

## Električna poljska jakost srednjenapetostnega podpornega izolatorja z različnim številom reber

MIRZA SARAJLIĆ, PETER KITAK, NERMIN SARAJLIĆ & JOŽE PIHLER

**Povzetek** Članek obravnava modeliranje srednjenapetostnega podpornega izolatorja. V programskem orodju Matlab je izdelan model izolatorja, nato je izveden izračun električnega polja v programskem orodju Elefant. Poudarek je namenjen zunanji obliki izolatorja. V članku so prikazani primeri izolatorja z različnim številom reber in njihov vpliv na električno polje izolatorja.

**Ključne besede:** • električna poljska jakost • srednja napetost • podporni izolator • elefant • matlab •

---

NASLOV AVTORJEV: Mirza Sarajlić mag., Univerza v Mariboru, Fakulteta, za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija, e-pošta: mirza.sarajlic@um.si, dr. Peter Kitak, docent, Univerza v Mariboru, Fakulteta, za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija, e-pošta: peter.kitak@um.si, dr. Jože Pihler, redni profesor, Univerza v Mariboru, Fakulteta, za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija, e-pošta: joze.pihler@um.si, dr. Nermin Sarajlić, izredni profesor, Univerzitet u Tuzli, Fakultet elektrotehnike, Franjevačka 2, 75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina, e-pošta: nermin.sarajlic@untz.ba.

<https://doi.org/10.18690/978-961-286-071-4.24>

ISBN 978-961-286-071-4

© 2017 Univerzitetna založba Univerze v Mariboru

Dostopno na: <http://press.um.si>.

## Electric Field Strength of the Medium Voltage Post Insulator with Different Number of Ribs

MIRZA SARAJLIĆ, PETER KITAK, NERMIN SARAJLIĆ & JOŽE PIHLER

**Abstract** The paper describes the designing of a medium voltage post insulator. The insulator model was designed in Matlab software and calculations of the electric field were in Elefant software. The emphasis is on the external shape of the insulator. The paper presents examples of the insulator with different number of ribs and their influence on the insulator's electric field strength.

**Keywords:** • electric field strength • medium voltage • post insulator • Elefant • Matlab •

---

CORRESPONDENCE ADDRESS: Mirza Sarajlić M.D., Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenia, e-mail: mirza.sarajlic@um.si, Peter Kitak, Ph.D., Assistant Professor, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenia, e-mail: peter.kitak@um.si. Jože Pihler, Ph.D., Full Professor, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenia, e-mail: joze.pihler@um.si. Nermin Sarajlić, Ph.D., Associate Professor, Univerzitet u Tuzli, Faculty of Electrical Engineering, Franjevačka 2, 75000 Tuzla, Bosnia and Herzegovina, e-pošta: nermin.sarajlic@untz.ba.

<https://doi.org/10.18690/978-961-286-071-4.24>

ISBN 978-961-286-071-4

© 2017 University of Maribor Press

Available at: <http://press.um.si>.

## 1 Uvod

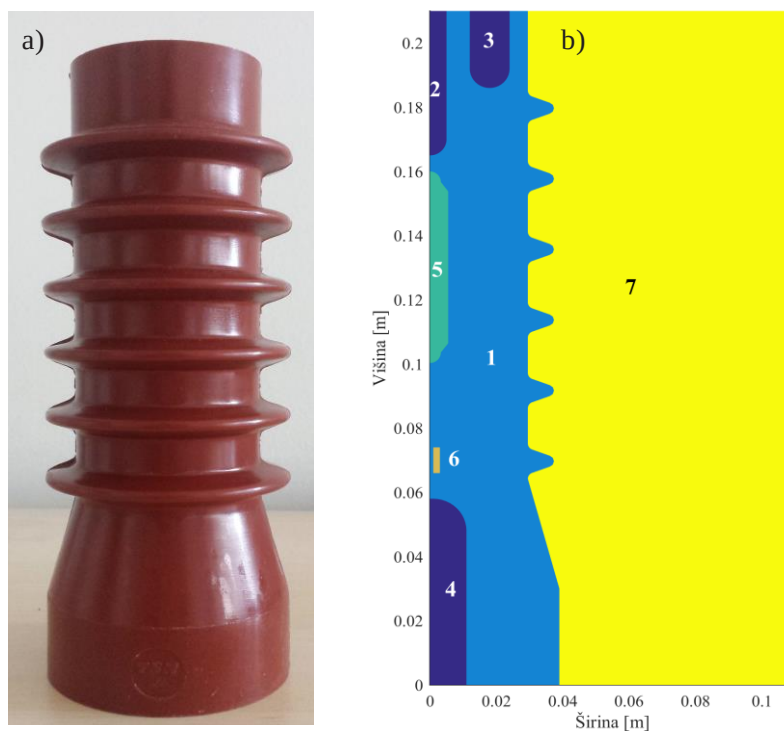
Izolatorji so najštevilnejši elementi, uporabljeni v vsaki stikalni napravi [1]. Osnovna naloga izolatorjev je električno izoliranje prevodnih delov od ozemljenih delov in mehansko pritrdjevanje opreme ali vodnikov, ki so na različnih potencialih. Uporabljajo se za zunanjo in notranjo montažo. Danes se uporabljajo epoksidni izolatorji za notranjo montažo (slika 24.1a). Izolatorji iz epoksidnih smol imajo zelo dobre izolacijske, mehanske in termične lastnosti, ter veliko odpornost na različne kemikalije. Odlikujejo se tudi po malih dimenzijah, zahtevnih oblikah in dolgi življenjski dobi [2]. Za notranjemontažne naprave so najštevilnejši podporni izolatorji, zato jih bomo v članku natančneje obravnavali.

Model izolatorja bo zgrajen v programskem orodju Matlab. Obstoječ izolator vsebuje 6 reber (slika 24.1 a). Raziskali bomo vpliv števila reber na električno polje izolatorja.

## 2 Model izolatorja

Na sliki 1b je prikazan model izolatorja v Matlabu. Izolator je sestavljen iz 7 področij:

1. Izolacijski material iz araldita in je na plavajočem potencialu;
2. Zgornja elektroda iz kovinskega materiala in je na potencialu 125 kV;
3. Zgornji desni priključek iz kovinskega materiala in je na potencialu 125 kV;
4. Spodnja elektroda iz kovinskega materiala in je na potencialu 0 V;
5. Kondenzator iz keramike in je na plavajočem potencialu;
6. Upor iz kovinskega materiala in je na plavajočem potencialu;
7. Zrak (plavajoči potencial).

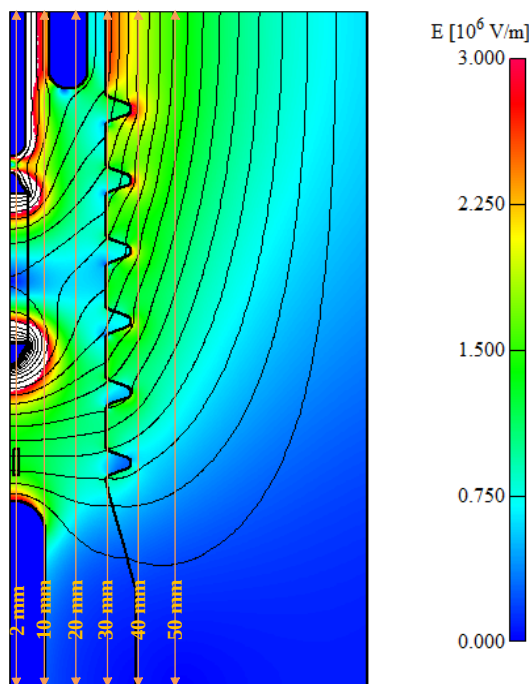


Slika 24.1: a) Obstoječ izolator in b) Model izolatorja v Matlabu

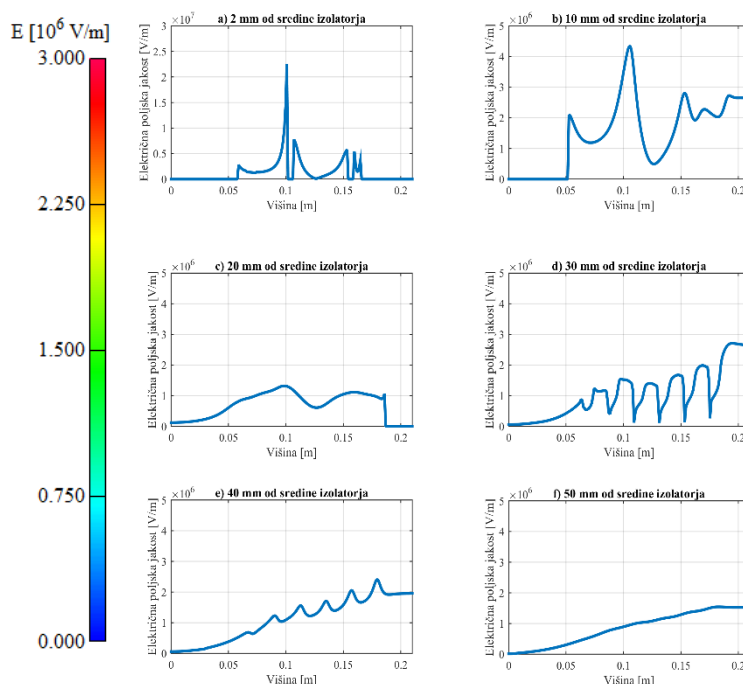
Na zgornjo elektrodo in zgornji desni priključek je priključena visoka napetost (najvišja preskusna napetost, ki jo mora 20 kV izolator vzdržati). Spodnja elektroda je ozemljena. Električno polje v okolici in na zunanji površini izolatorja mora biti manjše od 3 MV/m, znotraj izolatorja pa manjše od 30 MV/m [4, 5].

Načrtovanje izolatorja zahteva vhodne podatke, kot so geometrija izolatorja, materiali in robni pogoji. Matlab predstavlja predprocesor, v katerem je parametrično zapisan model izolatorja. Po vnosu vhodnih podatkov, predprocesor ustvari datoteke v katerih so zapisani material, geometrija in robni pogoji. Te datoteke služijo kot vhodni podatki za izračun električne poljske jakosti v Elefantu.

Slika 24.2 prikazuje izris električne poljske jakosti obstoječega izolatorja. Slika 24.3 prikazuje električno poljsko jakost na različnih oddaljenosti od sredine izolatorja. Kot je razvidno iz slike 24.3, v notranjosti izolatorja (pri 2 mm, 10 mm in 20 mm) ni presežena prebojna trdnost 30 MV/m. Tudi v zraku (pri 30 mm, 40 mm in 50 mm) ni prišlo do presega električne poljske jakosti (3 MV/m).



Slika 24.2: Električna poljska jakost obstoječega modela izolatorja



Slika 24.3: Diagram električnih poljskih jakosti obstoječega modela izolatorja na različnih oddaljenosti od sredine izolatorja

### 3 Model izolatorja z različnim številom reber

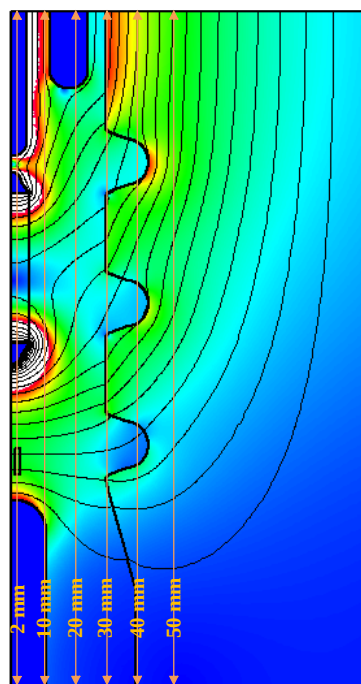
V nadaljevanju je obravnavano modeliranje zunanosti izolatorja. Narejeni so primeri izolatorja z manjšim številom reber in z večjim številom reber ter primerjava z obstoječim izolatorjem.

#### 3.1 Model izolatorja z manjšim številom reber

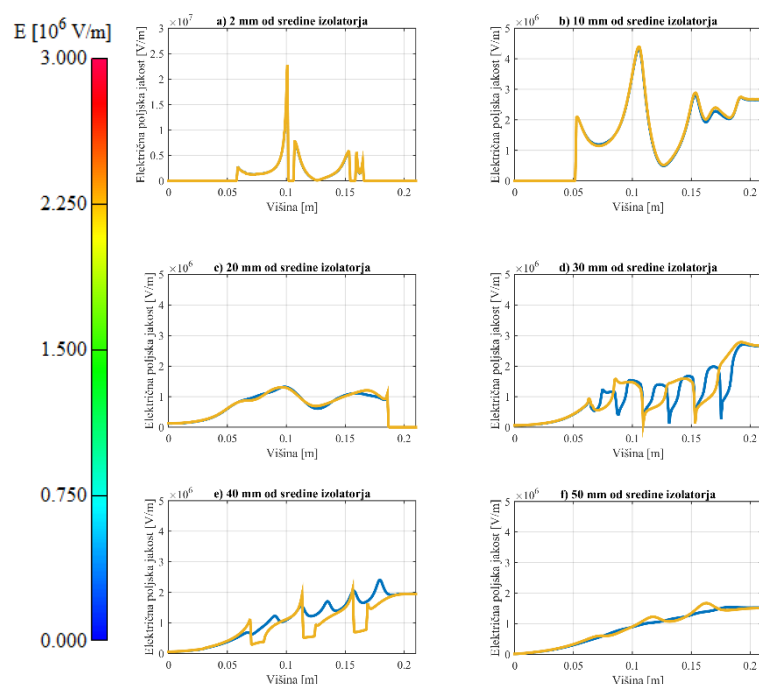
Prikazali bomo izolator s tremi in štirimi rebri ter preverili kako ta sprememba vpliva na porazdelitev električnega polja. Izris električne poljske jakosti izolatorja s tremi rebri je

prikazan na sliki 24.4. Slika 24.5 prikazuje primerjavo električne poljske jakosti obstoječega izolatorja in izolatorja s tremi rebri na različnih oddaljenosti od sredine izolatorja.

Na sliki 24.5 je z rumeno barvo označena vrednost električne poljske jakosti izolatorja s tremi rebri, a z modro barvo električna poljska jakost obstoječega izolatorja. V notranjosti izolatorja ni velikih razlik (slike 24.5a, 5b in 5c). Na slikah 24.5d in 24.5e so vrednosti električnega polja približno enake s to razliko, da je električno polje boljše porazdeljeno pri obstoječem izolatorju. Na sliki 24.5f so male razlike v vrednosti električnega polja.



Slika 24.4: Električna poljska jakost izolatorja s tremi rebri

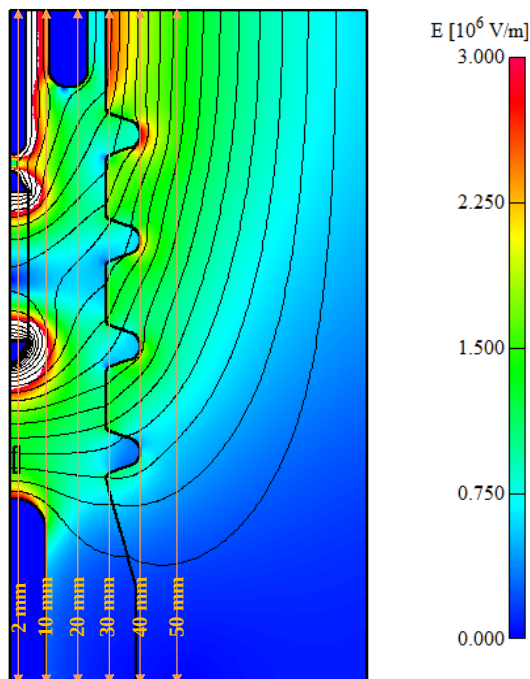


Slika 24.5: Primerjava vrednosti električne poljske jakosti obstoječega izolatorja (modra linija) in izolatorja s tremi rebri (rumena linija) na različnih oddaljenosti od sredine izolatorja

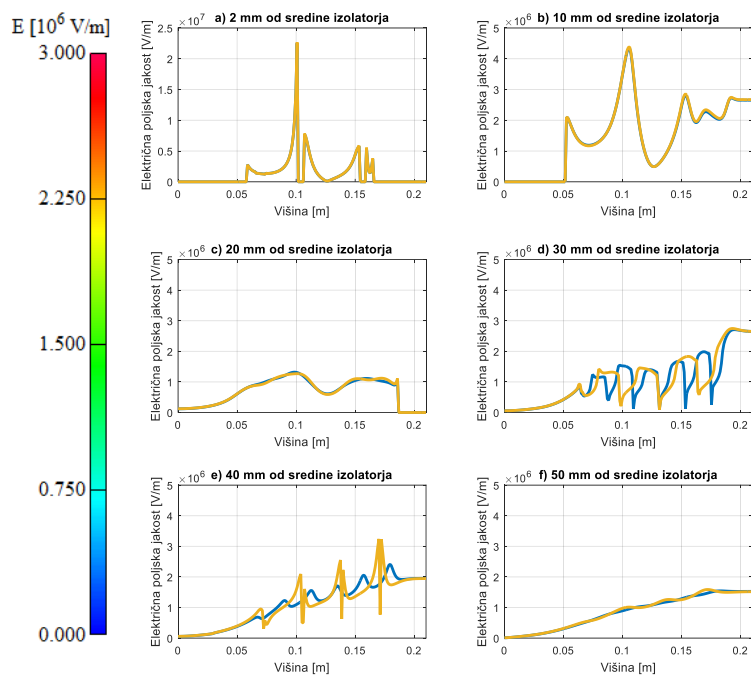
Slika 24.6 prikazuje izris električne poljske jakosti izolatorja s štirimi rebri. Slika 24.7 prikazuje primerjavo električne poljske jakosti obstoječega izolatorja in izolatorja s štirimi rebri na različnih oddaljenosti od sredine izolatorja. Podobno kot pri primeru izolatorja s tremi rebri niso prisotne velike razlike v notranjosti izolatorja (slike 24.7a, 24.7b in 24.7c). Tudi v tem primeru je električno polje boljše porazdeljeno pri obstoječem izolatorju (slike 24.7d in 24.7e).

### 3.2 Model izolatorja z večjim številom reber

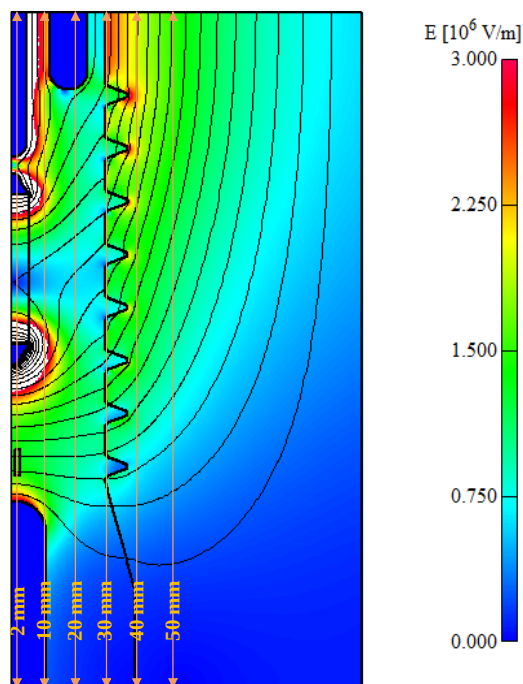
Prikazali bomo izolator z osmimi rebri in desetimi rebri, ter preverili kako ta sprememba vpliva na porazdelitev električnega polja. Izris električne poljske jakosti izolatorja z osmimi rebri je prikazan na sliki 24.8, a izolatorja z desetimi rebri na sliki 24.9. Slika 24.10 prikazuje primerjavo električne poljske jakosti izolatorja z osmimi rebri in obstoječega izolatorja. Slika 24.11 prikazuje primerjavo električne poljske jakosti izolatorja z desetimi rebri in obstoječega izolatorja.



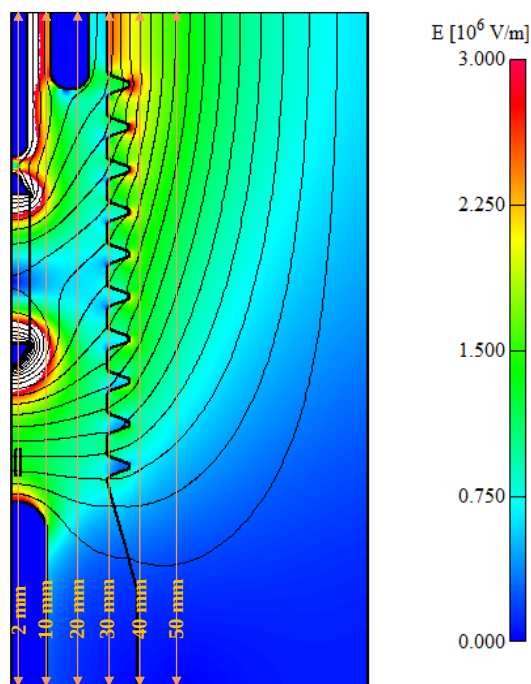
Slika 24.6: Električna poljska jakost izolatorja s štirimi rebri



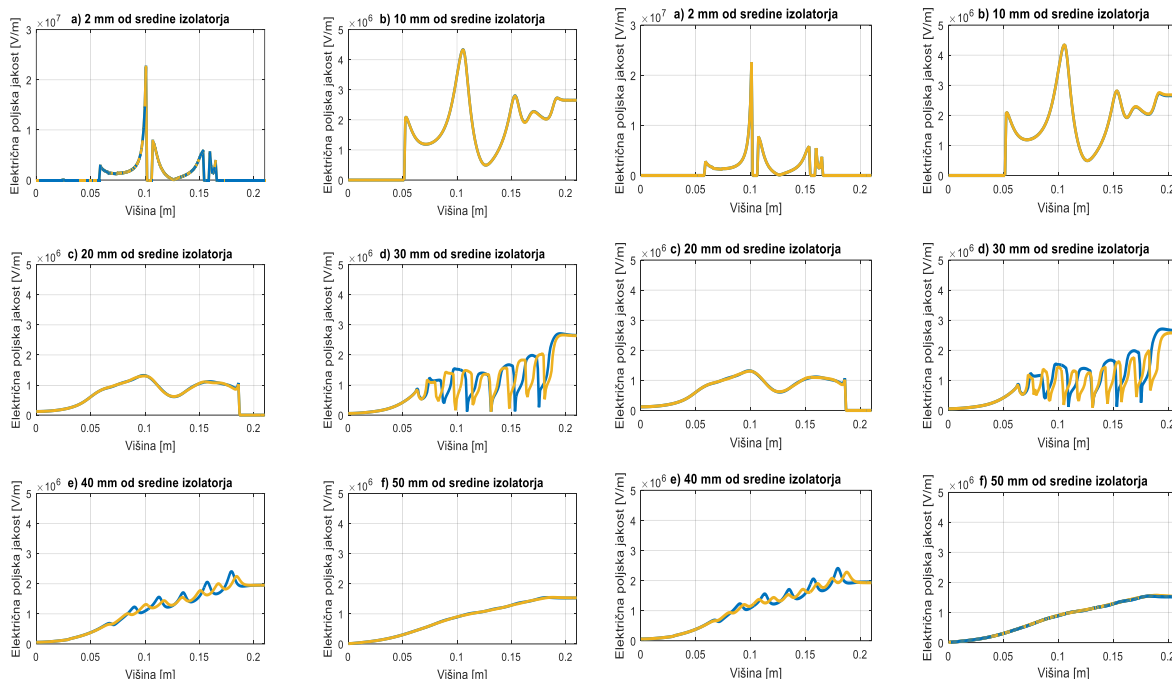
Slika 24.7: Primerjava vrednosti električne poljske jakosti obstoječega izolatorja (modra linija) in izolatorja s štirimi rebri (rumena linija) na različnih oddaljenosti od sredine izolatorja



Slika 24.8: Električna poljska jakost izolatorja z osmimi rebri



Slika 24.9: Električna poljska jakost izolatorja z desetimi rebri



Slika 24.10: Primerjava vrednosti električne poljske jakosti obstoječega izolatorja (modra linija) in izolatorja z osmimi rebri (rumena linija) na različnih oddaljenosti od sredine izolatorja

Slika 24.11: Primerjava vrednosti električne poljske jakosti obstoječega izolatorja (modra linija) in izolatorja z desetimi rebri (rumena linija) na različnih oddaljenosti od sredine izolatorja

Pri izolatorju z osmimi rebri niso prisotne velike razlike v notranjosti izolatorja (slike 24.10a, 24.10b in 24.10c). V primerjavi z obstoječim izolatorja je električna poljska jakost boljše porazdeljena pri izolatorju z osmimi rebri (slika 24.10d). Pri izolatorju z desetimi rebri niso prisotne razlike znotraj izolatorja (slike 24.11a, 24.11b in 24.11c). V najbolj obremenjenem področju (slika 24.11d) so vrednosti električne poljske jakosti nekoliko manjše in je električno polje boljše razporejeno kot je to pri obstoječem izolatorju.

#### 4 Sklep

V članku je opisan srednjenapetostni podporni izolator za notranjo montažo z obstoječim številom reber ter vpliv števila reber na električno poljsko jakost izolatorja.

Narejeni so primeri izolatorja z manjšim številom reber in z večjim številom reber ter so vrednosti električne poljske jakosti primerjane z obstoječim izolatorjem.

Po dobljenih rezultatih lahko zaključimo, da so razlike v vrednosti električnega polja pri izolatorju z manjšim ali večji številom reber male ali zanemarljive v primerjavi z obstoječim izolatorjem. Porazdelitev električne poljske jakosti je boljša pri izolatorjih z večjim številom reber v primerjavi z obstoječim izolatorjem. Pri izdelavi izolatorja z manjšim številom reber lahko poenostavimo proizvodnjo in zmanjšamo izmet. Pri izolatorjih z večjim številom reber, zaradi boljše porazdelitve električnega polja zmanjšamo naprežanje okolice izolatorja, kar ugodno vpliva na porazdelitev električne poljske jakosti v stikalni celici.

### **Viri, literatura**

- [1] J. Pihler, "Stikalne naprave elektroenergetskega sistema," 2. dopolnjena izd., Univerza v Mariboru: Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, 2003
- [2] I. Tičar, P. Kitak, J. Pihler, "Design of New Medium Voltage Indicator by Means of Electric Field Calculation", Journal of Microelectronics, Electronic Components and Materials, vol. 32, no. 2, pp. 82–87, 2002
- [3] Programsko orodje EleFAnT, Graz, Avstrija, Inst. Fundam. Theory Electr. Eng., Univ. Technol. Graz, 2000
- [4] IEC 61958:2000, High-voltage prefabricated switchgear and controlgear assemblies – Voltage presence indicating systems, First edition, 2000
- [5] IEC 61243-5:1997, Live working – Voltage detectors – Part 5: Voltage detecting systems (VTS), First edition, 1997