

## ИНСТИТУТ ЗА ГЕОДЕЗИЈУ

### Историјски развој

Оснивање Института за геодезију везује се за Уредбу о Техничком факултету од 6. јануара 1897. године којом је, између осталог, било предвиђено оснивање Геодетског завода на Техничком факултету, у оквиру грађевинско-инжењерског одсека. Институт за геодезију од тада егзистира непрекидно, с тим што првобитни назив *Геодетски завод* повремено мења у назив *Геодетски институт*, да би своје садашње име – *Институт за геодезију*, добио 1977. године.

Оснивање Геодетског завода повезано је са потребом стварања услова за извођење практичне наставе геодезије на тадашњем Техничком факултету. Поменутом уредбом уведена је и обавезна практична настава из геодезије која се изводила на терену у природи. Огроман значај практичне наставе на терену, уочен још тада, допринео је настанку експериментално-лабораторијске методе у настави геодезије, која се одржала и до данашњих дана.

Постојање Геодетског завода се позитивно одразило на квалитет наставе из свих геодетских дисциплина, јер су услови за обуку студената постали знатно повољнији. Међутим, осим пружања помоћи у извођењу наставе, овај Завод веома дуго није развијао никакву другу активност. Тек после Другог светског рата учињени су озбиљни напори да се рад Завода активира не само на наставном већ и на научном и стручном пољу.

Оријентација Геодетског завода искључиво на наставне проблеме настала је из чињенице да је најважније геодетске радове у држави (основне државне мреже, топографски прегмер, издавање карата итд.) у то време изводило тадашње Географско одељење Главног генералштаба Краљевине Србије.

Физиономију коју сада има, Институт за геодезију постепено добија тек после Другог светског рата, када почиње да се бави прво научноистраживачким, а затим и стручним радом. Од школске 1957/58. године у Институту се одржавају посебне седнице на којима се излажу стручни и научни радови, како чланова Института за геодезију тако и осталих науч-

них радника који раде у другим институцијама. Многи изложени радови публиковани су у стручним домаћим и иностраним часописима или су изложени на стручним скуповима у земљи и у иностранству.

Институт за геодезију је два пута био потпуно уништен, за време Првог и за време Другог светског рата. Пре Другог светског рата, Институт је био добро опремљен и могао се мерити са сваким европским геодетским институтом. Располагао је разним геодетским инструментима и прибором. Од обичних теодолита, базисног прибора, фототеодолита до универзалних астрономских инструмената, а исто тако од обичних до прецизних нивелманских инструмената. Фотограметријских инструмената је имао толико да се терестричка фотограметрија могла демонстрирати потпуно, од снимања до картирања.

У току Другог светског рата однето је или оштећено 9/10 свих инструмената којима је Институт за геодезију располагао, тако да је у магацину Института остало у исправном стању само 12 инструмената. Нешто поправљајући оштећене, нешто комбинујући распарене инструменте, Институт је оспособио довољно инструмената да је настава из геодезије могла колико-толико нормално да се одвија. Обнављање Института је текло са доста успеха све до 1948. године, а од тада је настала стагнација која је трајала све до 1954. године. После тога, стање Института се побољшава, у почетку веома споро, а касније Институт добија физиономију праве образовно-научне институције.

Ни након десет година од ослобођења, Институт још није достигао предратно стање по броју и квалитету инструмената и опреме.

Недовољна опремљеност Института, недостатак финансијских средстава и скупчен радни простор готово у потпуности су онемогућили организован, систематски и дугорочан рад на научноистраживачким темама из области геодезије. Сарадници Института за геодезију у то време баве се индивидуалним научним радом код својих кућа или у склопу

других установа у којима сарађују, морално обједињени у Институту.

Да би се ово веома тешко стање поправило и да би се Институт за геодезију од установе која искључиво служи за помоћ у настави уздигао на ранг научноистраживачке институције, било је потребно много времена и много напора његових сарадника.

Први корак у правцу организованог бављења научним и стручним проблемима на Институту начињен је школске 1957/58. године, када је започето редовно одржавање стручних и научних саопштења и приказа радова. Од 1959. године чињени су покушаји да Институт за геодезију извршава неке стручне задатке како би се боље повезао са геодетском привредом. Међутим, наишло се на велике тешкоће и у самом Институту и ван њега.

Године 1962. Институт за геодезију, преко Института за грађевинарство при Грађевинском факултету, преузима поједине привредне задатке који имају карактер научноистраживачког рада. Међутим, чињеница је да ова активност ипак није допринела јачању и оспособљавању Института.

Од 1969. године Институт за геодезију склапа уговоре са заинтересованим радним и привредним организацијама директно преко администрације Грађевинског факултета. Број радова које изводи Институт нагло расте, што доноси вишеструку корист Институту. Стварају се сопствени фондови за набавку опреме и инструментарија као и за научноистраживачки рад, пружа се могућност наставном особљу да стиче неопходно искуство у реализацији практичних задатака итд. Због свега овога, може се рећи да 1969. година представља прекретницу у развоју Института за геодезију.

Од 1969. па до 1980. године у Институту за геодезију је урађен велики број високостручних послова, који су допринели даљој афирмацији Института и његовом материјалном и кадровском јачању. У том периоду извршен је низ радова ради добијања ситуационих планова различитих размера за потребе пројектовања нових објеката.

Следећи значајан период у развоју Института за геодезију је период од 1980. до 1990. године. У том периоду се у опусу радова Института за геодезију, осим високостручних радова, први пут појављују радови студијског и вансеријског карактера. То је био знак својеврсног *сазревања* Института за геодезију у једну високостручну институцију богате репутације и способних појединаца.

Последњи карактеристичан период у развоју Института за геодезију је период од 1990. године па до данас. Рад у ратном окружењу, већим делом под економским санкцијама којима је земља била изложена, успорио је развој Института, али га није у потпуности прекинуо. Пре свега, у овом тешком периоду Институт је успео да сачува своје чланове, затим да сачува свој инструментариј и опрему и, на крају, да за све то време успешно обавља своје основне задатке.

Институт за геодезију, раније Геодетски одсек, до данас су водили следећи управници:

- проф. инж. Драгомир Андоновић (1947–1951)
- проф. инж. Милан Дражић (1951–1964)
- проф. инж. Илија Живковић (1964–1969)
- проф. др инж. Миодраг Јовановић (1969–1971)
- ванр. проф. др инж. Александар Живковић (1971–1973)
- инж. Предраг Ваљаревић, стручни саветник (1973–1975)
- проф. др инж. Никола Чинкловић (1975–1977)
- проф. др инж. Крунислав Михаиловић (1977–1979)
- доц. др Радован Мркић, дипл. геод. инж. (1979–1981)
- доц. др Крста Врачарић, дипл. геод. инж. (1981–1983)
- ванр. проф. др Душан Јоксић, дипл. геод. инж. (1983–1985)
- проф. др инж. Слободан Контић (1985–1987)
- ванр. проф. др Радован Мркић, дипл. геод. инж. (1987–1989)
- ванр. проф. др Глигорије Перовић, дипл. геод. инж. (1989–1990)
- ванр. проф. др инж. Наталија Братуљевић (1990–1991)
- доц. др Манојло Миладиновић, дипл. геод. инж. (1991–1994)
- доц. др Драган Михајловић, дипл. геод. инж. (1994–1996).

## Организација Института за геодезију

Институт за геодезију данас егзистира као једна од шест радних јединица Грађевинског факултета Универзитета у Београду. Институт не наступа као правно лице, већ то за њега чини Грађевински факултет. Осим неопходне помоћи у извођењу наставе на студијама геодезије, Институт има веома широко развијено поље стручног и научноистраживачког рада.

Институт располаже сопственом мерном опремом, рачунарском опремом и лабораторијама које опрема и осавремењава у складу са својим могућностима. Развој савремене мерне технике (сл. 1), који је све више тесно повезан са развојем рачунарске технике, учинио је да се период застаревања инструментарија и опреме скрати, што намеће обавезу непрекидног улагања у њено обнављање. Савремена мерна опрема

и рачунарска опрема које су тренутно у употреби набављене су у последњих 10–15 година.

### Мерна опрема и прибор

Мерна опрема и пратећи прибор су основ експерименталног и сваког другог рада у области геодезије. Најзначајнији инструменти и мерни прибори којима располаже Институт за геодезију у овом тренутку дати су у следећем прегледу:

- Теодолити: Wild T3, Wild T2, Kern DKM 3, Kern DKM 2AE, Carl Zeiss Theo 010, Carl Zeiss Theo 020,
- Тахиметри: Wild RDS, Carl Zeiss Daltha, Kern DKRT,

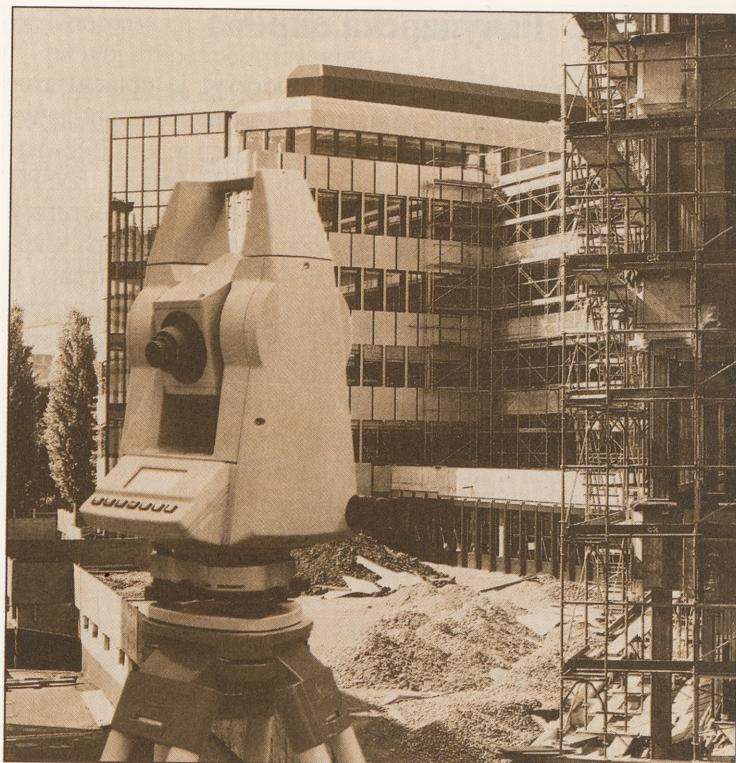
- Нивелири: Wild N1, Wild N2, Wild N3, Carl Zeiss NI 002, Carl Zeiss NI 004, Carl Zeiss KONI 007, Carl Zeiss NI 025,
- Даљиномери: Carl Zeiss EOT 2000, Kern DM 500, Wild DI 10, Wild DI 5.

## Метролошка лабораторија

У редовној и последипломској настави геодезије посебна пажња посвећује се метролошком аспекту образовања геодетских инжењера. У области метрологије развијена су и научноекспериментална истраживања која се реализују у оквиру израда магистарских и докторских теза као и у оквиру технолошких пројеката. Експерименталну основу ових истраживања чини мерна опрема Института за геодезију, као и опрема Метролошке лабораторије.

У саставу Института за геодезију ради Метролошка лабораторија регистрована код Савезног завода за мере и драгоцене метале, којој је поверен преглед мерила дужине и угла и издавање уверења о њиховој исправности. Врсте мерила дужине и угла који се могу прегледати и испитивати у Метролошкој лабораторији дат је у табели 1.

Еталони и мерна опрема којима се врши преглед наведених мерила и који се користе само за те намене дати су у табели 2.



Слика 1 – Изглед савременог геодешког електронског инструмента – социјална сјаница

Редни број	Назив	Мерни опсег	Границе дозвољене грешке или класе тачности	Напомена
1.	Електрооптички даљиномери	до 14000 m	$(1 + 10^{-6} \times L)$ mm	L [mm]
2.	Теодолити и тахиметри	360°	0,5"	
3.	Нивелири	$\alpha = 0^\circ$	0,2"	
4.	Мерне траке	до 50 m	$\pm 5$ mm	
5.	Нивелманске и тахиметријске летве	до 4 m	$(20 + 20^{-6} \times L)$ $\mu$ m	L [mm]
6.	Мерни лењери (координатографи и сл.)	до 2 m	$\pm 10$ $\mu$ m	

Табела 1: Врсте мерила дужине и угла за чији је преглед и испитивање овлашћена Метролошка лабораторија Института за геодезију.

Ред. број	Назив	Произвођач	Серијски број	Мерни опсег	Мерна несигурност	Напомена
1.	Еталон даљиномер	Wild DI 20	41 365	до 14000 m	$\pm (3 + 10^{-6} \times L)$ mm	L [mm]
2.	Ласерски интерферометар за мерење помака	Hewlett Packard HP 5528A	2532A02552	до 40 m	$U = \pm 5 \times 10^{-7}$	U је релативна мерна несигурност
3.	Еталон теодолит	Wild, T 3000	334147	до 360°	$2\sigma = \pm 1''$	$\sigma$ је стандардно одступање
4.	Детектор модулишућег сигнала даљиномера	Грађевински факултет, Институт за математику и физику	45403	од 0,95 MHz до 58 MHz	$\pm 1 \times 10^{-7}$	релативна грешка
5.	Еталон фреквенцметар	Philips, PM 6612	21 642	80 MHz/100 ns	$\Delta f/f \leq \pm 1 \times 10^{-7}$	$\Delta f/f$ је релативна грешка

Табела 2: Преглед еталона и мерне опреме у Метролошкој лабораторији Института за геодезију.

## Рачунарска опрема

У набавци рачунарске опреме Институт је оријентисан искључиво на персоналне рачунаре. Први персонални рачунар – IBM PC XT, са 10 Мб диском, набављен је још 1986. године. Од тада, посебно са појавом моћних 32-битних IBM PC компатибилних рачунара, Институт непрекидно инвестира у опремање радних кабинета овом генерацијом рачунара. Сврха овог опремања била је омасовљење примене рачунара у научноистраживачком и стручном раду као и у личном усавршавању чланова Института. То је период у којем се постепено напушта концепција централизоване обраде података у рачунском центру Грађевинског факултета и започиње децентрализована примена рачунара, али не више само за обраду података већ и за многе друге намене.

У десет радних кабинета Института у овом тренутку се користи око 20 персоналних рачунара, од којих је већина базирана на процесору Intel 486.

## Рачунарска учионица

После дужег периода експерименталне примене рачунара у настави на геодетским предметима, Институт за геодезију је у току 1995. године приступио формирању сопствене рачунарске учионице – рачунарске лабораторије, у којој ће се изводити настава из стручних геодетских предмета, на специјализованом хардверу и са специјализованим софтвером.

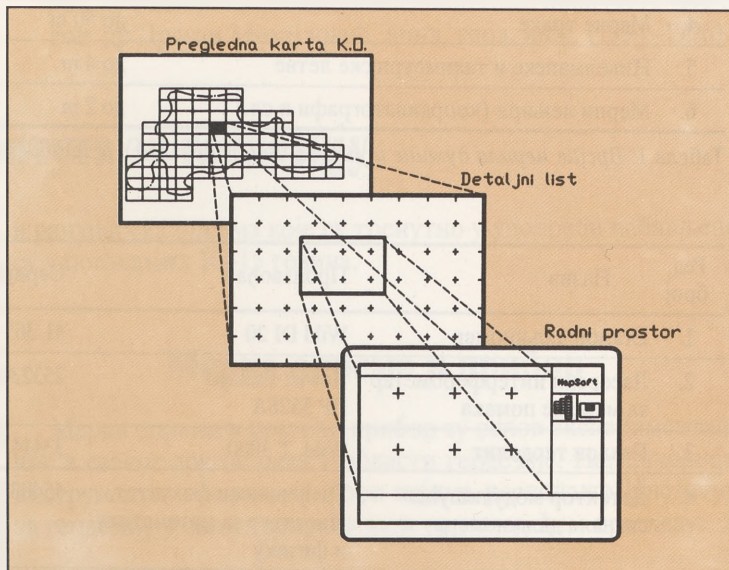
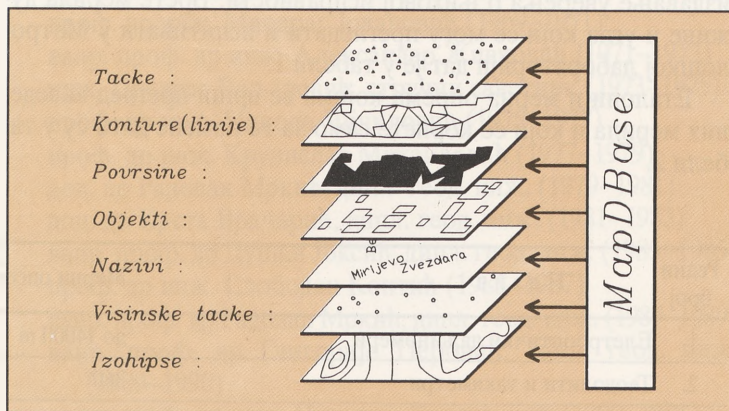
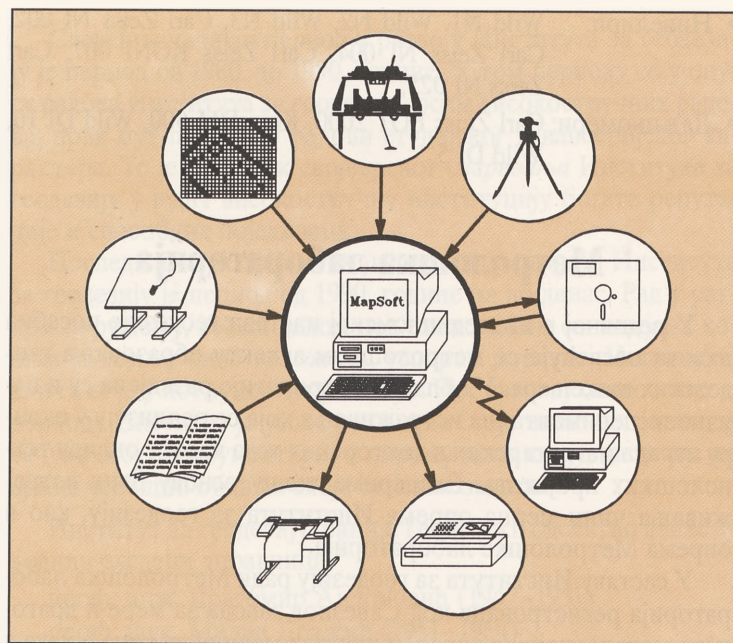
Најважнији циљеви чије се остварење очекује кроз формирање рачунарске учионице (лабораторије) су:

- Остваривање високог степена активног коришћења рачунара у извођењу наставе стручних предмета на студијама геодезије.
- Иновирање и осмишљавање наставних програма вежби које су прилагођене активном коришћењу рачунара.
- Ослобађање вежби сувишног физичког рада на обради података и коришћење тог времена у креативне сврхе.
- Школовање дипломираних геодетских инжењера способних да се одмах укључују у савремене токове развоја геодезије.
- Подизање нивоа рачунарске писмености код наставног кадра и отварање могућности за креативно осмишљавање вежби.

Намена рачунарске учионице била би вишеструка:

- Извођење индивидуалних вежби из стручних геодетских предмета, по групама од по 10–15 студената.
- Одржавање специјалних курсева за стручњаке из праксе.
- Реализација научноистраживачких пројеката и научноистраживачки рад чланова Института за геодезију.
- Реализација стручних пројеката из области геодезије.

Рачунарска учионица, чије је опремање у току, располаже са осамнаест радних места и сопственом локалном рачу-



Слика 2 – Програмски систем MapSoft – интерактивна рачунарска подршка Дигиталном геодетском плану

нарском мрежом. У плану је да се учионица опреми и специјализованим хардвером (плотерима, дигитајзерима, ласерским штампачима итд).

## Лабораторија за фотограметрију

Лабораторија за фотограметрију егзистира као специјализована лабораторија Института за геодезију за потребе извођења наставе, стручног и научноистраживачког рада из области фотограметрије, даљинске детекције и просторних информационих система.

Лабораторија располаже следећом фотограметријском опремом:

- Терестричка камера Carl Zeiss UMK 10/1318, са пратећим прибором;
- Фотограметријски стереореституциони инструмент Carl Zeiss TOPOCART C;
- Стереоскопи са огледалима и друга фотограметријска наставна средства и учила.

Лабораторија за фотограметрију располаже лиценцама за коришћење дигиталних фотограметријских система:

- DVP – Digital Photogrammetric Station, Leica AG;
- DMS – Desktop Mapping System, R-WEL, Inc.

У оквиру ове лабораторије, у периоду од 1986. до 1995. године развијени су следећи програмски системи:

- Програмски систем VINEM – рачунарска подршка блокаетријског триангулацијом методом независних модела;

- Програмски систем PPCSoft – рачунарска подршка нумеричкој стереореституцији;
- Програмски систем DigiSoft – рачунарска подршка дигитализацији геодетских планова на дигитајзеру;
- Програмски систем DigiScan – рачунарска подршка дигитализацији скенираних геодетских подлога;
- Програмски систем MapSoft – интегрална рачунарска подршка Дигиталном геодетском плану (в. сл. 2).

Путем међународне сарадње Лабораторија за фотограметрију је добила на располагање следеће програмске системе:

- BINGO – Bundle adjustment for Engineering Applications, програмски систем за блископредметну фотограметрију и просторну триангулацију укључујући тродимензионално изравнање геодетских мрежа (добијен од Института за фотограметрију и инжењерску геодезију Универзитета у Хановеру).
- Rolleimetric MR2 – Multi-Image Photogrammetric System, Фотограметријски систем за блископредметну фотограметрију фирме Rollei Fototechnic, (добијен на коришћење од фирме NIROSHI – Беч).

Поред наведеног, Лабораторија располаже сопственом локалном рачунарском мрежом Novell и већим бројем радних станица заснованих на процесору Intel 486. Од периферне опреме најзначајнији су: плотер и дигитајзер формата А0 и ласерски штампач. Сва наведена опрема и софтвер налазе се у функцији извођења редовне и последипломске наставе, научноистраживачког и стручног рада у области фотограметрије.

## Сарадња Института за геодезију

У оквиру своје стручне, развојне и научноистраживачке делатности Институт за геодезију остварује богату сарадњу са бројним институцијама у земљи и у иностранству. Та сарадња се остварује у више различитих форми.

На међународном плану сарадња се одвија кроз посете чланова Института страним високошколским институцијама, као и посетама страних професора Институту. Ови сусрети се користе не само за лично усавршавање појединаца већ и за остваривање неопходних контаката на плану стручне и научне сарадње. Подаци о боравку иностраних стручњака на Институту и Одсеку обрађени су у поглављу Катедра за геодетске дисциплине.

На домаћем плану, пресудну улогу има чињеница да је Институт за геодезију једина образовна и научна институција из области геодезије на простору СРЈ. Из те чињенице произлази да је Институт за геодезију незаобилазна институција за решавање свих битних проблема геодетске струке на овим просторима, те се један део сарадње одвија у том правцу.

Тридесетогодишњом активношћу на стручном и истраживачком плану, Институт је остварио веома богату сарадњу са свим значајнијим геодетским и грађевинским организацијама и предузећима, као и са институцијама из области геонаука и метрологије. Институт за геодезију у овом тренутку има важеће уговоре о научној и пословно-техничкој сарадњи са следећим организацијама: Републички геодетски завод, Београд; Републички завод за геодетске и имовинско-правне послове, Подгорица; Војногеографски институт, Београд; НИС ЕНЕРГОГАС, Предузеће за транспорт и промет природног и течног гаса, Нови Београд; Електродистрибуција Београд, Дирекција планирања и развоја, Београд; IMEL GROUP, Београд; NIROSHI gmbh, Беч и ADVANCE SYSTEMS, Предузеће за промет софтвера и хардвера, д.о.о., Београд.

## Најзначајнија стручна остварења

Организовано бављење стручним задацима у Институту за геодезију почиње тек почетком 60-их година. У почетку, у периоду од 1962. до 1969. године, Институт за геодезију своју стручну активност изводи преко Института за грађевинарство. У том периоду урађени су следећи значајнији радови:

- Испитивање деформација торња за УКТ и ТВ комуникационе уређаје на Авали у току грађења.
- Испитивање слегања резервоара за воду на Бановом брду.
- Испитивање великих бетонских хала за авионске хангаре у Сурчину.
- Мерење и обрада података основице тригонометријске мреже Борског рудника.
- Фотограметријско снимање површинског копа Угљеног басена „Вреоци“ за потребе одређивања профила и рачунање кубатура ископаних маса.
- Испитивање осцилација Савског железничког моста.
- Израда главног геодетског пројекта бране „Глажањ“.
- Фотограметријска испитивања тачности одређивања висина тачака детаља на објектима „Лаб“ и „Велика Морава“.
- Геодетски радови на извођењу рудничког тунела испод планине Бесна кобила, дужине 6,5 km.

У следећем карактеристичном периоду, од 1969. до 1980. године, у Институту за геодезију су урађени значајнији радови:

- Геодетске основичке мреже, елаборат обележавања моста преко акумулације и елаборат обележавања линијских објеката заштите приобаља акумулације „Бован“.
- Обележавање два правца са магнетним азимутом 180 степени на цивилном аеродрому „Сурчин“.
- Нивелациони план града Параћина.
- Праћење померања и деформација торња за УКТ и ТВ комуникационе уређаје на Авали.
- Одређивање магнетног азимута и испитивање жомогености магнетног поља на цивилном аеродрому „Сурчин“.
- Испитивање померања пробног шипа обалног стуба бр.9 друмског моста преко Дунава код Бачке Паланке.
- Рудничка триангулација рудника „Жута Прла“ – Јеланце.
- Рудничка триангулација рудника „Гњеждане“ – Шрнац.
- Рудничка триангулација „Запланина“ – Бело Брдо.
- Испитивање вертикалних померања конструкције првог распона армираног бетонског моста на прилазу главном мосту на Дунаву у Београду, методом прецизног нивелмана.
- Испитивање вертикалних померања пробног шиппа у темељима објекта Б у филмском граду у Кошутњаку.
- Испитивање вертикалних померања пробног шиппа у темељима вишеспратног паркинга на Обилићевом венцу у Београду.
- Пројектовање и реализација полигонометријске мреже Нови Београд.

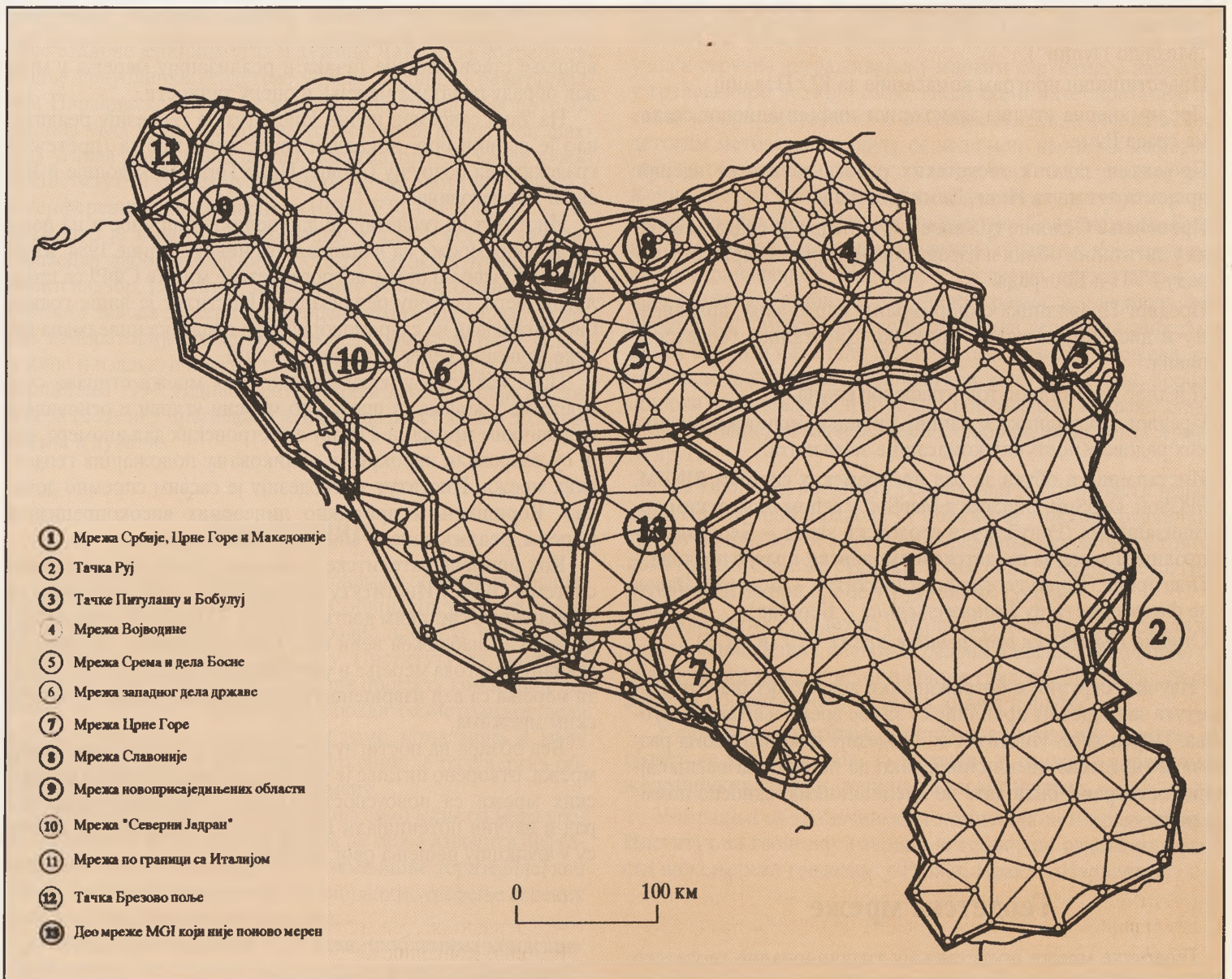
- Нивелман преко реке Саве код новог железничког моста.
- Израда геодетског елабората за радове на заштити приобаља у врху акумулације „Ђелије“ – Расина.
- Пројекат геодетске мреже бране и акумулације „Брестовац“.
- Прорачун априорне тачности обележавања путничке железничке станице „Београд“.

У периоду од 1980. до 1990. године у Институту за геодезију су урађени следећи значајнији радови:

- Обрада података градске тригонометријске мреже Бар–Сутоморе.
- Терестричко фотограметријско снимање за потребе Завода за заштиту споменика културе Београда: Барутни магацин, Југоисточни бедем, Северозападни бедем и Сахат-кула на тврђави Калемегдан, већи број појединачних објеката под заштитом државе у надлежности овог Завода.
- Картографски радови на карти В.Ф.Р. за потребе Савезне управе за контролу летења.
- Терестричко фотограметријско снимање „Терзијског моста“ у Ђаковици.
- Израда градских тригонометријских мрежа Иванграда, Чајетине, Никшића, Пљеваља ...
- Израда градских полигонских мрежа Чајетине, Зајечара, Параћина, Никшића, Улциња, Великог Градишта ...
- Израда градских нивелманских мрежа Чајетине, Зајечара, Гамзиградске бање, Никшића, Пљеваља ...
- Студија Метролошке основе геодезије СФРЈ за потребе Савезног завода за мере и драгоцене метале.
- Генерални пројекат комасације за комасациона подручја општина Неготин, Шабац, Обреновац, Велика Плана...
- Терестричко фотограметријско снимање кањона реке Мораче.
- Оскултациона мерења брана: „Хазна“, „Павуља Виш“, „Радоњић“, „Брестовац“.
- Оскултациона мерења на индустријским објектима: хале за млевање руде у Мајданпеку, фабрике синтетских смола у Индустрији боја и лакова „Дуга“, итд.
- Изравнање оскултационих мерења на бранама „Врутци“, „Бован“, „Радоњић“, „Гружа“, „Придворице“, „Ђелије“ итд.
- Пројекат оскултационих мерења заштитне грађевине Фабрике алкохола и природне ракије у Луновом Селу.
- Градски нивелман црногорских градова Будве, Бара, Котора и Херцег-Новог.
- Аеротриангулација фотограметријских блокова: Сомбор, Ваљево, Копаоник, Обреновац, Лозница, Кушиљево, Марковац, Блаце, Аеродром „Београд“, Аутопут око Београда, Сврљиг, Светозарево, Титово Ужуице, Бела Река, Ниш,

Сакуле, Рибарска река, Бор, Пожаревац итд., укупно око 5.000 модела.

- Праћење испитивања силоса GOŠA-LONG на оптерећење крова, фотограметријском методом.
- Одређивање деформација кровне конструкције и кранских стаза хале Хладне ваљаонице лимова у МК Смедерево после пожара 1986. године, комбинацијом фотограметријске и класичне методе.
- Нумерички геодетски премер ужег подручја Аеродрома „Београд“ и успостављање геодетске основе ширег подручја Аеродрома „Београд“.
- Реализација основног оперативног полигона и фотограметријског премера трасе аутопута око Београда, деонице Добановци–Бубањ Поток и Београд–Панчево.
- Пројектовање и реализација геодетских мрежа за потребе премера Титовог Ужица.
- Изравнање нивелмана високе тачности „Бердапа“ са десет прелаза преко Дунава.
- Пројекат попуне тригонометријске мреже пограничног дела СР Црне Горе према НР Албанији.
- Контрола монтаже дрвене кровне конструкције спортске хале у Врању.
- Одређивање еталонских дужина основице Параћин за потребе калибрације електрооптичких даљиномера.
- Геодетски радови на санацији главног тунелског довода Баново брдо–Ташмајдан.
- Успостављање и верификација примарних еталона великих дужина и углова за потребе оружаних снага СРЈ.



Слика 3 – Геодетске референтне мреже Југославије

- Фотограметријски радови на санацији бедема средњо-вековне тврђаве Бач.
- Фотограметријско снимање постојећег стања и оскултације моста „Мехмед Паше Соколовића“ на Дрини у Вишеграду.
- Студија о стању астрогеодетске мреже СФРЈ са предлогом мера за даље радове.

У последњем карактеристичном периоду развоја Института, од 1990. до 1996. године, урађени су следећи значајнији радови:

- Пројектовање и реализација геодетских мрежа за потребе премера града Крагујевца.
- Пројекат *Кашастар водова и подземних објеката* (у сарадњи са Институтом „Михајло Пупин“).
- Студија *Примена рачунарске графике у развоју геодетског информационог система* (у сарадњи са Институтом „Михајло Пупин“).
- Инвестициони програм комасације за КО Павлиш.
- Прелиминарна студија просторног информационог система града Руме.
- Пројектни задатак геодетских радова за израду идејног пројекта аутопута Ниш–Димитровград.
- Превођење Основне државне карте подручја града Београда у дигитални облик и израда компјутерске подршке за израду ГУП-а Београда.
- Предлог Правилника о формирању, одржавању, архивирању и дистрибуцији базе података Дигиталног геодетског плана.
- Предлог Дигиталног топографског кључа.
- Предлог Правилника о начину вршења геодетско-техничких радова у поступку комасације земљишта.
- Инсталација и обука за рад програмских система BINEM, PPCSoft, DigiSoft, DigiScan и MapSoft у већим геодетским организацијама (Републички геодетски завод – Београд, Републички завод за геодетске и имовинско-правне послове – Подгорица, Војно-географски институт – Београд, Завод за фотограметрију *Геоинжењеринг* – Београд).
- Студија *Геодетске референцијне мреже СРЈ* (в. сл. 3).

Научни, стручни и истраживачки аспект активности Института за геодезију преплићу се за све време његовог постојања. Поред тога, Институт за геодезију покрива веома различите геодетске дисциплине, тако да ће синтеза најзначајнијих остварења бити дата по дисциплинама, односно пољима рада.

## Геодетске мреже

Геодетске мреже представљају традиционално геодеетско поље рада. То се може видети и из побројаних радова Института у протеклом периоду. Може се слободно рећи да а Инсти-

тут има водећу улогу у овој области, било да је реч о класичним геодетским мрежама, било да су то савремене тригонометријске, полигонске или нивелманске мреже. Пратећи светска достигнућа и уграђујући сопствена истраживања у реализацију геодетских мрежа, Институт за геодезију је успео да обликује савремене геодетске мреже, у складу са датим тренутком и достигнутим степеном развоја технологије и одговарајућих метода мерења елементарних геодетских величина.

Научноистраживачки рад чланова Института за геодезију кроз научноистраживачке пројекте, докторске дисертације, магистарске и дипломске радове нашао је потпуну примену у практичној реализацији геодетских мрежа. На примеру геодетских мрежа провераван је пројектни приступ који се на Институту за геодезију негује при реализацији сложених геодетских задатака. Пројектни приступ, кад је реч о геодетским мрежама, подразумева: израду пројекта геометрије мреже и пројекта извршења мерења; ревизију пројекта; извршење стабилизације тачака и реализацију мерења у мрежи; обраду података мерења и оцену тачности.

На тако савремен начин Институт за геодезију реализовао је велики број локалних геодетских мрежа (претежно градских) на подручју Србије, Црне Горе, Македоније и Босне и Херцеговине.

Институт за геодезију је дао велики допринос и на пољу геодетских мрежа на националном нивоу. Године 1984. израђена је Студија о стању астрогеодетске мреже СФРЈ са предлогом мера за њену реализацију. Институт је више година био ангажован на савременој обради података нивелмана високе тачности већег дела бивше СФРЈ.

Прва искуства у изради геодетских мрежа стицана су у мрежама у којима су претежно мерени углови и основице у основичким мрежама. Појаву електронских даљиномера, који су направили преокрет у обликовању положајних геодетских мрежа, Институт за геодезију је сасвим спремно дочекао. Коришћењем претежно линеарних високопрецизних мерења, реализоване су многе геодетске мреже.

Код примене сателитске геодезије (Глобални позициони систем – GPS), у Институту за геодезију се чине напори да се приближимо светским достигнућима. Захваљујући чињеници да је у СРЈ набављен већи број GPS пријемника, убрзано се савлађују метода мерења и усаглашавања нових GPS резултата мерења са већ извршеним класичним мерењима у геодетским мрежама.

Без обзира на постигнуте резултате у реализацији нових мрежа, отворено питање је усаглашавање постојећих геодетских мрежа са новоуспостављеним. Научноистраживачки рад и научни потенцијали Института за геодезију стављени су у функцију решења овог проблема.



## Геодетска метрологија

Геодетска метрологија као посебна дисциплина поникла је из области високотачних прецизних и осталих мерења елементарних величина у геодезији. Иако у општем смислу метрологија представља науку о мерењу, она је ограничена на преношење јединица од примарног до радног еталона, односно до резултата мерења уз утврђивање свих метролошких карактеристика мерила.

Зачетак метролошке активности у СРЈ везан је за почетак мерења елементарних величина. У то време извођачи радова су у сопственој режији, испитивали услове које треба да задовољи мерило.

Усвајањем закона о мерним јединицама и мерилима 1980. године почела је реализација обавезе свих корисника мерила да изврше преглед и верификацију, односно атестирање свих мерила. Институт за геодезију пратио је токове развоја геодетске метрологије и ставио је на располагање корисницима своје еталоне јединица угла и дужине. Тако је за потребе тадашње Републичке геодетске управе извршена ревитализација Параћинске основице као еталона дужине. За потребе еталона угла кружних подела успостављен је полигон фиксних углова реализован помоћу колиматора. За краће дужине Институт за геодезију обезбедио је високотачни еталон – интерференцијски компаратор HEWLETT PACARD.

Пошто је имао на располагању еталоне угла и дужине, неопходан лабораторијски простор и високостручан метролошки надзор, Институт за геодезију добио је овлашћење од Савезног завода за мере и драгоцене метале да као метролошка лабораторија може вршити испитивање мерила угла и дужине и издавати атест о исправности мерила. Од добијања овлашћења 1994. године, Метролошка лабораторија Института за геодезију прегледала је и издала атест за око 50 мерила угла и дужине.

## Комасација

У интензивним геодетским радовима у области комасације, који су 80-их година изведени у Србији, Институт за геодезију је учествовао тако што је израдио пројекте већег броја комасационих подручја. Тада је у Институту за геодезију формиран савремени приступ изради пројекта комасације заснован на потпуно аналитичкој обради геометријског дела пројекта комасације. Захваљујући томе, комасација је међу првим геодетским дисциплинама у којима је рачунарска обрада података нашла масовну примену.

Сазрева схватање да је комасација само једна од мера уређења руралног простора и да се она не може изводити без сагледавања свих аспеката уређења земљишне територије, као што су: екологија, педологија, мелиорације, уређење сеоских насеља, путна инфраструктура итд.

У новије време, Институт се бави проблемима комасације кроз израду инвестиционих програма и кроз израду пратеће правилничке регулативе.

## Инжењерска геодезија

Захваљујући томе што се налази у склопу Грађевинског факултета, Институт за геодезију је био у прилици да учествује у великом броју задатака инжењерске геодезије. То су, по правилу, били послови вансеријског карактера, као што су: оскултације брана, оскултације специјалних грађевинских конструкција (мостова, торњева, силоса), израда геодетских мрежа специјалних намена итд.

Најновија научна достигнућа у свету и код нас из области геодезије, као и нове технологије, Институт за геодезију је примењивао у области инжењерске геодезије.

Најзначајнији радови Института за геодезију били су везани за деформациону анализу земљине коре, грађевинских и других објеката. Геодетским методама обезбеђују се информације о померању земљине површи или објеката, о вертикалним и хоризонталним померањима, локалним или регионалним. Ове информације од изузетног су значаја за научна и стручна истраживања у многим струкама, а нарочито у грађевинарству, које своје закључке и интерпретације заснива на претпоставкама о стабилности тла и објеката. Геодетским методама одређују се величине насталих деформација на објектима и тиме се ствара могућност провере учињених претпоставки о могућим деформацијама које су коришћене приликом статичких прорачуна. Савремено грађевинарство изводи велике и комплексне објекте у које се улажу велика финансијска средства, а геодезија пружа информације о њиховој стабилности у току градње и у периоду експлоатације. Објекти за које је обављана геодетска деформациона анализа најчешће су били: телевизијски торњеви, резервоари за воду, авионски хангари, мостови, бране, пробни шипови у темељима, фабричка постројења, кранске стазе, спортске хале, ротационе пећи у фабрикама цемента и многи други.

Значајан број пројеката реализован је и у области рударства. Најзначајнији радови су обављани у оквиру рудничких триангулација као и мерења и изравнања основичких тригонометријских мрежа рудника. Осим ових, извођени су и геодетски радови при пробоју рудничких тунела.

Инжењерска геодезија је дала свој допринос и у реализацији урбанистичких планова градова и насеља. Најчешће су реализовани нивелациони планови градова, пројекти обележавања објеката, регулационих линија и друго.

У области саобраћаја, Институт за геодезију изводио је геодетске радове везане за изградњу и санацију аеродрома, железничких пруга и станица као и аутопутева.

У сарадњи са грађевинским компанијама и предузећима, Институт за геодезију изводио је геодетске радове из области инжењерске геодезије у Русији, Ираку и Израелу.

## Блископредметна фотограметрија

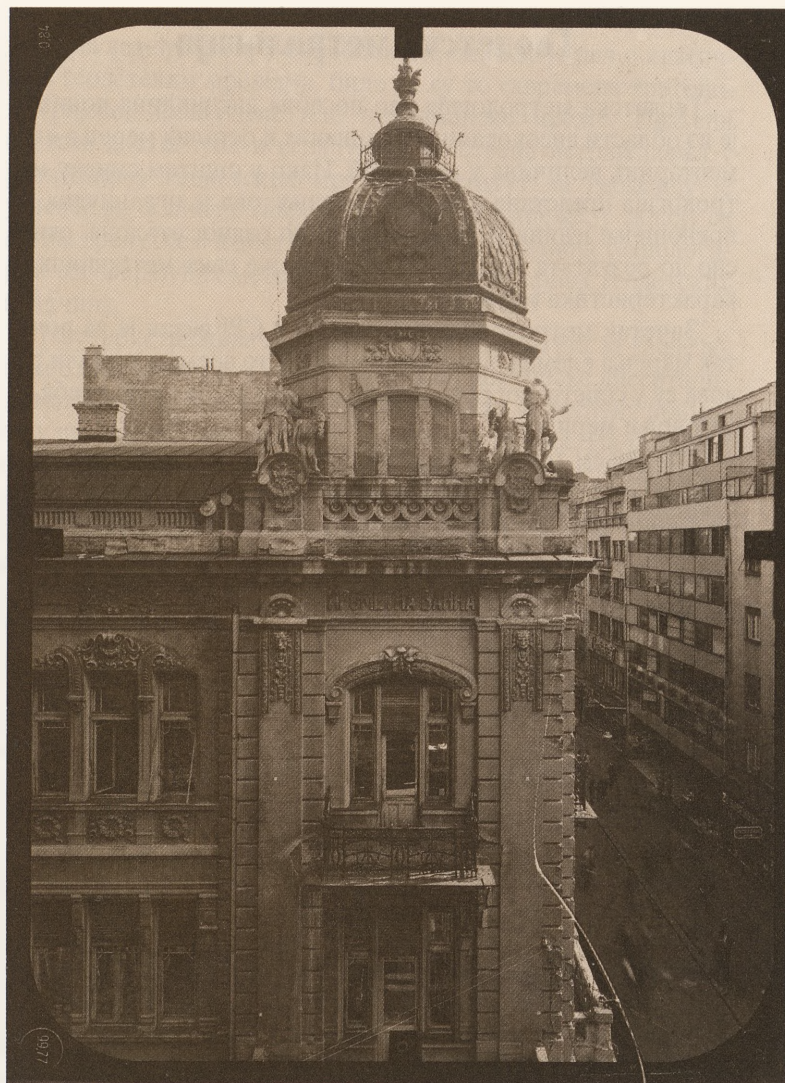
Полазећи од чињенице да у домаћим оквирима не постоји ниједна специјализована геодетска организација која се бави блископредметном фотограметријом, Институт за геодезију је у последњих 15 година улагао велике напоре у поспешивање ове области рада. Године 1979. набављена је тада савремена суперширокоугаона терестричка камера УМК 10/1318 Carl Zeiss Jena, а неколико година касније у Лабораторији за фотограметрију набављен је и Аутограф Wild А5 за фотограметријску реституцију снимака до формата 18×18 cm. Ослањајући се на ову опрему, на Институту је урађен велики број стручних послова из области терестричке фотограметрије. Реч је углавном о примени фотограметрије у заштити споменика културе. Снимљен је велики број објеката у надлежности Градског завода за заштиту споменика културе Београда [заштита зграда најужег градског језгра (в. сл. 4), историјски споменици, Калемегданска тврђава, манастир Раковица итд.]. Снимани су и објекти широм Југославије [„Терзијски мост“ у Ђаковици (в. сл. 5), мост „Мехмед Паше Соколовића“ у Вишеграду, Гамзиградска тврђава, тврђава Бач, манастир Студеница итд.].

Посебно поље активности Института је блископредметна аналитичка фотограметрија. До 1987. године за мерење сликовних координата коришћен је до тада у бившој СФРЈ једини аналитички инструмент AP/C 4, који се налазио у Геодетском заводу Ријека, а од 1987. године коришћен је стереокомпаратор STECOMETER C у Машинској индустрији у Нишу. Најновији радови из ове области изводе се дигиталним техникама мерења на скенираним фотограметријским снимцима, чиме је потреба за компаратором избегнута.

Један од првих веома значајних радови у области блископредметне аналитичке фотограметрије урађен је 1985. године. Праћено је испитивање силоса GOŠA-LONG на оптерећење крова, фотограметријском методом. У девет независних серија кровна конструкција силоса оптерећивана је џаковима пшенице споља, док су са унутрашње стране фотограметријском методом одређиване позиције више од 200 карактеристичних тачака конструкције. Комплетна обрада података, укључујући и 3D графичке приказе, урађена је на рачунару коришћењем за ту прилику посебно развијеног софтвера.

Следећи крупан задатак уследио је већ 1986. године. Одрђиване су деформације кровне конструкције и крајних стаза хале Хладне ваљалонице лимова у МК Смедеревска после пожара 1986. године, комбинацијом фотограметријске и класичне методе. У веома кратком времену после пожара, једновремено су извршена два независна фотограметријска снимања: авионско у размери 1:1000, камером LMK Carl Zeiss Jena са применом система помичне слике, и хеликоптерско снимање посебно адаптираном камером УМК 10/13188 Carl Zeiss Jena у размери 1:500.

У последњих 10 година Лабораторија за фотограметрију развила је методологију мерења и обраде аматерских снимака, како фотографских тако и видео снимака. Резултати ових истраживања саопштени су на Четвртој семинару из фото-



Слика 4 – Детаљ фасаде зграде на углу Кнез Михаилове и Змај Јовине улице у Београду снимљен 1982. године

граметрије који је на Институту за геодезију одржан 1994. године под називом: *Фотографски и видео снимци у судској пракси*.

## Аерофотограметрија

Полазећи од чињенице да је аерофотограметријска метода доминантна метода фотограметријског премера и да су сви домаћи фотограметријски капацитети засновани на генерацији аналогних фотограметријских инструмената, са малим изгледима обнављања ове опреме, Институт је поље своје активности у аерофотограметрији усмерио на примену аналитичких метода и поступака за ову врсту фотограметријских инструмената. Ту се у првом реду мисли на методу блокаертриангулације методом независних модела. У периоду од 1983. до 1993. године изравнато је више од 50 фотограметријских блокова са око 5.000 фотограметријских модела. На основу тих искустава развијени су оригиналан софтвер и методологија пројектовања, мерења и изравнања блокаеро-



Слика 5 – „Терзијски мост“ у Баковици снимљен 1982. године

триангулације независних модела. Резултати постигнути у овој области саопштени су стручној јавности на Првом семинару из фотограметрије, који је на Институту за геодезију одржан 1986. године под називом: *Примена метода аерофотограметрије блока методом независних модела у аерофотограметрији.*

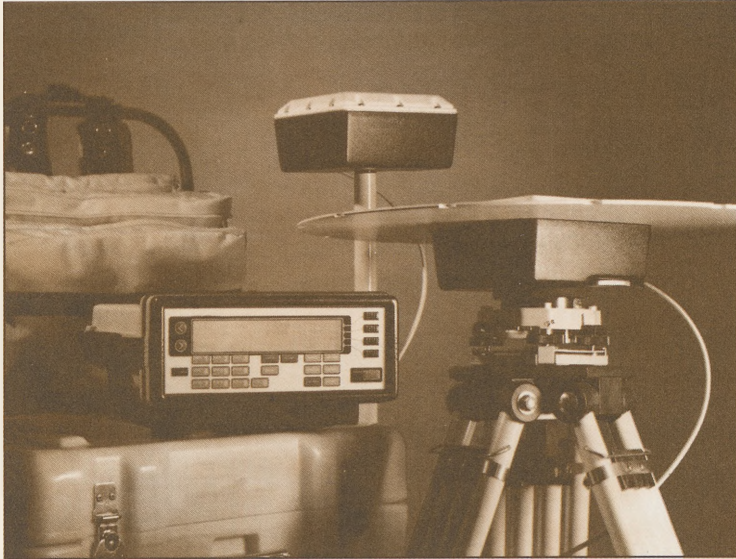
Трагајући за погодним решењем за ефикаснију рачунарску подршку процесу фотограметријског мерења, у Лабораторији за фотограметрију је развијен оригиналан систем рачунарске подршке фотограметријском мерењу назван PPC систем. Саставни делови тог система су: давачи импулса уграђени на три основна покрета фотограметријског инструмента; РС компатибилна микропроцесорска картица (PPC board) за претварање импулса у дигиталне вредности координата; РС рачунар као централни део система за подршку; софтвер назван PPCSoft.

Резултати постигнути у овој области саопштени су стручној јавности на Другом семинару из фотограметрије, који је

на Институту за геодезију одржан 1989. године под називом: *Рачунарска подршка нумеричкој респицијацији код инстурманата механичке конструкције.*

## Развој софтвера

Први кораци у развоју геодетског софтвера на Институту за геодезију су начињени још 70-их година. Захваљујући изузетном залагању покојног мр Павла Зеремског, развијена је богата библиотека геодетских програма на програмском језику FORTRAN IV, за легендарни рачунарски систем IBM 1130 – 8 К. Набавка новог DIGITAL-овог рачунара DEC 20 подстакла је извесну адаптацију софтвера за нови рачунар, а Институту је омогућила доминантну улогу 80-их година у области изравнања геодетских мрежа. Већина програма поменути библиотеке касније је прерађена за оперативни систем MS DOS и многи су још у употреби.



Слика 6 – Изглед савременог геодетског инструмента који ради на принципу GPS (Global Positioning System)

Већ 80-их година је постало јасно да се даље истраживање нових метода и поступака у геодезији више не могу замислити без истовременог развоја одговарајућег софтвера. Тако је развој софтвера постао саставни део истраживачког рада на Институту за геодезију, и престао да буде предмет посебне активности.

Посебно место у развоју геодетског софтвера заузимају софтвери који подразумевају радикалну измену технологије рада. Њиховом дистрибуцијом Институт за геодезију остварио је и значајан трансфер знања и технологије у геодетску праксу. Најбољи пример за то је блокаеротриангулација методом независних модела, која данас представља доминантну методу оријентације фотограметријског снимања у домаћој фотограметријској пракси.

Најновији пример је развој технологије Дигиталног геодетског плана, која се на Институту за геодезију интензивно развија од 1991. године. Развој софтвера за подршку дигиталној фотограметријској реституцији био је покретач развоја нове технологије која је данас доминантна технологија израде геодетских планова на подручју СРЈ.