



[1] 2013 1[1]

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

308-315

Стручни рад | Professional paper

UDK | UDC 551.5:519.2

DOI 10.7251/AGGPLUS1301308D

Рад примљен | Paper received 15/11/2013

Рад прихваћен | Paper accepted 11/12/2013

Синиша Делчев

Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Бул. краља Александра 73, Београд

Вукан Огризовић

Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Бул. краља Александра 73, Београд

Јелена Гучевић

Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Бул. краља Александра 73, Београд

ПРВА МЕТРОЛОШКА
ЛАБОРАТОРИЈА ЗА
ЕТАЛОНИРАЊЕ МЕРИЛА
УГЛА И ДУЖИНЕ

FIRST METROLOGICAL
LABORATORY FOR ANGLE AND
LENGTH MEASUREMENTS
CALIBRATION

Стручни рад
Professional paper
Рад примљен | Paper accepted
11/12/2013
УДК | UDC
551.5:519.2
DOI
10.7251/AGGPLUS1301308D

Синиша Делчев

Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Бул. краља Александра 73, Београд

Вукан Огризовић

Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Бул. краља Александра 73, Београд

Јелена Гучевић

Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Бул. краља Александра 73, Београд

ПРВА МЕТРОЛОШКА ЛАБОРАТОРИЈА ЗА ЕТАЛОНИРАЊЕ МЕРИЛА УГЛА И ДУЖИНЕ

АПСТРАКТ

Метролошка лабораторија Грађевинског факултета, Института за геодезију и геоинформатику, почела је са радом 1985. године и у њој се врши еталонирање свих врста мерила у геодезији. За читав овај период у лабораторији су испитивана и еталонирана многобројна и различита мерила која се користе у геодезији. У циљу унапређења рада набављана је савремена мерна опрема и усавршаване су методе рада. Осим рада у лабораторији, поједини њени чланови ангажовани су и у систему акредитације у Републици Србији. Побољшање метода рада и стручно усавршавање је за чланове лабораторије перманентни задатак. У раду ће бити приказане активности Метролошке лабораторије и њених појединих чланова, поједине методе рада и циљеви који су постављени ради даљег унапређења квалитета.

Кључне речи: метролошка лабораторија, метролошко обезбеђење, еталон, уверење о еталонирању

FIRST METROLOGICAL LABORATORY FOR ANGLE AND LENGTH MEASUREMENTS CALIBRATION

ABSTRACT

Metrological Laboratory of Civil Engineering, Institute of Geodesy and Geoinformatics, began work in 1985, and it is performed calibration of all types of instruments used in surveying. For the whole time of his work in the laboratory were tested and calibrated a lot of different measurands that are used in geodesy. In the aim to advance the work it was acquire the modern measuring equipment and improved working methods. Except the work in the laboratory some of the members are involvement in the accreditation system in Serbia. Improving the working methods and training for the members of the laboratory is permanent task. This paper will present the activities of the Metrological laboratory and its individual members, some methods of work and goals that are set to further improve quality.

Keywords: metrological laboratory, metrological assurance, etalon, certificate of calibration

1. УВОД

Метрологија је област сазнања која се односи на мерења. У основи она се бави репродукцијом и утврђивањем мерних јединица, њихових примарних, секундарних, радних еталона, методама мерења физичких величина, развојем и израдом мерних уређаја, усавршавањем мерних поступака и квалитета извођења мерења, као и свим осталим проблемима који се односе на мерења без обзира на њихову тачност [1].

Да би се пратио садашњи степен развоја геодетске метрологије као научне дисциплине у складу са сталним развојем савремене геодетске мерне технологије, неопходно је обезбедити потребну тачност и максималну поузданост мерења.

Јединство и исправност добијених резултата може се остварити на основи захтева акредитације и стандардизације обезбеђених у јединственом систему који обавезује на редовно еталонирање геодетских мерних средстава. У таквом систему се за свако мерно средство морају утврдити његове метролошке карактеристике с одређеном мерном несигурношћу.

Такав систем метролошког обезбеђења не може се замислити без добро организоване и опремљене геодетске лабораторије. Метролошка лабораторија Института за геодезију и геоинформатику почела је с радом 21. јануара 1985. године, и у њој су вршена испитивања геодетских мерила. Крајем 1994. године постаје овлашћена геодетска метролошка лабораторија и издаје уверења о исправности мерила. Од 2002. године је од стране Југословенског акредитационог тела (ЈУАТ-а) акредитована као Метролошка лабораторија за еталонирање мерила угла и дужине, а 2010. је акредитована према стандарду SRPS/ISO 17025 од стране Акредитационог тела Србије, у складу са важећим Законом о акредитацији.

Акредитација лабораторије омогућује да производ, материјал или мерила буду еталонирани на одговарајући начин према прописаним законима и стандардима. Такође, акредитација служи самим лабораторијама да провере свој рад и коректност примене закона и стандарда. Акредитација лабораторије обезбеђује и формално признавање компетентности лабораторије и валидност резултата ван граница земље, уласком у одговарајуће међународне организације (ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation, EA – European Cooperation for Accreditation) и склапањем међународних споразума о међусобном признавању (MLA - Multilateral Agreement).

Уговор о међусобном признавању између националних акредитационих тела је споразумног карактера у смислу признавања да су њихове процедуре и захтеви хармонизовани тако да се резултати рада акредитоване лабораторије било ког националног тела могу прихватити ван граница матичне државе.

2. АКТИВНОСТИ МЕТРОЛОШКЕ ЛАБОРАТОРИЈЕ

У оквиру свог дугогодишњег рада развијене су методе еталонирања геодетских мерних средстава као и укупна анализа методе са оценом тачности. Проблематиком метрологије угла, дужине и других величина која се јавља током геодетских мерења, бави се тим стручњака са високом стручном спремом и научним звањем доктора наука.

Лабораторија располаже свим техничким условима који омогућавају преношење јединица са секундарних еталона на радне еталоне и мерила која се јављају у геодетској пракси. Секундарни еталони се редовно еталонирају и упоређују са примарним еталонима Дирекције за мере и драгоцене метале (ДМДМ), чиме је обезбеђена следивост еталонирања и мерења до Међународног система мерних јединица (SI).

Специфичност остваривања метролошког обезбеђења геодетских инструмената и прибора, поред лабораторијских, подразумева и теренска еталонирања на еталонским базама и тест-мрежама.

Делатност Метролошке лабораторије за еталонирање мерила угла и дужине дефинисана је метролошким прописима, стандардима и радним упутствима за еталонирање мерила угла и дужине и састоји се из следећих активности:

- обезбеђење и проучавање метролошких прописа, упутстава, поступака и интерних докумената;
- обезбеђење и комплетирање опреме за еталонирање;
- припрема и провера исправности опреме за еталонирање и довођење у радно стање;
- пријем мерила за еталонирање и евиденција еталонираних мерила;
- визуелни преглед мерила, утврђивање комплетности, исправности и др.;
- еталонирање и рачунање мерне несигурности;
- израда записника о еталонирању мерила и
- издавање уверења о еталонирању мерила [2].

Осим ових, дефинисаних захтева, делатност чланова лабораторије се огледа и у сталном усавршавању и истраживању. Усавршавање чланова лабораторије се спроводи сталним учешћем на адекватним домаћим и међународним скуповима, по правилу с оригиналним научним радом. Тако чланови лабораторије присуствују ИМЕКО (International Measurement Confederation) конгресима метролога, међународним симпозијумима из области димензија и времена и фреквенције под покровитељством ИМЕКО, као и домаћим конгресима метролога. Радови које чланови лабораторије објављују на тим скуповима, али и другим скуповима из области геодезије (нпр. FIG Workingweek, FIG – International Federation of Surveyors) и инжењерске геодезије, углавном су плод истраживачког рада из области геодетске метрологије. Осим на скуповима, чланови лабораторије објављују радове и у научним часописима.

3. ОПРЕМА ЛАБОРАТОРИЈЕ И РАДНИ ПОЛИГОНИ

Основна компонента лабораторије је адекватна мерна опрема која је еталонирана и за коју лабораторија поседује уверења о еталонирању. Мерном опремом се покривају сва подручја деловања и методе еталонирања геодетских мерила.

- a. Ласерски интерферометријски систем HP 5528A, слика 1, има широки спектар примене за сва високопрецизна мерења дужине, угловног помераја, глаткости, остваривање правца, правоуглости и паралелности до 50 m. Адекватним позиционирањем мерне оптике може се остварити мерење дужине у правцу све три координатне осе (x, y и z) [3].



Слика 1. Ласерски интерферометријски систем HP 5528A

- b. Фреквенцметар HAMEG 8123 је, у спрези са детектором модулисаног зрачења даљиномера, секундарни еталон за фреквенцију којим се брзо и ефикасно одређује мултипликациона константа даљиномера.
- c. Даљиномер Wild DI5,
- d. Нивелир Carl Zeiss Ni 002,
- e. Теодолит Wild T3,
- f. Колиматор Topcon TC3, слика 2.

Радни полигони за еталонирање чине:

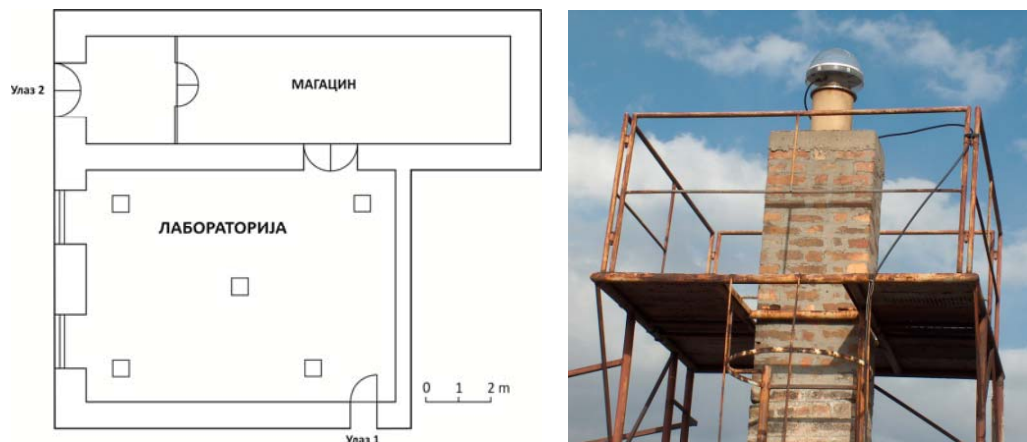
- полигон фиксних углова,
- полигони фиксних дужина и
- ГПС полигон.

У лабораторији је формиран и полигон за еталонирање терестричких ласерских скенера. Извршена су и обрађена мерења, а у току су експериментални радови и пробна еталонирања ради валидације методе еталонирања терестричких ласерских скенера. У плану је и побољшање услова за еталонирање нивелманских летава и мерних трака и лењира.



Слика 2. Колиматор

Стубови стабилизовани у лабораторијском простору обезбеђују полигон фиксних углова, где се врше испитивања лимбова и других угловних подела инструмената. Одређивање адicione константе и мерне несигурности свих врста даљиномера врши се на лабораторијском еталону, слика 3. а), који се састоји од пет стубова, и на адекватном теренском еталону који, такође, чини 5 стубова. Као ГПС полигон користе се два стуба – од којих је један тачка Референтне мреже Србије, број R034, слика 4. б) – који су лоцирани на крову зграде Грађевинског факултета.



Слика 3. а) Метролошка лабораторија за угао и дужину б) Део ГПС полигона

Неопходна компонента лабораторије је и рачунар са штампачима (за уверења и налепнице које се стављају на мерила), који је снабдевен адекватним софтвером који обезбеђује обраду података на основу резултата мерења и еталонирање геодетских мерила, као и евидентирање свих података у оквиру геодетског метролошког информационог система.

4. ОРГАНИЗАЦИЈА РАДА ЛАБОРАТОРИЈЕ

Еталонирање геодетског прибора и инструмената врше чланови лабораторије, тј. геодетски стручњаци који, сагласно захтевима метролошких прописа за еталонирање мерила угла и дужине [4] и [5], имају одговарајуће знање и искуство у метрологији. За рад метролошке лабораторије одговорни су технички руководиоци лабораторије и руководиоци квалитета.

Технички руководиоци лабораторије, у хијерархији организације рада лабораторије, јесте главна и одговорна особа за координацију рада у оквиру метролошког обезбеђења геодетских мерних средстава, као и иницијатор нових научних истраживања. Он представља овлашћено лице које својим потписом потврђује уверење о еталонирању геодетског мерила.

Руководилац квалитета је одговоран за свеукупни менаџмент система квалитета лабораторије, покреће, и спроводи поступке за унапређење квалитета рада лабораторије, а уједино је и заменик руководиоца лабораторије.

Остали чланови баве се метрологијом дужина, углова и фреквенције, извршавају све задатке везане за испитивање мерила, развој софтвера за обраду података на рачунару

и аутоматизацију поступака еталонирања, као и одржавање евиденције и информационог система метролошког обезбеђења.

5. ПОЈЕДИНЕ МЕТОДЕ РАДА

Под појмом еталонирања мерног средства треба схватити скуп операција којима се вредности које мерило показује упоређују са еталонским и утврђује њихово одступање од еталонских [1]. Скуп операција у општем смислу представља методу мерења, и она може бити метода директног мерења или метода упоређења.

Организација Метролошке лабораторије за еталонирање мерила угла и дужине подразумева, осим постојања секундарних еталона, тест-мрежа и савремене опреме, и постојање одговарајућих радних упутстава, дефинисаних процедура, разрађених метода и поступака за еталонирање свих типова мерних инструмената и свих врста геодетског прибора.

Да би метода мерења дала одговарајући оптимални резултат, потребно је извршити анализу методе и претходну оцену тачности, детаљну разраду методе, обраду резултата и оцену тачности из података мерења [6] и [7].

У анализи методе врши се утврђивање начина рада, ректификација мерила, утврђују се сви извори грешака као и њихов карактер и изводе се формуле за оцену тачности. Претходна оцена тачности врши се на основу изведених формула у анализи методе и истраживањем добијених величина за поједине изворе грешака. На основу тога одређује се потребна тачност којом ће се извршити еталонирање. Детаљна разрада методе садржи податке за праћење и контролу, као и услове под којима се врши еталонирање. После извршених мерења следи обрада података, као и оцена тачности која се изражава преко мерне несигурности. Мерна несигурност је карактеристика расипања резултата мерења дефинисана граничним грешкама.

Извођење еталонирања обухвата више фаза које коначно морају дати податак о стању мерила, тј. да ли су резултати које показује мерило у сагласности са важећим дефиницијама јединице мере. На основу праћења резултата узастопних еталонирања може се утврдити да ли су метролошке карактеристике мерила остале непромењене (и онакве како је то дефинисано у декларацији произвођача) или је дошло до неких евентуалних промена за које је потребно уносити поправке у резултате мерења.

У Метролошкој лабораторији се врши еталонирање свих врста геодетске опреме, од пантљика и нивелира, до зенитлотава и уређаја за примену ГПС технологије. За свако еталонирање постоји радно упутство [8] које је базирано на међународном стандарду, по правилу ISO стандарду, или је засновано на међународно већ признатој методи (када за то не постоји међународни стандард). У појединим случајевима, као што је са терестричким ласерским скенерима, када не постоје ни међународни стандарди ни међународно признате методе, лабораторија развија и валидује своју методу еталонирања, а када се усвоје стандарди, онда ту методу усклађује са постављеним правилима.

На основу евиденције прегледаних мерила, од акредитације до данас, највећи број еталонираних мерила су тоталне станице, а најмање су еталониране нивелманске летве. Први податак је логичан јер се у геодетској пракси највише и користе тоталне станице.

Други податак је забрињавајући – еталониран је далеко већи број нивелира него нивелманских летава, и то два до три пута, иако је далеко важније еталонирати летве које дефинишу размеру висинских разлика него нивелир. Чланови лабораторије стално указују на ову нелогичност, али очигледно без одјека код оних који су одговорни за примену законских одредаба. Такође је интересантан податак и да у последње 2 до 3 године на еталонирање долазе мерне траке (пантљике различитих дужина) и мерне летве које се не користе у геодезији. Ово још више указује на то да се еталонирање нивелманских летава мора вршити редовно (у неким државама је период еталонирања нивелманских летава 1 година).

6. ЦИЉЕВИ

Циљеви даљег рада метролошке лабораторије могу се исказати кроз:

- унапређење геодетског метролошког информационог система,
- даље стручно усавршавање и истраживање,
- чланство у националним и међународним метролошким институцијама, као и
- проширење обима деловања кроз увођење нових метода рада и набавку адекватне опреме за секундарне еталоне.

7. ЗАКЉУЧАК

Тенденција у савременој геодетској метрологији је да се целокупан поступак еталонирања мерила обавља у добро опремљеној лабораторији. Институт за геодезију и геоинформатику Грађевинског факултета у Београду располаже таквом метролошком лабораторијом која својом организационом структуром, процедурама, процесима и ресурсима остварује задате циљеве.

Чланови лабораторије самосталним, квалитетним, одговорним и професионалним радом настоје да утврде метролошке карактеристике мерила и да ли су резултати које показује мерило у складу са SI дефиницијама јединица мере.

Одржавање нивоа квалитета остварује се коришћењем савремене квалитетне метролошке исправне опреме за еталонирање, стручним усавршавањем, истраживањем и експерименталним развојем у области геодетске метрологије.

8. БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] СЗМДМ. *Речник Законске метрологије*. Београд.
- [2] Грађевински факултет. *Пословник о квалитету Метролошке лабораторије за преглед мерила угла и дужине*. Београд: 2002.
- [3] В. Живковић. "Примена ласерског интерферометријског система за испитивање мера са цртама и граничним површинама." *Аутоматика* 1–2, 1985.
- [4] Закон о метрологији, "Сл. гласник РС" бр. 30/2010.
- [5] Закон о акредитацији, "Сл. гласник РС" бр. 73/2010.
- [6] Р. Мркић. *Геодетска метрологија*. Београд: Научна књига, 1991.

- [7] Н. Чинкловић. *Методe прецизних геодетских мерења*. Београд: Научна књига, 1983.
- [8] Радна упутства за еталонирање геодетских мерила. Београд: Метролошка лабораторија за еталонирање мерила угла и дужине, Грађевински факултет, 2002–2013.