

## ПРИМЕНА САВРЕМЕНИХ ГЕОДЕТСКИХ МЕТОДА КОД ИЗРАДЕ ГЕОДЕТСКИХ ПОДЛОГА ЗА ПОТРЕБЕ ПРОЈЕКТОВАЊА У НИСКОГРАДЊИ

Мирослав Кубурић<sup>1</sup>

УДК: 528.02:625

DOI: 10.14415/konferencijaGFS2014.141

**Резиме:** Савремена геодетска опрема потпомогнута софтверима за аутоматску обраду и презентацију просторних података у данашње време значајно утичу на ефикасност, квалитет, формат и цену реализације геодетских радова као основе за пројектовање. У раду је приказана анализа и компарација резултата израде геодетске подлоге за потребе израде пројектата рехабилитације путних праваца, са аспекта примене различитих метода прикупљања просторних података, њихове обраде и презентације.

**Кључне речи:** Савремене геодетске методе, израда геодетских подлога

### 1. УВОД

Производи рада геодетских стручњака у фази пројектовања у нискоградњи, незаобилазни су чинилац мултидисциплинарне пројектне документације. Савременици смо различитог нивоа квалитета геодетских радова али и начина разумевања места, улоге и значаја геодетске фазе пројекта за укупну меру успеха самог грађевинског пројекта. Генезу овог често неадекватног разумевања треба тражити са једне стране у неспособности и немару геодетских стручњака да на прави начин документују и презентују резултате свога рада, а са друге на неретком одсуству неразумевања методологије, могућности и значаја просторних информација у функцији квалитета пројектног решења од стране пројектаната других струка.

Свакодневно се геодетски стручњаци сусрећу са неадекватним, непотпуним и непрецизно дефинисаним пројектним задацима од стране инвеститора. Ово по правилу за последицу има преслободно тумачење сопствених обавеза самих геодетских стручњака, а све заједно за последицу има просторне подлоге и геодетске пројекте ограниченог квалитета, недовољне поузданости и неадекватног садржаја.

У историјском смислу мора се сагледати и чињеница да је прикупљање просторних података и израда геодетских подлога као и пратеће пројектне документације била веома дуготрајна, скупа и технички веома захтевна фаза која

<sup>1</sup> Доц. др Мирослав Кубурић, дипл.инж. геод., Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица, Козарачка 2а, Суботица, Србија, тел: 024 554 300, е – mail: [mkuburic@gf.uns.ac.rs](mailto:mkuburic@gf.uns.ac.rs)

је углавном диктирала динамику израде грађевинских пројеката. Можда баш у овој чињеници лежи узрок претходно поменутог нивоа израде геодетских пројеката, јер су корисници геодетских услуга са нестрпљењем чекали продукт рада геодетских стручњака након чега су се задовољавали најчешће са самом геодетском подлогом, а након тога је по правилу сплашњавала мотивација самих пројектаната да израду пројектне документације доведу до краја и у формално техничком смислу.

Савремена геодетска технологија и напредак ИТ сектора направиле су отклон од до дата доминантних компоненти геодетске фазе пројекта у смислу динамике и цене. Савремени трендови у геодетској струци крећу се у смеру значајног смањења времена потребног за аквизицију просторних података, као и за њихово нумеричко процесирање у бироима. Дакле геодетска струка је данас више него раније у прилици да уз помоћ савремене технологије корисницима својих услуга пружи ефикаснију, поузданију, квалитетнију и јефтинију услугу.

Овај рад се бави упоредном анализом ефикасности израде геодетских пројеката у поступцима израде пројектне документације рехабилитације путних праваца у Републици Србији.

## 2. САВРЕМЕНА ГЕОДЕТСКА ТЕХНОЛОГИЈА

У данашње време технолошке иновације у сегменту производње геодетске опреме су таквог интензитета да је све теже ићи у корак освајања нове технологије у практичној примени, а задржати се у статусу “нове технологије”. Такође се у функцији времена неки помпезно најављивани производи практично нестали са тржишта јер нису нашли своју примену у пуном смислу, макар на домаћем тржишту, које по природи ствари има и своје специфичности у смислу захтева и навика.

За потребе израде овог рада вршена је анализа примене неких савремених мерних уређаја као и софтвера за обраду просторних података, а на основу богатог практичног искуства њихове примене на бројним пројектима рехабилитација путних праваца у Србији.

За референтну методологију у овом истраживању узета је примена терестричких (класичних) геодетских мерења употребом тоталних станица са аутоматском регистрацијом, израдом класичних аналогних геодетских скица премера и графичких стандарда за дигиталну интерпретацију геодетских подлога.

Упоредна анализа је вршена са неким од оригиналних софтверских решења за прикупљање и нумеричку обраду просторних података, као и уз примену неких савремених мерних уређаја.

### 2.1. Геоделта

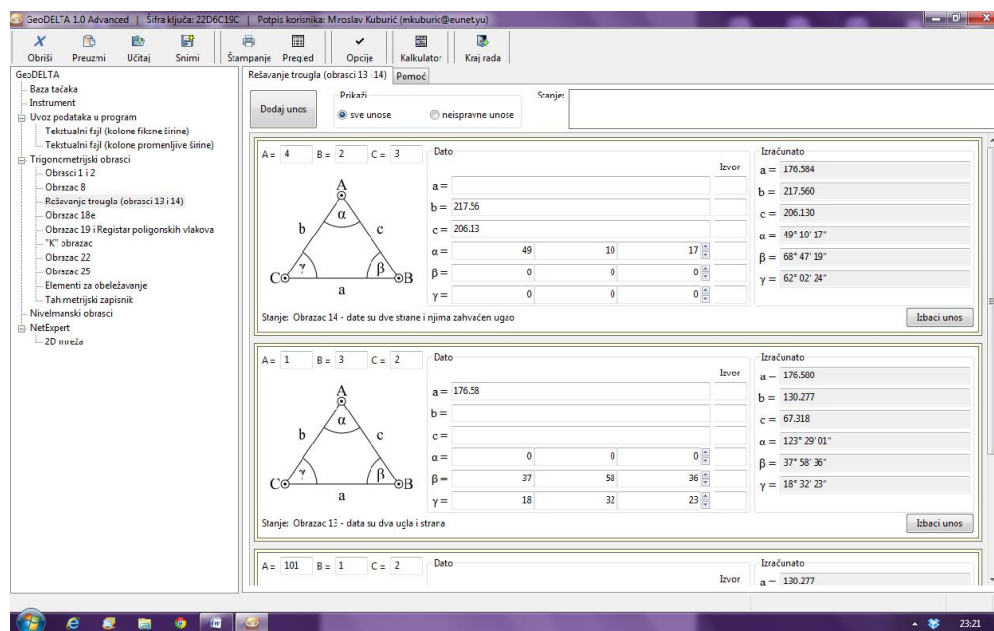
Софтверско решење “Геоделта” оригинално је развијано од стране аутора, а у функционалном смислу злужи за обраду мерних података прикупљених аутоматском регистрацијом тоталним станицама. Функционалност самог софтвера је замишљена тако да се кориснику обезбеди потпуна аутоматизација од трансфера

података са мерног уређаја до генерисања стандардизованих извештаја након обраде података.

Асоцијативни и кориснички оријентисан интерфејс креиран је над интерном базом података у којој се чувају сви оригинални мерни фајлови али и сви резултати самог поступка обраде.

Једна од посебних погодности сем потпуне аутоматизације нумеричке обраде података је и могућност једноставне размене података међу појединим модулима у самом софтверу.

Најкраће речено софтверско решење је концептуално замишљено да кориснику омогући потпуну аутоматизацију нумеричке обраде података од оригиналног мерног фајла до свих формалних извештаја који се базирају на прописаним изгледима тригонометријских односно нивелманских образаца, при чему се у потпуности следи логика којом би корисник исте ове проблеме решавао и без поменутог алата. Изглед радног екрана софтверског решења “Геоделта” приказан је на Слици 1.



Слика 1. Изглед радног екрана корисничког интерфејса софтвера „Геоделта“

Са Сlike 1. се може видети да су називи појединих модула такође асоцијативни и устаљени у свакодневној геодетској терминологији, а кориснику преносе и информацију у којим ће се обрасцима наћи резултат нумеричке обраде мерних података.

Графичка интерпретација базе се приказује у обрасцима: TO1, TO2, TO8, TO13, TO14, TO18e, TO19, TO22, TO25, тахиметријским записницима као и у нивелманским обрасцима. Софтвер је такође прилагођен директном извозу података у софтвере за даљу обраду попут NetExpert-а, али и графичком стандарду односно .dxf формату.

## 2.2. Геоскица

Геоскица је апликативно решење прилагођено концепту масовног прикупљања теренских геодетских података у дигиталном облику и стандардизованом формату. Апликација је развијена у софтверу Eclipse, а развојно окружење је Java. Као хардверска основа користе се таблет рачунари са Андроид оперативним системом. Прикупљање теренских података у досадашњој пракси је поступак који се радио на папирној подлози која представља основу за канцеларијску обраду података. Искуство је показало, да време потребно за прикупљање теренских података на традиционални начин, захтева исто толико времена у канцеларији за превођење прикупљених података у дигитални облик.

Из наведених разлога предметна апликација реализована је на идеји о електронском запису теренских података. У њој су сажети различити концепти досадашње праксе: поузданост теренског податка, употреба важећих правилника, брзина израде геодетског плана, једноставност у раду, могућност проширења захтева.

## 2.3. GNSS

Системи за глобално позиционирање, често називани заједничким именом ГПС, одавно се не убрајају у технологију новије генерације. Међутим по својој функционалности и поузданости сврставају се свакако у једне од најчешће употребљаваних у свакодневној геодетској пракси.

Техничко технолошка решења која су формални предуслови њиховог функционисања неретко представљају ограничења у њиховој примени те их из тог разлога не разматрамо у овом раду као стандардну технологију у поступку израде геодетских подлога за потребе пројектовања у нискоградњи. Такође постоји разлика да ли се ова технологија користи у статичком режиму рада или применом кинематичке односно РТК методе прикупљања просторних података. У новије време успостава мреже перманентних станица и стварања законских оквира и правила примене GNSS технологије у пословима геодетског премера, значајно су олакшали, поједноставили, убрзали и појевтинили рад на изради геодетских подлога.

## 3. АНАЛИЗА ПОСЛОВНИХ ПРОЦЕСА

У најопштијем смислу поступак прикупљања просторних информација и израде геодетских подлога може се посматрати декомпоновано у неколико основних фаза која свака за себе имају више независних пословних процеса. Анализа мерења утицаја примене савремене технологије на ефикасност завршетка сваког пословног процеса управо је и рађена на основу овог начина декомпоновања пословних процеса. Сви подаци који ће бити презентовани у упоредним анализама дати су у данима на бази рада једне теренске геодетске екипе у случају теренских радова, односно на бази ангажовања једног геодетског стручњака у случају канцеларијских радова. За референтну деоницу путног правца узета је просечна ванградска деоница у дужини од 10км.

### 3.1. Оперативни полигон

*Према одредбама типског пројектног задатка који је за послове израде пројеката реконструкције путних праваца дефинисао представник ЈП Путеви Србије, у функцији инвеститора, циљ постављања тачака оперативног полигона је успостављање јединствене геодетске основе за потребе израде пројектно-техничке документације и обележавања пута.*

*Пројектант је у обавези да приложи спискове координата постојећих тачака и спискове висина репера оверене од стране надлежне службе Републичког геодетског завода.*

Пројектант предаје и техничку документацију са техничким извештајем, мереним и обрађеним подацима, списак тачака оперативног полигона са координатама, надморским висинама, описом положаја (ГО 27) и скицом оперативног полигона у аналогном и дигиталном облику (DWG формату) са тачкама државне тригонометријске мреже у широј зони.

Повремено се у предметним пројектним задацима помиње и критеријум тачности одређивања координата и кота тачака оперативног полигона у функцији методологије којом се оне одређују.

Декомпоновање овог задатка на пословне процесе у општем случају могло би да се подели на: теренска мерења, обраду теренских података са одређивањем координата и кота тачака и припрему извештаја.

У Табели 1. дат је упоредни преглед реализације овог процеса са аспекта примене класичних односно савремених геодетских метода.

Табела 1. Упоредна анализа пословних процеса у фази реализације оперативног полигона

ОПЕРАТИВНИ ПОЛИГОН	Терестричка мерења		GPS мерења	
	без аутом.	са аутом.	без аутом.	са аутом.
2Д теренска мерења	2	2	1	1
1Д теренска мерења <sup>2</sup>	3	2 <sup>3</sup>	3	2
рачунање координата и кота	2	1 <sup>4</sup>	0,5	0,5
израда извештаја	5	1 <sup>5</sup>	3	1 <sup>6</sup>

### 3.2. Снимање детаља

Обавезе извођача геодетских радова на пословима теренске аквизиције просторних података, снимању детаља, обично се базирају на снимању постојећег стања пута у

<sup>2</sup> 1Д теренска мерења подразумевају поступак геометријског нивелмана без обзира да ли се ради о класичним или GPS мерењима

<sup>3</sup> Под аутоматизацијом у поступку 1Д теренских мерења подразумева се да се у току рада користи дигитални нивелир одговарајуће тачности са могућношћу аутоматске регистрације података

<sup>4</sup> Применом софтверског решења „Геоделта“

<sup>5</sup> Применом софтверског решења „Геоделта“

<sup>6</sup> Применом софтверског решења „Геоделта“

горизонталном и вертикалном смислу са повезивањем на мрежу оперативног полигона.

Све податке са терена (постојеће објекте, електро-стубове, полигоне и реперне тачке, **границе путног земљишта** и др.) учртати у ситуацију R=1:1000, која ће служити као подлога за пројектовање.

Ширина сниманог појаса, треба да је таква (минимум 20 м лево и десно од осовине пута), да обезбеђује израду дигиталног модела површине коловоза и комплексну израду свих садржаја саобраћајнице, а предмет су овог пројекта (коловозна конструкција и одводњавање коловоза укључујући и саобраћајне прикључке).

Попречне профиле најчешће је потребно снимити на одговарајућим растојањима (мах. 20 м) према ситуацији на терену и оштећености површине коловоза као и на карактеристичним местима из ситуације и уздужног профила (прикључци државних путева и локалних саобраћајница, почетак, средина и крај хоризонталних кривина и сл.). Обавеза Пројектанта је да сваку карактеристичну тачку (осовинске, ивичне, полигоне и сл.) дефинише и координатама.

У Табели 2. дат је такође упоредни приказ динамике реализације пројектног задатка у функцији избора методологије односно аутоматизације приликом прикупљања и обраде просторних података за референтну деоницу.

Табела 2. Упоредна анализа пословних процеса у фази снимања детаља

СНИМАЊЕ ДЕТАЉА	Терестричка мерења		GPS мерења	
	без аутом.	са аутом.	без аутом.	са аутом.
теренско снимање детаља	10	8 <sup>7</sup>	7	5 <sup>8</sup>
израда скице премера	5	0 <sup>9</sup>	5	0 <sup>10</sup>

### 3.3. Израда геодетске подлоге

Презентација просторних података, након завршене фазе нумеричке обраде, односно израда топографских подлога је просторна основа грађевинског дела пројекта.

Од пројектанта геодетских радова најчешће се тражи да се подлога изради у стандардном графичком формату (dwg) и испоручи у аналогном и дигиталном облику уз доследну примену свих графичких и струковних стандарда из ове области (мета подаци, формати листова, топографски кључ и др.)

У Табели 3. дата је упоредна анализа динамике реализације овог процеса у функцији примене одговарајуће методологије и софтверских решења за аутоматизацију неких процеса.

<sup>7</sup> Приликом снимања се примењује кодирано регистровање података

<sup>8</sup> Приликом снимања се примењује кодирано регистровање података

<sup>9</sup> Применом софтверског решења „Геоскица“

<sup>10</sup> Применом софтверског решења „Геоскица“

Табела 3. Упоредна анализа пословних процеса у фази израде геодетских подлога

ИЗРАДА ПОДЛОГА	Терестричка мерења		GPS мерења	
	без аутом.	са аутом.	без аутом.	са аутом.
обрада података снимња	4	1 <sup>11</sup>	2	1 <sup>12</sup>
картирање детаља	5	1 <sup>13</sup>	5	1 <sup>14</sup>
израда топографских подлога	5	1 <sup>15</sup>	5	1 <sup>16</sup>
формирање техничке документације	7	2 <sup>17</sup>	6	2 <sup>18</sup>

#### 4. ЗАКЉУЧАК

У раду су свесно узета у разматрање само нека од плејаде софтверских решења за аутоматску обраду података и то домаћих аутора. Разлога за то има више али свакако најважнији је што су ова решења у потпуности прилагођена локалној законској нормативи и специфичним правилима геодетске струке. Такође је у раду разматрана само примена неколико врста различитих типова геодетских инструмената (тоталне станице, GPS пријемници и класични и дигитални нивелири) са којима се свакодневно сусрећемо у геодетској пракси.

Презентована упоредна анализа потврдила је да примена савремене геодетске технологије и софтверских решења за аутоматску обраду података у данашње време нису ствар луксуза и комфора у раду. На бази оперативних искустава потврђено је да се ефикасност рада са применом савремене технологије и аутоматске обраде података у односу на традиционалне методе израде геодетских подлога, мери у зависности од фазе, у износу од 30% до вишеструког скраћења времена реализације.

Савремена технологија и аутоматска обрада података рад геодетских стручњака чине ефикаснијим, квалитетнијим и јефтинијим. Дакле примена савремене технологије данас није став избора него опредељење да ли хоћемо на прави начин да одговоримо захтевима корисника геодетских услуга.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о државном премеру и катастру "Службени гласник РС број 72/09, са изменама и допунама";

<sup>11</sup> Применом софтверског решења „Геоделта“

<sup>12</sup> Применом софтверског решења „Геоделта“

<sup>13</sup> Применом софтверског решења „Геоскица“

<sup>14</sup> Применом софтверског решења „Геоскица“

<sup>15</sup> Применом софтверског решења „Геоскица“

<sup>16</sup> Применом софтверског решења „Геоскица“

<sup>17</sup> Применом софтверског решења „Геоделта“

<sup>18</sup> Применом софтверског решења „Геоделта“

- [2] Закон о планирању и изградњи "Службени гласник РС број 72/09, са изменама и допунама";
- [3] Главни пројекат Аутопута на коридору X, Деоница 3: Црвена река-Чифлик, Од км 40+965,00 до км 50+945,64: Пројекат геодетских радова, Оперативни полигон, Елаборат геодетског снимања, Пројекат геодетског обележавања, Пројекат експропријације, Геопут д.о.о. Београд, 2010;
- [4] Главни пројекат Аутопута на коридору X, Деоница 2: Грабовница-Грделица, Од км 868+166,10 до км 873+700,00: Пројекат геодетских радова, Оперативни полигон, Елаборат геодетског снимања, Пројекат геодетског обележавања, Пројекат експропријације, Геопут д.о.о. Београд, 2010;
- [5] Генерални пројект, Идејни пројект и Главни пројект магистралног пута Никшић-Шавнок-Жабљак, деоница: Шавник-Грабовица, Л=8,1 км, Геопут д.о.о. Београд, 2008;
- [6] Техничка контрола ТЕХНИЧКЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ: Главни пројекат аутопута Е-75 Нови Сад-Београд (Геодетски елаборат; Пројекат геодетског обележавања; Пројекат експропријације), деоница:ЛОТ 1.1, Од км 108+000 до км 120+000, Геопут д.о.о. Београд, 2008.

## APPLICATION OF MODERN SURVEYING METHODS FOR MAKING SURVEYING MAPS FOR THE NEEDS OF DESIGNING IN CIVIL ENGINEERING

***Summary:** Contemporary geodetic equipment supported by automatic processing and spatial data presentation software have nowadays a significant impact on the efficiency, quality, format and the cost of implementation of surveying works as a basis for designing. The paper presents the analysis and comparison of results of making surveying maps for the needs of making designs of roads rehabilitation, from the point of view of different methods of collecting spatial data, their processing and presentation.*

***Keywords:** Contemporary surveying methods, developing surveying maps*