslona pojavi okvir za dijalog *Total Station Trigger* (slika 6). U tom okviru mjeritelj upisuje visinu prizme na cilju i ekscentricitet prizme (LR-lijevo, desno) (FB-naprijed, natrag), te uključuje mjerenje pritiskom na tipku *Fire*. Poslije mjerenja prikazane su na zaslonu *penpada* detaljne točke i slojnice (slika 7).



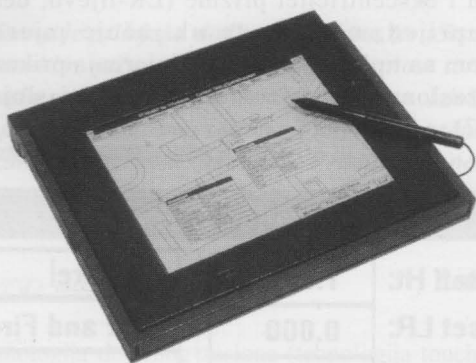
Slika 6. Okvir za dijalog uključivanja mjerenja mjernom stanicom.



Slika 7. Prikaz snimljenih detaljnih točaka i slojnica na *penpad* zaslonu.

Terenska računala (*penpad*) imaju malu masu i vrlo su malih dimenzija jer nemaju mehaničku tipkovnicu (slika 8) (Bošnjak, 1997). Zaštićeni su od vjetrova, prašine, kiše i blata. Temperaturno radno područje

*penpada* je od  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (a PC računala obično rade na temperaturama od  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). *Penpad* podnosi jake udarce, može i pasti, a neće doći do kvara (kod osobnih računala pri padu može doći do oštećenja čvrstog diska). Računala *penpad* pogodna su i za prikupljanje podataka za geoinformacijske sustave (GIS), što je danas vrlo važan zadatak na kojemu moraju sudjelovati geodeti.

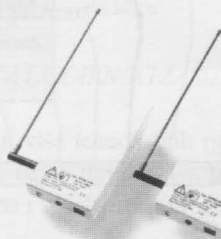


Slika 8. Terensko računalo (*penpad*).

#### 4. TERENSKO RAČUNALO POVEZANO RADIO VEZOM S MJERNOM STANICOM

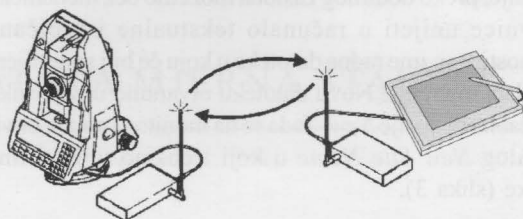
Pomoću dva radio odašiljača-prijamnika vrlo malih dimenzija ( $6 \times 10 \times 4\text{ cm}$ ) i male težine ( $0,2\text{ kg}$ ) (slika 9), jednim uz mjernu stanicu i drugim uz terensko računalo, mogu biti povezani mjerna stanica i računalo (slika 10). Maksimalna udaljenost između instrumenta i računala kod različitih tipova radio prijamnika-odašiljača najčešće iznosi 500 do 1000 m. Takva radio veza razvijena je prvi put u Švicarskoj u tvrtki Geoastor, čiji je direktor Zdenko Kurtović, dipl.ing. bivši student Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

• 360°-Prisma



• Datenfunk (als Kabelersatz)

Slika 9. Radio odašiljači-prijamnici.



Slika 10. Radio odašiljač-prijamnik uz mjernu stanicu i terensko računalo.

Mjeritelj, udaljen od instrumenta a u blizini točke koju snima, radio vezom zadaje komande instrumentu da, obavi mjerenje, a potom izmjerene veličine, duljinu, očitavanje horizontalnog i vertikalnog kruga radio vezom pošalje u računalo. Nakon primljenih veličina odgovarajući program na zaslonu računala iscrtava (kartira) izmjerenu točku, a uz nju ispisuje nadmorsku visinu i korigira već prije iscrtanu slojnicu. Mjeritelj može dodatno unijeti neke druge podatke o točki značajne za GIS i ZIS.

#### 5. AUTOMATSKA MJERNA STANICA

Tvrtke geodetskih instrumenata na različite su načine rješavale, a i danas razvijaju automatsko pronalaženje i praćenje prizme do koje se mjeri. Najviše podataka o automatskoj mjernoj stanici dobili smo od tvrtke Leica. Zato ćemo ovdje izložiti automatsko pronalaženje i praćenje prizme kod automatske mjerne stanice Leica TCA 1100 i TCA 1800. Instrumenti Leica TCA motorizirani su i imaju mogućnost automatskog viziranja na prizmu.

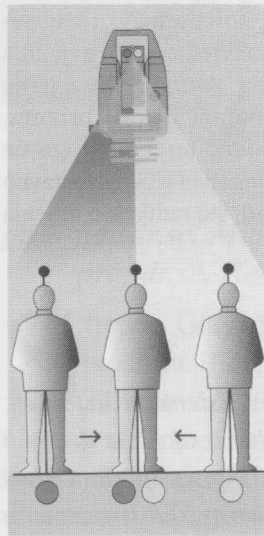
Ovi instrumenti imaju ugrađenu i upravljajuću svjetlost EGL1 (Emitting Guide Light – emitirajuću upravljajuću (vodeću) svjetlost) (slika 11).



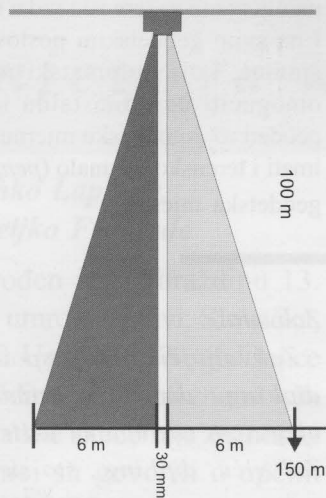
Slika 11. Upravljajuća svjetlost EGL1 na durbinu mjerne stanice.

EGL1 je dio instrumenta koji odašilje treptajuću crvenu i žutu svjetlost, i pri isključavanju omogućava lako postavljanje prizme u pravac vizure durbina teodolita. Prizma se nalazi na vizurnom pravcu mjerne stanice, ako osoba koja drži prizmu vidi crvenu i žutu treptajuću svjetlost (slika12). Ako vidi samo crvenu treptajuću svjetlost treba se pomicati u desno, odnosno ako vidi žutu svjetlost mora se pomicati u lijevo.

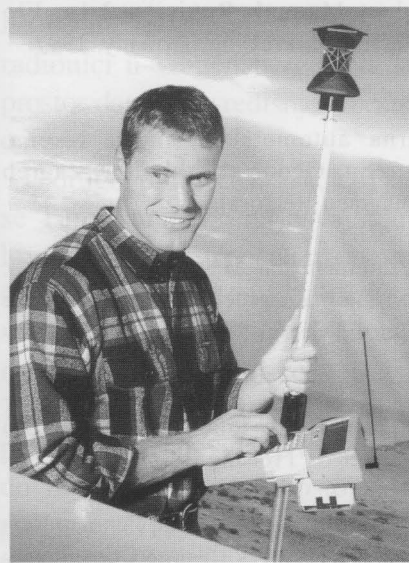




Slika 12. Područja u kojem se vide crvena odnosno žuta treptajuća svjetlost.



Upravljuča svjetlost EGL1, omogućuje lakše iskolčavanje na udaljenostima do 150 m, a također omogućuje mjeritelju da uz pomoć joysticka i daljinskog upravljača-kontrolera RCS 1000 (Remote Controlled Surveying – udaljeno kontrolirano mjerenje) približno usmjeri durbin mjerne stanice prema sebi s točnošću + 9š (10 gona) ili točnije. Daljinski upravljač-kontroler RCS 1000 s joystickom nalazi se obično na štapu za prizmu (slika 13).

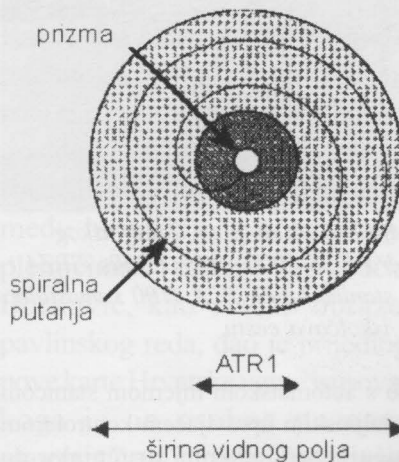


Slika 13. Mjeritelj s prizmom 360° GRZ4 i daljinskim upravljačem – kontrolerom RCS 1000.

Na duljinama većim od 150 m durbin se obično ručno usmjerava prema prizmi pomoću kompas ili zadavanjem očitavanja horizontalnog i

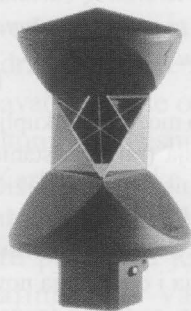
vertikalnog kuta (s točnošću boljom od + 9š). Nakon ručnog usmjeravanja prema prizmi, automatska mjerna stanica prelazi na automatski "grubi" način traženja prizme. Uređaj za automatsko prepoznavanje cilja ATR1 (Automatic Target Recognition – automatsko prepoznavanje cilja) odašilje laserski snop. Durbin automatske mjerne stanice giba se tada po spiralnoj putanji (maksimalno + 9š), dok reflektirana svjetlost od prizme ne padne na CCD<sup>3</sup> kameru (video kameru) ugrađenu u mjernu stanicu. Kada je prizma u vidnom polju

durbin, durbin se nastavi gibati po drugoj spiralnoj putanji (slika 14) sve dok prizma ne dođe u centralnu trećinu vidnog polja durbin. Zatim, da bi se skratilo vrijeme dovođenja centra nitnog križa na centar prizme procesor mjerne stanice izvede pomicanje durbin a horizontalnom i vertikalnom smjeru na centar prizme. Veličinu tih pomaka mikroprocesor odredi prema utvrđenom odstupanju centra prizme od osi CCD kamere.



Slika 14. Spiralna putanja po kojoj mjerna stanica traži prizmu kad je prizma već u vidnom polju durbin.

Kada je prizma automatski navizirana instrument izmjeri duljinu i očita horizontalni i vertikalni krug. Ako nakon toga prizmu pomičemo brzinom manjom od 5 m/s (18 km/h) mjerna stanica automatski parti (slijedi) prizmu, što je vrlo praktično. Da bi mjerna stanica mogla neprestano pratiti prizmu i kada prizma nije usmjerena prema mjernoj stanici, u tvornici Leica konstruirali su posebnu prizmu 360š GRZ4 (slika 15). Standardna okrugla prizma mora biti usmjerena prema instrumentu s točnošću + 30š. Prizma 360° GRZ4 sastoji se od 6 malih prizama orjentiranih na sve strane, tako da uvijek jedna od njih reflektira lasersku svjetlost prema mjernoj stanici. Automatsko prepoznavanje cilja ATR1 s prizmom 360° GRZ4 primjenljivo je na udaljenostima do 500 m, a s običnom okruglom prizmom do 1000 m.



Slika 15. Prizma 360š GRZ4.

Automatska mjerna stanica Leica RCA 1100 zajedno s daljinskim upravljačem-kontrolerom RCS 1000 i prizmom 360š GRZ4 omogućava npr. da samo jedan geodetski stručnjak vrlo efikasno iskolčava trasu. Naime, mjeritelj na kontroleru odmah dobiva informaciju za koliko mora pomaknuti prizmu da bi došao na točku koju želi iskolčiti (slika 16).



Slika 16. Mjeriteljica uz pomoć daljinskog upravljača-kontrolera RCS 1000, prizme 360š GRZ4 i automatske mjerne stanice Leica TCA 1100 samostalno iskolčava cestu.

Terensko računalo s automatskom mjernom stanicom Leica RCA 1100 i daljinskim upravljačem-kontrolerom RCS 1000 omogućuje geodetskom stručnjaku da samostalno (bez pomoćnog radnika) izvodi izmjeru terena. Budući da je mjeritelj u blizini točke koju mjeri, može ujedno vidjeti koje podatke o točki još treba unijeti u računalo za potrebe GISa i ZISa (slika 17).



Slika 17. Mjeriteljica uz pomoć terenskog računala samostalno obavlja izmjeru terena, te unosi u računalo podatke o točki, koji su potrebni za GIS i ZIS.

Terenskim računalom (penpadom) možemo prikupljati podatke iz različitih mjernih uređaja (mjernih stanica, GPS-a, digitalnih kamera, itd.) i uspostaviti bežični prijenos podataka (radio vezom, internetom, i dr.). Grafičkim prikazom snimljenog detalja na terenu, mogućnošću ispravljanja, ponavljanja i dodavanja novih točaka, kao i obostranim prijenosom podataka (penpad -mjerni uređaj, penpad - ured) postiže se velika učinkovitost na terenskim mjerenjima. U svijetu je izrađeno više programskih paketa za terenska računala (Penmap, Leica LISCAD Plus) s kojima se mogu izvoditi geodetska mjerenja, obrađivati i grafički prikazati mjerenja na terenu, kao i prikupljati podatci za geoinformacijske i zemljišne informacijske sustave.

Terensko računalo je, dakle, sofisticirano računalo namijenjeno za terenski rad u svim vremenskim uvjetima i na svim geodetskim poslovima. Automatska mjerna stanica, koja automatski pronalazi i prati prizmu, omogućiti će samostalnu izmjeru terena. Stoga će geodeti uz automatsku mjernu stanicu i GPS neizostavno imati i terensko računalo (*penpad*), što radikalno mijenja geodetska mjerenja.

#### Zahvala:

Zahvaljujemo se gospodinu Zdenku Kurtoviću, dipl.ing., direktoru švicarske tvrtke *Geoastor* i njegovom zastupniku u Hrvatskoj gospodinu Đuri Zaloviću, dipl.ing., što su nam posudili *penpad* s paketom programa *PENMAP*.

Zahvaljujemo se gospodinu Željku Guliji, direktoru tvrtke *Geowild*, što nam je posudio automatsku mjernu stanicu *Leica TCA 1100*.

Također se zahvaljujemo gospodinu Anti Bošnjaku, ing. što je u okviru radnje za nagradu Rektora, vrlo detaljno proučio *Penmap*, i primjenio ga pri mjerenjima poligonskog vlaka i tahimetrijskog snimanja.

#### LITERATURA:

AccuTouch, Product Manual, Revision 3.1a, Elo TouchSystems GmbH&Co., Freising, Germany, 1997.

Bošnjak, A. (1997):

*PENMAP* moderna automatska izmjera terena, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb (studentski rad za nagradu Rektora).

Haag, R., Bayer, G., Zimmermann, M., Scherrer, R. (1996): *Surveying with the automatic precision targeting of the Leica TCA 1800*, Leica AG, CH-9435 Heerbrugg (Switzerland).

Intellitouch, clearly reliable touch solutions, Elo TouchSystems GmbH&Co., Freising, Germany, 1997.

Penmap, The pen-based surveying system, Penmap Reference Guide, ver. 2.00, Strata Software&Consultancy Ltd., Bradford BD7 1BX, Engleska, 1995.

Touchscreen products, Product catalogue 97, Elo TouchSystems GmbH&Co., Freising, Germany, 1997.

<sup>1</sup> Automatska mjerna stanica automatski pronalazi i prati prizmu, mjeri duljinu, horizontalni i vertikalni krug.

<sup>2</sup> *Touchscreen* je kovanica engleskih riječi *touch* i *screen*, koju na hrvatski prevodimo kao dodirni zaslon.

<sup>3</sup> CCD (Charge Coupled Device - nabojno vezan fotoelektrični uređaj)