

Крста Врачарић,\*  
Загорка Госпавић,\*\*

## ОДРЕЂИВАЊЕ ПРЕЧНИКА КРУЖНИХ ОБЈЕКТАТА (ЦЕВИ) НЕПРИСТУПАЧНИХ ЗА ДИРЕКТНО МЕРЕЊЕ

### РЕЗИМЕ

У раду се предлаже и објашњава поступак одређивања пречника цеви и других неприступачних кружних објеката као и координата центра. При томе се претпоставља да се располаже са тоталним станицама које имају уграђене ласерске даљиномере.

### ABSTRACT

This paper deals with the problem of obtaining radius of the circle objects which are have to be occupied. It is assumed that we have total station for getting the job.

### УВОД

У последње време све више се појављују захтеви за одређивање већих или мањих пречника цеви које се налазе на висинама неприступачним за директно мерење. Овај проблем може се решити помоћу теодолита и ласерског даљиномера, или још боље помоћу тоталне станице снабдеване ласерским даљиномером. Додуше, неке тоталне станице имају уграђену могућност одређивања полупречника цеви ако се измере растојања и правци на тангентама цеви и на симатрали угла. Мерење растојања на правцима тангената није могуће јер се само место тангирања не може прецизно идентификовати на цеви.

За одређивање пречника цеви довољно је поставити инструмент на погодном растојању, затим визирати оба краја цеви и прочитати и записати вредности хоризон-

талних (или вертикалних) праваца. На тај начин су материјализоване тангенте кружнице. Сада је још потребно измерити растојање ( $d$ ) од инструмента до тачке на цеви која се налази у правцу центра цеви (симетрале угла).

### ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

Са слике 1 може се написати једнакост

$$\sin \alpha = \frac{R}{R+d} \quad (1)$$

одакле је

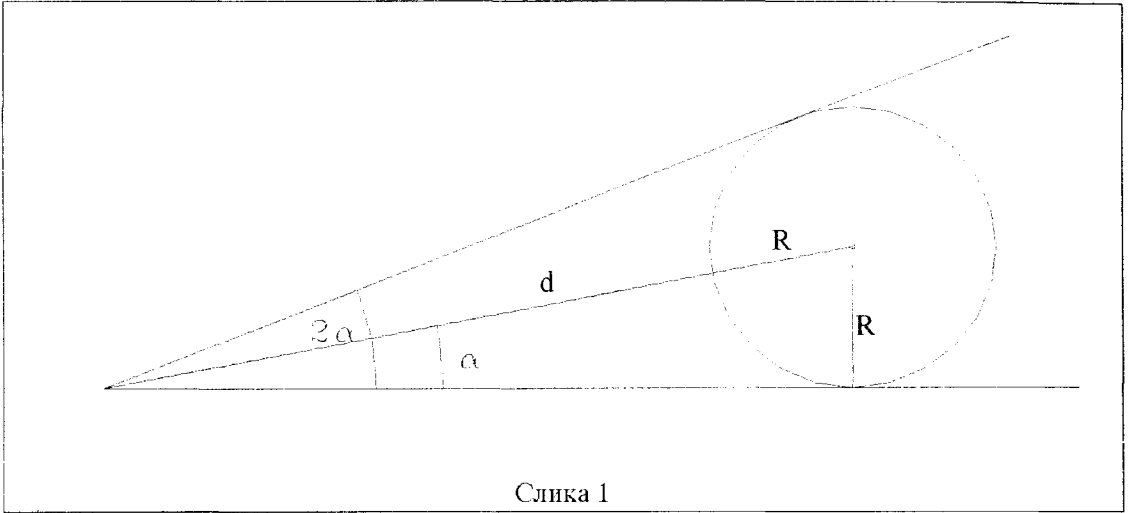
$$R = \frac{d \cdot \sin \alpha}{1 - \sin \alpha} \quad (2)$$

Може се поставити питање с којом тачношћу се може одредити полупречник. Тачност одређивања полупречника зависи од тачности мерења угла  $\alpha$  и од тачности мерења растојања  $d$ .

Средња грешка вредности полупречника може се одредити полазећи од израза (2) према формули

\* Проф. др Грађевински факултет, Институт за геодезију Београд, Булевар краља Александра бр. 73.

\*\* Доц. др Грађевински факултет, Институт за геодезију Београд, Булевар краља Александра бр. 73.



Слика 1

$$m_R^2 = \left(\frac{\partial R}{\partial d}\right)^2 m_d^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial \alpha}\right)^2 m_\alpha^2 \quad (3)$$

при чему су вредности парцијалних извода дати изразима

$$\left(\frac{\partial R}{\partial d}\right) = \frac{\sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

$$\left(\frac{\partial R}{\partial \alpha}\right) = \frac{d \cdot \cos \alpha}{(1 - \sin \alpha)^2} \quad (4)$$

Даље се могу учинити реалне претпоставке у погледу тачности мерења углова и дужина. Ако се углови мере тоталним станицама са ласерским даљиномером, при чему се угловна подела очитава до на секунду, уз одговарајућу пажњу приликом визирања и читања, не треба очекивати средњу грешку опажаног правца већу од 5". Ова вредност одговара средњој грешки половине измереног угла која се користи у даљим рачунањима. Уз примену ласерског даљиномера уграђеног у тоталну станицу

не треба очекивати даће средња грешка мереног растојања бити већа од 5mm.

Ради конкретнијег увида о којим се величинама дужина, пречника и углова ради, као и о појединачним утицајима мерених величина на тачност одређивања полупречника, направљен је већи број табела:

У првој табели приказане су вредности углова изражене у степенима (децимални запис), које одговарају полупречницима израженим у метрима као и дужинама израженим у метрима.

У наредним табелама приказане су: у првој колони вредности дужина, у другој одговарајуће вредности углова, у трећој утицај грешака мерења дужина на грешку полупречника, у четвртој утицај грешака мерења углова а у петој укупна средња грешка полупречника. У колонама 6, 7, 8 и 9 уписане су вредности које одговарају колонама 2, 3, 4 и 5 али за другу вредност полупречника.

Табела 1

d/R	2.5000	3.0000	3.5000	4.0000	4.5000
10	11.5370	13.3424	15.0261	16.6015	18.0800
13	9.2818	10.8069	12.2467	13.6090	14.9006
16	7.7664	9.0847	10.3399	11.5370	12.6804
19	6.6774	7.8375	8.9490	10.0154	11.0397
22	5.8567	6.8921	7.8890	8.8499	9.7768
25	5.2159	6.1506	7.0541	7.9281	8.7743
28	4.7017	5.5534	6.3794	7.1808	7.9588
31	4.2798	5.0621	5.8226	6.5624	7.2824
34	3.9274	4.6507	5.3554	6.0423	6.7123
37	3.6287	4.3012	4.9577	5.5987	6.2250
40	3.3723	4.0006	4.6150	5.2159	5.8039
43	3.1497	3.7393	4.3167	4.8821	5.4362
46	2.9547	3.5101	4.0546	4.5886	5.1123
49	2.7824	3.3074	3.8226	4.3283	4.8250

Табела 2

Дужина	R=2.5m				R=3.0m			
	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11.5370	0.0012	0.0004	0.0013	13.3424	0.0015	0.0004	0.0016
13	9.2818	0.0010	0.0004	0.0011	10.8069	0.0012	0.0005	0.0012
16	7.7664	0.0008	0.0005	0.0009	9.0847	0.0009	0.0005	0.0011
19	6.6774	0.0007	0.0006	0.0009	7.8375	0.0008	0.0006	0.0010
22	5.8567	0.0006	0.0007	0.0009	6.8921	0.0007	0.0007	0.0010
25	5.2159	0.0005	0.0007	0.0009	6.1506	0.0006	0.0008	0.0010
28	4.7017	0.0004	0.0008	0.0009	5.5534	0.0005	0.0008	0.0010
31	4.2798	0.0004	0.0009	0.0010	5.0621	0.0005	0.0009	0.0010
34	3.9274	0.0004	0.0009	0.0010	4.6507	0.0004	0.0010	0.0011
37	3.6287	0.0003	0.0010	0.0011	4.3012	0.0004	0.0010	0.0011
40	3.3723	0.0003	0.0011	0.0011	4.0006	0.0004	0.0011	0.0012
43	3.1497	0.0003	0.0012	0.0012	3.7393	0.0003	0.0012	0.0012
46	2.9547	0.0003	0.0012	0.0013	3.5101	0.0003	0.0013	0.0013
49	2.7824	0.0003	0.0013	0.0013	3.3074	0.0003	0.0013	0.0014

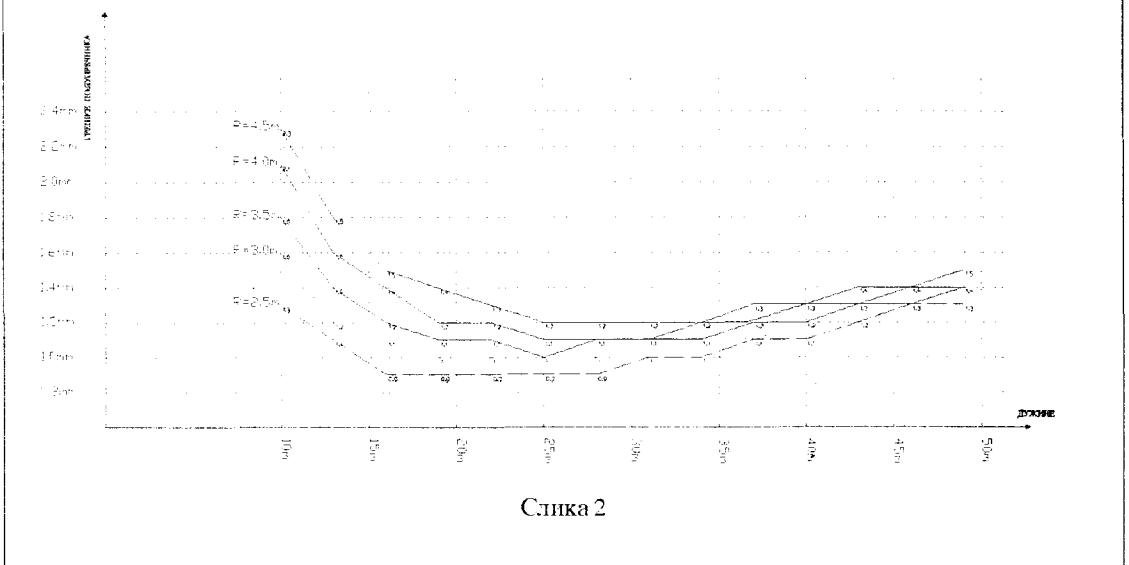
Табела 3

Дужина	R=3.5m				R=4.0m				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	15.0261	0.0017	0.0004	0.0018	16.6015	0.0020	0.0005	0.0021	
13	12.2467	0.0013	0.0005	0.0014	13.6090	0.0015	0.0005	0.0016	
16	10.3399	0.0011	0.0006	0.0012	11.5370	0.0012	0.0006	0.0014	
19	8.9490	0.0009	0.0006	0.0011	10.0154	0.0011	0.0007	0.0012	
22	7.8890	0.0008	0.0007	0.0011	8.8499	0.0009	0.0007	0.0012	
25	7.0541	0.0007	0.0008	0.0010	7.9281	0.0008	0.0008	0.0011	
28	6.3794	0.0006	0.0009	0.0011	7.1808	0.0007	0.0009	0.0011	
31	5.8226	0.0006	0.0009	0.0011	6.5624	0.0006	0.0010	0.0011	
34	5.3554	0.0005	0.0010	0.0011	6.0423	0.0006	0.0010	0.0012	
37	4.9577	0.0005	0.0011	0.0012	5.5987	0.0005	0.0011	0.0012	
40	4.6150	0.0004	0.0011	0.0012	5.2159	0.0005	0.0012	0.0013	
43	4.3167	0.0004	0.0012	0.0013	4.8821	0.0005	0.0012	0.0013	
46	4.0546	0.0004	0.0013	0.0013	4.5886	0.0004	0.0013	0.0014	
49	3.8226	0.0004	0.0014	0.0014	4.3283	0.0004	0.0014	0.0014	

Табела 4

Дужина	R=4.5m				
	1	2	3	4	5
10	18.0800	0.0023	0.0005	0.0023	
13	14.9006	0.0017	0.0006	0.0018	
16	12.6804	0.0014	0.0006	0.0015	
19	11.0397	0.0012	0.0007	0.0014	
22	9.7768	0.0010	0.0008	0.0013	
25	8.7743	0.0009	0.0008	0.0012	
28	7.9588	0.0008	0.0009	0.0012	
31	7.2824	0.0007	0.0010	0.0012	
34	6.7123	0.0007	0.0010	0.0012	
37	6.2250	0.0006	0.0011	0.0013	
40	5.8039	0.0006	0.0012	0.0013	
43	5.4362	0.0005	0.0013	0.0014	
46	5.1123	0.0005	0.0013	0.0014	
49	4.8250	0.0005	0.0014	0.0015	

Графички приказ резултата из претходних табела (2, 3 и 4) дат је на слици 2



Слика 2

Са слике 2 јасно се види да ће се вредности полупречника у распону од 2.5-4.5 метра добити најтачније ако се мерења обављају са растојања 25-40 метара.

### МОГУЋНОСТ ПРАКТИЧНЕ ПРИМЕНЕ

Приказани поступак може се искористити у више ситуација од којих вреди навести неке:

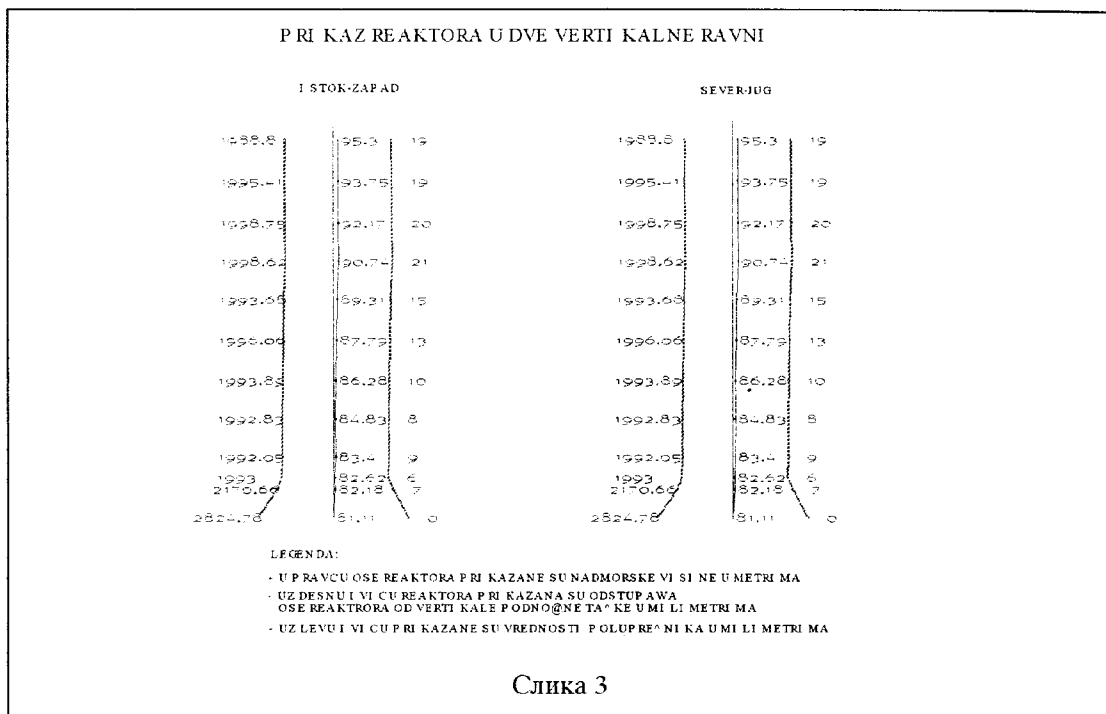
- приликом снимања детаља поларном методом, када се ради о објектима кружног облика, довољно је опажати хоризонталне правце тангенти објекта, наћи симетралу угла и у том правцу очитати и редуковати дужину до објекта. На основу формуле (2) одредити дужину полупречника, за коју треба увећати редуковану дужину (поларно растојање) а затим срачунати координате центра као тачке слепог влака.

- код вертикалних цевовода, димњака и сл. обично се захтева да се одреде вред-

ности полупречника на различитим висинама, координате центра (Y, X, и H) и одступања осталих центара од центра подножног круга. У том случају поступак мерења је исти али се разликује поступак рачунања. За рачунање висине центра довољно је користити вредности хоризонталног и вертикалног угла као и дужину до објекта, док се за рачунање координата (Y и X) хоризонтално растојање мора увећати за вредност полупречника.

- приликом снимања косих цевовода под задатим нагибом морају се мерити вертикални углови у вертикалној равни која пресеца цевовод по елипси. Када се добијена вредност полупречника елипсе помноже са косинусом угла нагиба цевовода добиће се вредности полупречника кружног пресека.

За илустрацију графички су приказани резултати снимања вертикално постављеног реактора у Нафној индустрији у Новом Саду (Слика 3). Снимање је обавила фирма „GODEA COPANY” D.O.O. предузе



ће за геодезију и инжењеринг из Новог Сада, користећи тоталну станицу са уграђеним ласерским даљномером а према инструкцијама аутора овог рада.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. **Михаиловић К.** Геодезија – изравнање геодетских мрежа, Научна књига – Грађевински факултет, Београд 1992.