

# Analiza osetljivosti merenja pri određivanju lokacije parcijalnih pražnjenja u energetskom transformatoru akustičkom metodom

Uroš Kovačević  
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu  
Beograd, Srbija  
ukovacevic@etf.rs

Vladimir Polužanski, Dragan Kovačević, Nenad Kartalović, Srđan Milosavljević  
Elektrotehnički institut Nikola Tesla  
Beograd, Srbija  
vladimir.poluzanski@ieent.org

*Sadržaj*—Cilj ovog rada je da kroz analizu osetljivosti merenja ukaže na značaj uticaja parametara koji se koriste pri proračunu lokacije parcijalnog pražnjenja u energetskom transformatoru akustičkom metodom. Analizirana je osetljivost algoritma za proračun lokacije parcijalnih pražnjenja na promenu brzine prostiranja akustičkog talasa kroz transformatorsko ulje, promenu položaja akustičkih senzora, promenu položaja parcijalnog pražnjenja i tačnost merenja vremena dolaska akustičkog signala na senzor. Na osnovu sprovedenih analiza uočeno je koji parametri najviše utiču na tačnost određivanja lokacije parcijalnog pražnjenja, što će biti uzeto u obzir pri izvođenju eksprimenata na fizičkom modelu u laboratorijskim ulovima, kao i pri ispitivanjima u realnim pogonskim uslovima.

*Ključne riječi*- energetski transformator; parcijalno pražnjenje; akustičko merenje; osetljivost merenja;

## I. UVOD

Parcijalna pražnjenja se smatraju glavnim uzrokom starenja i nastanka kvarova izolacionih sistema kod energetskih transformatora. Prisutnost parcijalnih pražnjenja u izolaciji je jasan indikator degradacije elektroizolacionog sistema [1]. Upotrebom različitih dijagnostičkih metoda može se odrediti trend degradacije izolacije i dinamika primene preventivnih mera u cilju sprečavanja havarije na energetskom transformatoru. Pri pražnjenju dolazi do konverzije energije i do pojave pratećih efekata parcijalnog pražnjenja kao što su: dielektrični gubitci, promena u gasnom pritisku, hemijska promena u sastavu materijala, zvučna radijacija, optički efekti, termički efekti, elektromagnetska radijacija, pojava impulsa u strujnom kolu i pojava napona. Analiza akustičkih efekata parcijalnog pražnjenja značajna je zbog mogućnosti proračuna tačne lokacije pražnjenja unutar energetskog transformatora koja se može sprovesti u pogonu. U radu je opisana metodologija kojom se vrši proračun lokacije parcijalnog pražnjenja neiterativnim matematičkim algoritmom i prikazane su osnovne jednačine na kojima se metoda bazira. Istaknuti su parametri koji utiču na osetljivost merenja lokacije parcijalnog pražnjenja, i izvršena je analiza njihovih pojedinačnih uticaja. Prikazani su rezultati računarskih simulacija sprovedenih u cilju određivanja uticaja na osetljivost merenja: promene brzine akustičkog talasa, promene položaja akustičkih senzora, promene položaja izvora parcijalnog pražnjenja, kao i promene vremena dolaska akustičkog signala na senzor.

## II. METODOLOGIJA ODREĐIVANJA LOKACIJE IZVORA PARCIJALNOG PRAŽNJENJA

Postoje dva principa određivanja mesta nastanka parcijalnog pražnjenja akustičkom metodom: na osnovu amplitudno frekventne promene signala u toku prostiranja putanjom od izvora do senzora i na osnovu merenih vremena kašnjenja signala pri prostiranju od izvora pražnjenja do senzora. Princip određivanja mesta nastanka parcijalnog pražnjenja na osnovu merenih vremena kašnjenja signala dominantno se primenjuje i daje dobre rezultate u praksi [2]. Ovaj princip može se primeniti na različite načine, tj upotrebom različitih metoda za proračunavanje mesta pražnjenja od kojih su najrasprostranjeniji : metod apsolutnog vremena, metod vremenske razlike i pseudo-vremenski metod [3], [4], [5]. Navedeni metodi se baziraju na određivanju vremena prostiranja akustičkog signala, na osnovu koga se primenom matematičkih algoritama određuje mesto nastanka parcijalnog pražnjenja u energetskom transformatoru. Mesto nastanka parcijalnog pražnjenja može se odrediti upotrebom kombinovane (elektro/UHF)-akustičke metode ili čisto akustičke metode za detekciju vremena dolaska signala pražnjenja [6]. U radu je korišćena čisto akustička metoda koja se bazira na principu vremenske razlike koji je opisan sistemom nelinearnih jednačina 1-4. Da bi se odredile tačne koordinate parcijalnog pražnjenja  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , potrebno je rešiti sistem nelinearnih jednačina 1-4, što se u konkretnom slučaju realizuje neiterativnim matematičkim algoritmom koji ima niz prednosti u odnosu na standardni iterativni algoritam [7].

$$(x-x_{s1})^2+(y-y_{s1})^2+(z-z_{s1})^2=(v_s \cdot T)^2 \quad (1)$$

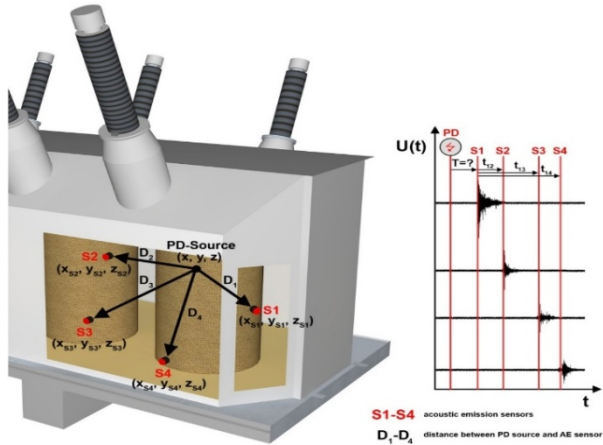
$$(x-x_{s2})^2+(y-y_{s2})^2+(z-z_{s2})^2=(v_s \cdot (T+ \tau_{12}))^2 \quad (2)$$

$$(x-x_{s3})^2+(y-y_{s3})^2+(z-z_{s3})^2=(v_s \cdot (T+ \tau_{13}))^2 \quad (3)$$

$$(x-x_{s4})^2+(y-y_{s4})^2+(z-z_{s4})^2=(v_s \cdot (T+ \tau_{14}))^2 \quad (4)$$

Neiterativni matematički algoritam oslanja se samo na akustička merenja, s obzirom na to nije potrebno obezbediti električna ili druga merenja aktivnosti parcijalnih pražnjenja [8]. Ovaj metod može se primeniti na terenu na transformatorima u pogonu, upotrebom četiri akustička senzora koji se montiraju na zid transformatora kao što je prikazano na Sl. 1 (levo). Transformator se posmatra u

Dekartovom koordinatnom sistemu, svaki senzor poseduje koordinate  $x_{Si}, y_{Si}, z_{Si}$ , ( $i=1,..4$ ), kao i parcijalno praznejnje čija je lokacija označena koordinatama  $x, y, z$ . Brzina prostiranja akustičkog signala  $v$  smatra se konstantnom, zanemaruje se problem prostiranja akustičkog signala kroz druge materijale osim ulja. Na Sl. 1 (desno) prikazan je izgled akustičkih signala parcijalnog praznjenja snimljenih sa četiri akustička senzora S1, S2, S3, S4 i ilustrovano je vremensko kašnjenje akustičkog signala  $t_{12}, t_{13}, t_{14}$  između senzora S1 i S2, S1 i S3, kao i S1 i S4. T predstavlja vreme od nastanka praznjenja do reagovanja senzora S1 i nije poznato.



Slika 1. (levo) Model transformatora sa prikazanim senzorima, izvorom parcijalnog praznjenja i pravcima prostiranja akustičkog talasa, (desno) vremensko kašnjenje akustičkog signala do senzora S1, S2, S3, S4 [9]. Za potpunije razumevanje realizovanog programskog alata za određivanje lokacije parcijalnog praznjenja u energetskom transformatoru čitalac se upućuje na [2].

### III. OSETLJIVOST MERENJA

Kao što se iz izloženog matematičkog modela vidi tačnost određivanja lokacije parcijalnog praznjenja zavis od:

- 1) brzine prostiranja akustičkog talasa:  $v$
- 2) koordinata izvora parcijalnog praznjenja:  $x, y, z$
- 3) koordinata senzora:  $x_{Si}, y_{Si}, z_{Si}$ , ( $i=1,..4$ )
- 4) vremenskih razlika kašnjenja signala do senzora:  $t_{12}, t_{13}, t_{14}$ .

Apsolutne greške u određivanju lokacije parcijalnog praznjenja ( $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ ) su dakle funkcije više promenljivih pa se u generalizovanoj formi ova zavisnost može opisati jednačinom 5.

$$\Delta g = f(x, y, z, x_{Si}, y_{Si}, z_{Si}, v, t_{12}, t_{13}, t_{14}) \quad (5)$$

Osetljivost merenja na pojedine uticajne veličine može se odrediti nalaženjem totalnog diferencijala jednačine 5, odnosno:

$$d(\Delta g) =$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} dx + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_{i1}} dx_{i1} + \dots + \frac{\partial f}{\partial v} dv + \dots + \frac{\partial f}{\partial t_{12}} dt_{12} + \dots \quad (6)$$

U jednačini 6 parcijalni izvodi predstavljaju osetljivosti merenja na pojedine uticajne veličine, na primer  $\frac{\partial f}{\partial x_{i1}}$

predstavlja osetljivost apsolutne greške na tačnost određivanja koordinate  $x$  senzora S1,  $\frac{\partial f}{\partial v}$  je osetljivost na promenu brzine prostiranja akustičkog talasa,  $\frac{\partial f}{\partial t_{12}}$  je osetljivost na tačnost merenja vremenske razlike  $t_{12}$ . Ove osetljivosti biće analizirane primenom računarskih simulacija i prikazane u narednom poglavlju.

### IV. REZULTATI RAČUNARSKIH SIMULACIJA

#### A. Osetljivost merenja na brzinu prostiranja zvučnog talasa

Na osnovu rezultata ispitivanja brzine prostiranja akustičkog talasa u transformatorskom ulju u zavisnosti od temperature ulja iz [10] razmatrana je osetljivost merenja na promenu brzine prostiranja zvučnog talasa u granicama od 1000 m/s do 1500 m/s. Promena maksimalne apsolutne greške računata je za koordinate položaje senzora S1(0.25, 1, 0.5), S2(0.75, 1, 0.5), S3(0.25, 0, 0.5), S4(0.75, 0, 0.5) i u odnosu na rezultat dobijen pri brzini 1299.4 m/s [2]. Rezultati su prikazani u Tabeli 1.

TABELA I. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU BRZINE PROSTIRANJA ZVUČNOG TALASA

$v$ [m/s]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/v$ [cm/m/s]
1000	0.001	0.003	0.591	1.534	0.0015
1100	0.001	0.001	0.0264	1.861	<b>0.0017</b>
1200	0.022	0.032	2.771	0.646	0.0005
1299.4	0.045	0.041	2.125	0	0
1400	0.0008	0.0002	0.205	1.92	0.0013
1500	0.001	0.002	0.511	1.614	0.001

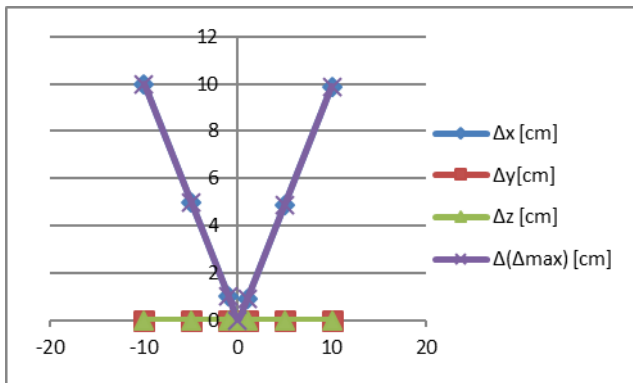
Za maksimalnu promenu apsolutne greške dobijena je vrednost 0.0017 cm/m/s.

#### B. Osetljivost merenja na promenu položaja izvora parcijalnog praznjenja

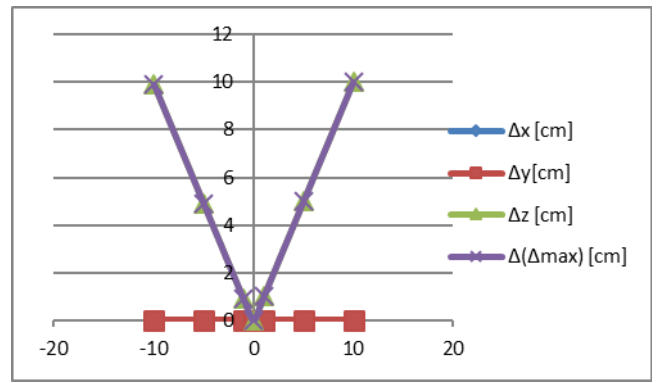
U ovom slučaju promena maksimalne apsolutne greške računata je za koordinate položaja senzora S1(0, 0.5, 0.5), S2(1, 0.5, 0.5), S3(0.5, 0.5, 0), S4(0.5, 0, 0.5). Rezultati osetljivosti na promenu  $x, y, z$  (koordinata parcijalnog praznjenja) prikazani su u Tabelama 2-4 i u grafičkom obliku na Sl. 2-4, respektivno.

TABELA II. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU X KOORDINATE LOKACIJE PARCIJALNOG PRAŽNENJA

$\Delta x$ [cm]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/\Delta x$ [cm/cm]
-10	10	0	0	10	<b>1</b>
-5	5	0	0	5	1
-1	1	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	0.9	0	0	0.9	0.9
5	4.9	0	0	4.9	0.98
10	9.9	0	0	9.9	0.99



Slika 2. Grafik promene apsolutne greške u zavisnosti od  $\Delta x$  [cm]



Slika 4. Grafik promene apsolutne greške u zavisnosti od  $\Delta z$  [cm]

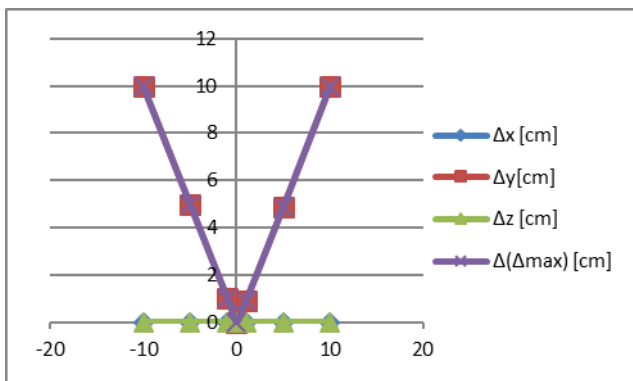
TABELA III. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU Y KOORDINATE LOKACIJE PARCIJALNOG PRAŽNjenja

$\Delta y$ [cm]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/\Delta y$ [cm/cm]
-10	0	10	0	10	<b>1</b>
-5	0	5	0	5	1
-1	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	0	0.9	0	0.9	0.9
5	0	4.9	0	4.9	0.98
10	0	10	0	10	1

Za maksimalnu promenu apsolutne greške u sva tri slučaja dobijena je vrednost 1 cm/cm.

### C. Osetljivost merenja na položaj senzora

U ovom slučaju promena maksimalne apsolutne greške računata je za koordinate položaja senzora S1(0, 0.5, 0.5), S2(1, 0.5, 0.5), S3(0.5, 0.5, 0), S4(0.5, 0, 0.5), pri čemu su prikazani rezultati za promenu koordinata prvog senzora. Slični rezultati se dobijaju pri promeni koordinata ostalih senzora. Rezultati osetljivosti na promenu  $x_1$  prikazani u Tabeli 5 i u grafičkom obliku na S1 5.



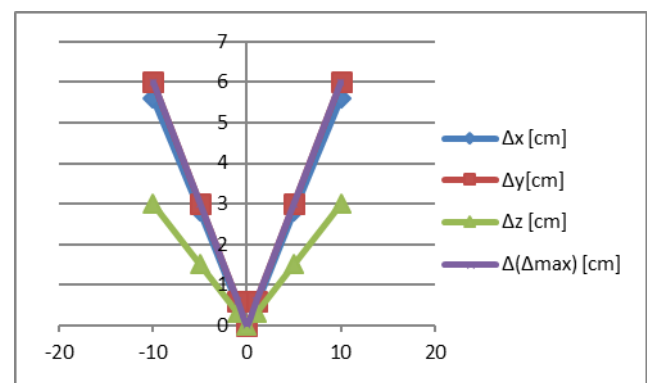
Slika 3. Grafik promene apsolutne greške u zavisnosti od  $\Delta y$  [cm]

TABELA IV. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU Z KOORDINATE LOKACIJE PARCIJALNOG PRAŽNjenja

$\Delta z$ [cm]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/\Delta z$ [cm/cm]
-10	0	0	9.9	9.9	9.9
-5	0	0	4.9	4.9	0.98
-1	0	0	0.9	0.9	0.9
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	<b>1</b>
5	0	0	5	5	1
10	0	0	10	10	1

TABELA V. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU  $x_1$

$\Delta x_1$ [cm]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/\Delta x_1$ [cm/cm]
-10	5.6	6	3	6	<b>0.6</b>
-5	2.8	3	1.5	3	0.6
-1	0.5	0.6	0.3	0.6	0.6
0	0	0	0	0	0
1	0.5	0.6	0.3	0.6	0.6
5	2.8	3	1.5	3	0.6
10	5.6	6	3	6	0.6

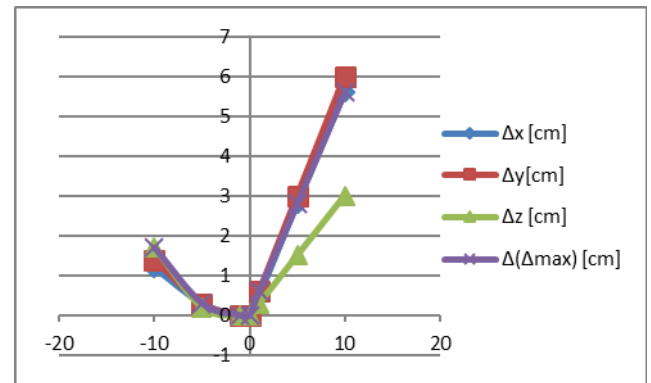


Slika 5. Grafik promene apsolutne greške u zavisnosti od  $\Delta x_1$  [cm]

Za maksimalnu promenu apsolutne greške dobijena je vrednost 0.6 cm/cm. Rezultati osetljivosti na promenu  $y_1$  prikazani u Tabeli 6 i u grafičkom obliku na Sl 6.

TABELA VI. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU  $y_1$

$\Delta y_1$ [cm]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/\Delta y_1$ [cm/cm]
-10	10.9	11.8	5.7	11.8	<b>1.18</b>
-5	4.2	4.5	2.2	4.5	0.9
-1	0.7	0.7	0.3	0.7	0.7
0	0	0	0	0	0
1	0.6	0.7	0.35	0.7	0.7
5	2.7	2.9	1.5	2.9	0.58
10	5.5	5.9	3	5.9	0.58



Slika 7. Grafik promene apsolutne greške u zavisnosti od  $\Delta z_1$  [cm]

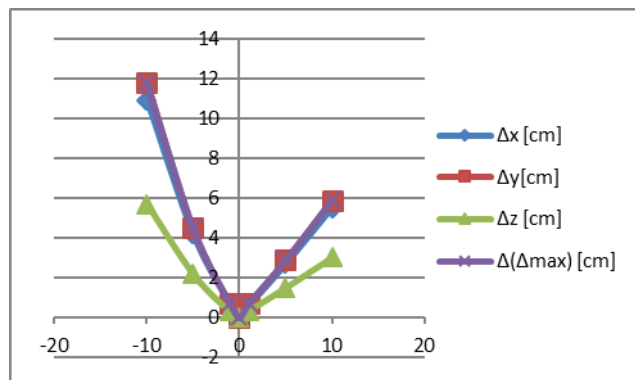
Za maksimalnu promenu apsolutne greške dobijena je vrednost 0.56 cm/cm.

#### D. Osetljivost merenja na promenu kašnjenja akustičkog talasa

Promena maksimalne apsolutne greške računata je za koordinate položaje senzora S1(0.25, 1, 0.5), S2(0.75, 1, 0.5), S3(0.25, 0, 0.5), S4(0.75, 0, 0.5). Rezultati osetljivosti na promenu  $t_{12}$ ,  $t_{13}$ ,  $t_{14}$  prikazani su u Tabelama 8-10 i u grafičkom obliku na Sl. 8-10, respektivno.

TABELA VIII. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU  $t_{12}$

$t_{12}$ [ $\mu$ s]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/t_{12}$ [cm/ $\mu$ s]
-10	2.19	6.38	10	9.96	<b>0.99</b>
-5	1.01	2.95	4.75	4.71	0.94
-1	0.172	0.52	0.89	0.85	0.85
0	0.03	0.04	0.03	0	0
1	0.2	0.6	0.9	0.86	0.86
5	0.9	2.71	4.43	4.39	0.88
10	1.77	5.1	8.54	8.5	0.85

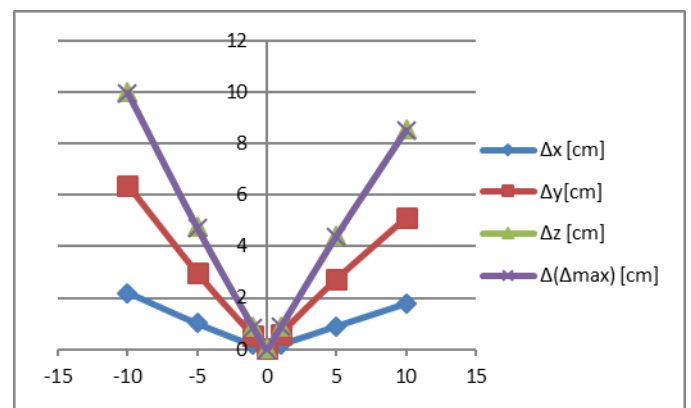


Slika 6. Grafik promene apsolutne greške u zavisnosti od  $\Delta y_1$  [cm]

Za maksimalnu promenu apsolutne greške dobijena je vrednost 1.18 cm/cm. Rezultati osetljivosti na promenu  $z_1$  prikazani u Tabeli 7 i u grafičkom obliku na Sl 7.

TABELA VII. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU  $z_1$

$\Delta z_1$ [cm]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/\Delta z_1$ [cm/cm]
-10	1.2	1.4	1.7	1.7	0.17
-5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.06
-1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	0.5	0.6	0.3	0.6	0.6
5	2.8	3	1.5	2.8	<b>0.56</b>
10	5.6	6	3	5.6	0.56



Slika 8. Grafik promene apsolutne greške u zavisnosti od  $t_{12}$  [ $\mu$ s]

TABELA IX. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU T13

$t_{13}$ [ $\mu$ s]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/t_{13}$ [cm/ $\mu$ s]
-10	6.81	8.5	15.59	15.55	<b>1.55</b>
-5	3.17	3.94	7.46	7.42	1.48
-1	0.58	0.7	1.43	1.39	1.39
0	0.03	0.04	0.03	0	0
1	0.61	0.79	1.47	1.43	1.43
5	2.85	3.56	7.08	7.04	1.4
10	5.36	6.71	13.9	13.86	1.38

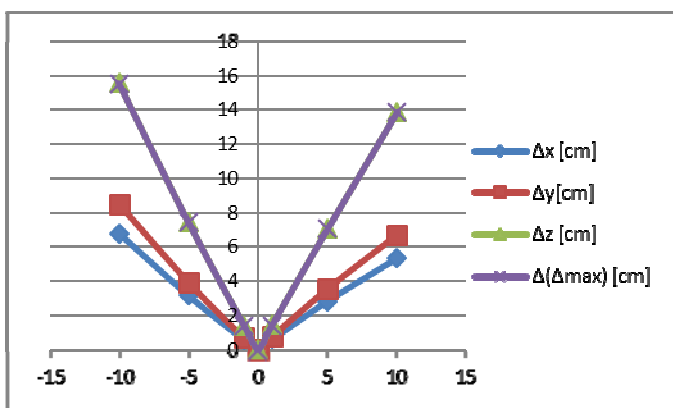
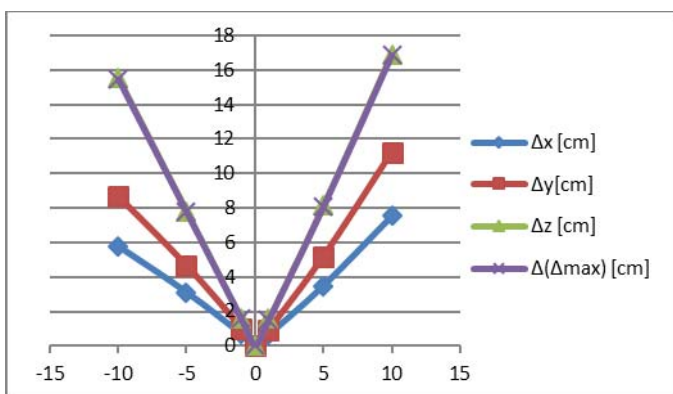
Slika 9. Grafik promene apsolutne greške u zavisnosti od  $t_{13}$  [ $\mu$ s]

TABELA X. OSETLJIVOST MERENJA NA PROMENU T14

$t_{14}$ [ $\mu$ s]	$\Delta x$ [cm]	$\Delta y$ [cm]	$\Delta z$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})$ [cm]	$\Delta(\Delta_{max})/t_{14}$ [cm/ $\mu$ s]
-10	5.8	8.67	15.53	15.49	1.54
-5	3.1	4.64	7.81	7.77	1.55
-1	0.67	1.01	1.6	1.56	1.56
0	0.03	0.04	0.03	0	0
1	0.64	0.94	1.56	1.52	1.52
5	3.49	5.19	8.13	8.09	1.61
10	7.55	11.25	16.91	16.87	<b>1.68</b>

Slika 10. Grafik promene apsolutne greške u zavisnosti od  $t_{14}$  [ $\mu$ s]

Za maksimalne promene apsolutne greške za promenu  $t_{12}$ ,  $t_{13}$ ,  $t_{14}$  dobijene su vrednosti 0.99 cm/ $\mu$ s, 1.55 cm/ $\mu$ s, 1.68 cm/ $\mu$ s, respektivno.

## V. ZAKLJUČAK

Razvoj i verifikacija programskog alata za određivanje lokacije parcijalnog pražnjenja u energetskom transformatoru akustičkom metodom detaljno je prikazan u [2]. U ovom radu realizovani algoritam je ispitivan sa aspekta osetljivosti merenja na različite uticajne veličine. Na osnovu rezultata računarskih simulacija mogu se izvesti sledeći zaključci:

1) u realizovanom algoritmu brzina prostiranja akustičkog talasa  $v$ , smatra se konstantnom veličinom, i ako je njena vrednost tačno određena, osetljivost algoritma na promenljivu  $v$  je zanemarljiva

2) dobijeni rezultati pri variranju položaja izvora parcijalnog pražnjenja, tabela 2-4 i Sl. 2-4, ukazuju da tačnost algoritma praktično ne zavisi od položaja izvora parcijalnog pražnjenja

3) realno je očekivati da u određivanju koordinata senzora može doći do grešaka, a iz tabela 5-7 i Sl. 5-7, se vidi da je osetljivost reda 1cm/cm (maksimalna proračunata osetljivost je 1.18 cm/cm)

4) metoda, pa i algoritam, su najosetljiviji na tačnost merenja vremenskih razlika. Osetljivosti na tačnost merenja vremena prikazani su u tabelama 8-10 i Sl. 8-10, a maksimalna proračunata osetljivost je 1.68 cm/ $\mu$ s. U realnim uslovima, u prisustvu smetnji, refleksija, prostiranja kroz različite materijale i slično, merenje vremena se može pokazati kao kritičan parametar, ključan za kvalitet primenjene metode

Dalji razvoj usmeriće se na eksperimentalna ispitivanja u realnim pogonskim uslovima.

## ZAHVALNICA

Rad je delimično finansiran od strane srpskog Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja preko projekat OI 17007.

## LITERATURA

- [1] Uroš Kovačević, "Kontinualni monitoring energestkih transformatora", master rad, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2011.
- [2] V. Polužanski, U. Kovačević, N. Kartalović, D. Kovačević, Razvoj i verifikacija programskog alata za određivanje lokacije parcijalnih pražnjenja u energetskom transformatoru akustičkom metodom, Zbornik radova Instituta Nikola Tesla, Vol. 24, p. 71-85, Beograd, 2014.
- [3] IEC 60 270 High-voltage test techniques-Partial discharges measurements. 2000.
- [4] IEC 62 478 High voltage test techniques-Measuremnts of partial discharges by electromagnetic and acoustic methods, draft version, 2011.
- [5] IEEE Guide for the Detection and Location of Acoustic Emissions from Partial Discharges in Oil-Immersed Power Transformers and Reactors C57.127-2007.

- [6] S. Markalous, S. Tenbohlen, K. Feser, "Detection and location of partial discharges in power transformers using acoustic and electromagnetic signals", *IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation*, Vol. 15, Issue 6, 1576-1583, 2008.
- [7] N.K. Kishore, A.K. Sinha, Prasanta Kundu, "A non-iterative partial discharge source location method for transformers employing acoustic emission techniques", *Applied Acoustics 70*, Indian Institute of Technology, Department of Electrical Engineering, Kharagpur, India.
- [8] Dae-Won Park, Hyang-Eun Cho, Sang-Wook Cha and Gyung-Suk Kil, "Positioning of Partial Discharge Origin by Acoustic Signal Detection in Insulation Oil", Division of Electrical Engineering, Korea Maritime University, Korea, 2012
- [9] W. Sikorski, K. Walczak, "Power transformer diagnostic based on acoustic emission method", Poznan University of Technology, Poland
- [10] E. Howells, E. T. Norton, "Parameters affecting the velocity of sound in transformer oil", *IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-103, No.5, May 1984.

#### ABSTRACT

Goal of this paper is to through analysis of measurement sensitivity points out significance of influence of parameters that are used for determination of partial discharge location using acoustic method in power transformer. Measurement sensitivity of algorithm for determination of partial discharge location is analyzed on propagation velocity of acoustic wave through transformer oil, location of acoustic sensors, location of partial discharge and time differences between arrivals of acoustic waves on sensors. Considering conducted results it is noticed which parameters influence accuracy of the algorithm the most. This will be taken into consideration during future testing on physical model in laboratory conditions.

#### **Analysis of measurement sensitivity for determination of partial discharge location using acoustic method in power transformer**

Uros Kovacevic, Vladimir Poluzanski, Dragan Kovacevic,  
Nenad Kartalovic, Srdjan Milosavljevic