

## Sistem de predicție și diagnoză inteligentă pentru prevenirea avariilor la cablurile de energie"

### Parteneriat:

**CO** - Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Inginerie Electrică ICPE-CA, București (INCDIE ICPE-CA) - director proiect: drd.ing. Lingvay Carmen;

**P1** - Universitatea „POLITEHNICA” București - Centrul de Cercetare "Echipamente pentru conversia electromecanica a energiei" (UPB-ECEE);

**P2** - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca (UT Cluj);

**P3** - S.C. ELECTROVĂLCEA SRL, Râmnicu Vâlcea (ELV).

**Scopul proiectului** constă în elaborarea unui sistem de predicție inteligentă a defectelor cablurilor de energie, *rezolvarea* problemei complexe din *domeniul prioritar al ENERGIEI*, mai precis a *securității în alimentarea cu energie* prin linii electrice subterane (LES) - ceea ce se încadrează în obiectivul derivat al programului PN 2: *Creșterea competenței tehnologice și promovarea transferului de cunoștințe și tehnologii în domeniul energiei, în condiții de calitate, siguranță în alimentare, cu respectarea principiului dezvoltării durabile.*

### Rezumatul proiectului

În perspectiva dezvoltării durabile, respectiv asigurarea pe termen lung a unor condiții optime de muncă și viață sănătoase, problematica asigurării continue cu energie electrică a consumatorilor, siguranța în alimentare, prezintă o importanță deosebită. Implicațiile întreruperii neașteptate și neanunțate a furnizării energiei sunt diverse (spitale rămase fără energie în timpul unor intervenții vitale, persoane rămase în lift, perturbațiile sistemelor de calcul, perturbații în transportul electric urban, disconfortul consumatorilor etc.) și pot fi deosebite.

*Scopul urmărit*, în cadrul prezentului proiect, constă în elaborarea unui sistem de predicție și diagnoză inteligentă a defectelor cablurilor de energie. *Consortiul* de specialiști *interdisciplinari* (inginerie electrică, chimie și inginerie chimică, automatică), localizați în două universități tehnice, un INCD și un agent economic cu activitate în domeniul instalațiilor electrice, își propune *rezolvarea* problemei complexe din *domeniul prioritar al ENERGIEI* (tematica de cercetare **2.1.1.** - securitatea în alimentarea cu energie) a securității în alimentarea cu energie electrică prin linii electrice subterane (LES). Tematica se încadrează în obiectivul derivat al programului PNCDI 2: *Creșterea competenței tehnologice și promovarea transferului de cunoștințe și tehnologii în domeniul energiei, în condiții de calitate, siguranță în alimentare, cu respectarea principiului dezvoltării durabile.*

Se va urmări dezvoltarea cunoștințelor teoretice, experimentale și aplicative în domeniul degradării prin "îmbătrânire" a materialelor din structura cablurilor de energie, atât în condiții de laborator cât și în condițiile concrete de exploatare - expuse factorilor acceleratori fizico-chimici și biologici (salinitatea, agresivitatea și încărcarea microbiologică a solului, prezența curenților de dispersie "vagabonzi" generați de tracțiunea electrică în c.c. și / sau în ca., solicitările electrice în timpul exploatării etc). Prin acestea se va contribui la dezvoltarea substanțială a bazei de cunoaștere în domeniu, se vor stabili corelațiile / similitudinile dintre comportarea materialelor în condiții de laborator și condițiile concrete de exploatare, în baza cărora se vor stabili mecanismul și cinetica (viteza) proceselor de degradare - absolut necesare la fundamentarea sistemului de predicție și diagnoză inteligentă propus a fi realizat, experimentat și validat / certificat.

Prin implementarea sistemului de predicție și diagnoză inteligentă la partenerul industrial P3, respectiv prin serviciile prestate către administratorii rețelelor de distribuție a energiei electrice - diagnosticarea preventivă a cablurilor în exploatare -se va contribui la diminuarea substanțială a frecvenței avariilor la LES (cu toate implicațiile sociale, economice și ecologice aferente), respectiv se va putea interveni operativ la în scopul prevenirii incidentelor datorate „îmbătrânirii” cablurilor.

Se estimează că, dezvoltarea cunoștințelor teoretice, experimentale și aplicative în domeniul degradării prin "îmbătrânire" a materialelor din structura cablurilor de energie se va putea valorifica (în cadrul unor noi proiecte) la găsirea unor noi soluții tehnice, atât pentru realizarea / fabricarea cablurilor (mai durabile - mai rezistente la acțiunea factorilor acceleratori ai degradării), cât și pentru elaborarea unor metode avansate de protecție a LES.

### Obiective propuse

Principalul obiectiv al proiectului constă în crearea unui nou serviciu inovativ complex - *sistem de predicție inteligentă și mijloace de prevenire a defectelor cablurilor liniilor electrice subterane* - prin care se asigură creșterea substanțială a siguranței energetice (domeniu prioritar ENERGIE, direcția / tematica de cercetare *creșterea securității în alimentarea cu energie*), respectiv creșterea siguranței în exploatare a

rețelelor de distribuție a energiei electrice - prevenirea defectării accidentale a cablurilor electrice subterane, cu toate implicațiile materiale și sociale aferente. Obiectivul se realizează printr-un CONSORȚIU COMPLEX ȘI INTERDISCIPLINAR (două universități tehnice, un institut național CD prin trei compartimente și un agent economic IMM care cofinanțează proiectul, participă la derularea lui și devine beneficiarul direct al rezultatelor. Implicarea agentului economic IMM, cofinanțarea proiectului de către acesta este prima garanție a valorificării directe a rezultatelor, a implementării acestora. Prin crearea consorțiului interdisciplinar, rezolvarea și implementarea rezultatelor propuse, implicit se asigură creșterea capacității sectorului de CDI pentru Tehnologia Informației, în vederea susținerii societății și economiei bazate pe cunoaștere - creșterea competenței tehnologice și promovarea transferului de cunoștințe și tehnologii în domeniul energiei, în condiții de calitate, siguranță în alimentare, cu respectarea principiului dezvoltării durabile.

Concret, se urmărește realizarea *unui sistem expert de diagnoză și predicție inteligentă și activă dedicat* cablurilor de medie și înaltă tensiune aferente LES, sistem care să permită anticiparea corectă a stărilor de defect și intervenția operativă în acele locuri care prezintă vulnerabilitate maximă. Aceasta pre-supune, în primul rând, cunoașterea: comportării materialelor ce intră în construcția cablurilor în condițiile concrete de exploatare, mecanismul și cinetica de degradare a cablurilor subterane, determinarea para-metrilor cinetici funcție de condițiile concrete de exploatare (de mediu și de solicitări electrice), dezvoltarea și implementarea de sistem inteligent, sistem expert dedicat diagnozei complexe și preventive a cablurilor de medie și înaltă tensiune.

Principalele obiective intermediare sunt:

*Oi. 1.* Pregătirea bazelor conceptuale ale fenomenelor de degradare a cablurilor electrice în mediu poluant (activități de cercetare fundamentală);

*Oi. 2.* Studii experimentale, elaborare model funcțional de sistem diagnoză predictivă (activități de cercetare industrială). Simulare, experimentare și demonstrarea funcționalității modelului de sistem diagnoză predictivă (activități de cercetare industrială);

*Oi. 3.* Realizare / definitivare sistem de diagnoză predictivă a cablurilor de MT și ÎT;

*Oi. 4.* Participare la manifestări tehnico-științifice și diseminarea pe scară largă a rezultatelor, identificarea și atribuirea drepturilor de proprietate intelectuală și industrială (activități suport).

Principalele rezultate urmărite ( i estimate) în cadrul proiectului sunt:

- Realizarea unui *sistem de predicție inteligentă*, serviciu inovativ nou la partener P3 (agent economic IMM - serviciu nou de necesitate publică)
- cel puțin două (două) soluții tehnice noi, brevetabile - 2 Cereri de brevete de invenție;
- cel puțin 8 (opt) articole publicate în reviste de specialitate cotate ISI;
- cel puțin 5 (cinci) articole indexate în baze de date internaționale recunoscute (de expl. SCOPUS);
- cel puțin 20 (douăzeci) comunicări științifice la manifestări internaționale de prestigiu;
- crearea unui consorțiu interdisciplinar de cercetare complexă, cu participarea unui agent economic IMM, beneficiar direct al rezultatelor, în baza cărora urmează crească cifra de afaceri și să extindă serviciile către administratorii rețelelor de cabluri subterane;
- Atragerea de resurse financiare private în cercetare (cofinanțare);
- Investiții în echipamente
- Mobilități personal de cercetare.

## **REZULTATE**

[Etapa 1 / 16.02.2009](#) (buget 116.000 lei)

Conform planului de realizare, au fost realizate:

- I. un studiu documentar și model conceptual privind degradarea cablurilor subterane - susținut de 75 referințe bibliografice;
- II. un studiu documentar și model conceptual privind degradarea prin arborescentă a materialelor electroizolante - susținut de 74 referințe bibliografice
- III. un studiu documentar și model conceptual privind degradarea termică a materialelor electroizolante - susținut de 38 referințe bibliografice
- IV. un studiu documentar și model conceptual privind sistemul de diagnoză preventivă în exploatare a cablurilor de energie - susținut de 93 referințe bibliografice

Principalele concluzii ale lucrărilor întreprinse în etapa I au fost:

- modificările structurale ale dielectricilor, dezvoltarea sarcinilor spațiale, sunt determinante în degradarea cablurilor;
- în inițierea arborescentelor „de apă” un rol determinant au produșii de coroziune formați prin coroziunea mantalelor ecran metalice ale cablurilor, proces ce demarează în urma degradării învelișului polimeric exterior de protecție a cablului;
- în degradarea învelișului polimeric exterior al cablului, un rol determinant pot avea procesele de

- biodegradare a polimerilor, datorate încărcării microbiologice a solului.
- arborescentele deschise sunt mult mai periculoase decât arborescentele nod de papion, datorită modului diferit de dezvoltare;
  - în trunchiul arborescentelor deschise, ca și în ramurile acestora, se constată o aglomerare importantă de microcavități (produse sub acțiunea câmpului electric).
  - arborescentele deschise pot fi uscate și reumplute cu apă;
  - arborescentele deschise se dezvoltă, în general, în direcția câmpului electric.
  - încercările efectuate, prin diferite metode, pe izolații cu arborescente de apă evidențiază existența oxidării polietilenei;
  - formarea arborescentelor, prin diferite mecanisme, și dezvoltarea acestora, duc la formarea de canale conductive în dielectric, și implicit, la degradarea izolației - până la străpungere;
  - relația directă între viteza de dezvoltare a arborescentelor de apă și intensitatea solicitărilor mecanice este încă neclară;
  - diferite solicitări, aplicate în mod singular sau combinat, influențează procesele fizice și chimice la interfața dintre metal / dielectric solid / mediu;
  - model conceptual termic al unui cablu poate fi conceput similar circuitelor electrice echivalente;
  - căutarea mecanismelor de procesare evidențiază o analiză între cele câteva tipuri de sisteme expert care ar putea soluționa problemele din modul concret în care ele sunt formulate;
  - utilizarea sistemelor expert cu raționament prin similitudine (sisteme de raționament bazate pe cazuri) presupune două etape principale. Prima este construirea modelului și a doua este abordarea exploatarea sistemului expert.

#### Etapa 2 / 15.11.2009 (buget 60.710 lei + cofinanțare 4.550 lei)

Conform planului de realizare, au fost realizate:

- I. un model experimental și instalația aferentă privind arborescenta electrică în polietilenă, susținut de 16 referințe bibliografice; Modelul experimental și instalația aferentă au fost validate prin determinări experimentale pe două sorturi de PE.
- II. un model experimental și procedura de lucru aferentă privind caracterizarea polietilenei prin analiză termică, susținut de 11 referințe bibliografice; Modelul experimental și procedura aferentă au fost validate prin determinări experimentale pentru studiul modificărilor structurale suferite de sorturile de polietilenă PE în timpul tratamentelor termice ale procesului de fabricație a cablurilor de energie.
- III. un model matematic privind influența variațiilor de temperatură și solicitărilor electrice asupra performanțelor dielectricilor, susținut de 56 referințe bibliografice;
- IV. un Raport de Experimentare - Studiu experimental privind starea de degradare a cablurilor aferente a 4 LES (două din Cluj și două din Râmnicu Vâlcea), susținut de 23 referințe bibliografice
- V. Diseminare pe scară largă - 1 carte tehnică de specialitate; 4 articole în reviste de specialitate cotate ISI; 4 articole în reviste publicate în străinătate / indexate în baze de date(SCOPUS); 8 articole în reviste recunoscute de CNCSIS; 12 lucrări publicate în volumele și prezentate la manifestări științifice internaționale de prestigiu.

#### Etapa 3 / 30.11.2010 (buget 252.405 lei -f- cofinanțare 15.819 lei)

Conform planului de realizare, întocmit la asumarea creditului de angajament pentru 2010, au fost realizate:

- I. un model experimental privind arborescenta electrochimică în polietilenă - susținut de 17 referințe bibliografice, model și instalație care au fost realizate practic și demonstrată funcționalitatea lor;
- II. un studiu experimental privind degradarea termică a dielectricilor polimerici prin analiză termică - susținut de 19 referințe bibliografice și 2 Rapoarte de încercări;
- III. elaborarea unui model experimental sistem diagnoză predictivă și simularea modelului de sistem de diagnoză predictivă elaborate pe cabluri de MT și ÎT -susținut de 32 referințe bibliografice;
- IV. un studiu experimental privind starea de degradare a cablurilor aferente a 6 LES -Raport de experimentare - susținut de 33 referințe bibliografice;
- V. Diseminare pe scară largă a rezultatelor obținute: 4 articole în reviste de specialitate cotate ISI; 6 articole în reviste indexate în baze de date internaționale (SCOPUS) și/sau recunoscute de CNCSIS; 16 lucrări susținute la / publicate în volumele / unor manifestări științifice internaționale de prestigiu.

#### Etapa 4 / 30.11.2011 (buget 361.493,03 lei + cofinanțare 33.750 lei)

Conform planului de realizare, întocmit la asumarea bugetului pentru 2011, au fost realizate:

- AI/V.1- Studiu experimental privind degradarea sub acțiunea factorilor de mediu a structurii polimerilor dielectrici prin analiză termică - rezultat: 1 raport de experimentare susținut de 9 referințe bibliografice recente - a fost studiată experimental îmbătrânirea termică accelerată, prin ciclare termică (între -35°C și + 100°C), a izolației PE a unui eșantion de cablu de medie tensiune (20 kV)

- de tip A2XS2Y de 250mm<sup>2</sup>.
- A IV.2 - Studiu experimental privind influența solicitărilor electrice și ale mediului ambiant asupra proprietăților dielectrice ale polietilenei pentru cabluri -rezultat: 1 Raport de experimentare, susținut de 45 referințe bibliografice, în care se prezintă rezultatele investigațiilor de laborator privind influența solicitărilor electrice și ale mediului ambiant asupra proprietăților dielectrice ale polietilenei pentru cabluri.
- A IV.3 - Studiu experimental privind influențele solicitărilor de mediu asupra performanțelor dielectrice ale cablurilor cu PE. Stabilirea și modelarea criteriilor de similitudine condiții de laborator - condiții de exploatare - rezultat: 1 Raport de experimentare susținut de 16 referințe bibliografice, a fost studiată teoretic și experimental, în situ și în laborator, influența sarcinii tranzitate prin liniile electrice realizate în cabluri cu PE, asupra temperaturii componentelor cablului și în sol (în vecinătatea cablului).
- A IV.4 - Experimentarea modelului de sistem de diagnoză predictivă a cablurilor de MT și ÎT - rezultat: 1 Raport de experimentare model susținut de 35 referințe bibliografice), cu concluzia că sistemul „model experimental” elaborat funcționează corespunzător. Rezultatele furnizate de acesta sunt în concordanță cu rezultatele determinărilor din teren privind condițiile de exploatare a cablului.
- A IV.5 - Demonstrarea funcționalității modelului experimental de sistem de diagnoză predictivă a cablurilor de MT și ÎT - rezultat: Proces Verbal demonstrare funcționalitate model.
- A IV.6 - Elaborare documentație tehnică - procedura de achiziție date din teren (privind "istoria" cablului și condițiile de exploatare) și prelucrarea datelor achiziționate - rezultat: 1 procedură.
- A IV.7 - Elaborare documentație tehnică - procedura de prelevare eșantioane din teren și caracterizarea / analiza acestora - prelucrarea și cuantificarea rezultatelor -rezultat: 1 procedură.
- A IV.8 - Realizare prototip sistem de diagnoză predictivă a cablurilor de MT și ÎT - rezultat: 1 prototip sistem de diagnoză predictivă a cablurilor de MT și ÎT.
- A IV.9 - Experimentarea și verificarea prototipului sistemului de diagnoză predictivă a cablurilor de MT și ÎT - rezultat: 1 Raport de experimentare prototip susținut de 15 referințe bibliografice cu concluzia: „în urma aplicării sistemului expert „prototip” de diagnoză predictivă a cablurilor de energie elaborat de P2, pe cablurile aferente a trei linii electrice subterane de medie tensiune (20 kV), se constată că rezultatele afișate ale duratelor de bună funcționare sunt în bună concordanță cu rezultatele determinărilor din teren privind condițiile de exploatare și starea de degradare a cablurilor respective”.
- A IV.10 - Diseminare pe scară largă - rezultate: 1 carte specialitate; 2 articole în reviste de specialitate cotate ISI; 5 articole în reviste indexate în baze de date internaționale; 14 lucrări susținute la / publicate în volumele unor manifestări științifice internaționale de prestigiu.
- Total buget 790.608,03 lei + cofinanțare 54.119 lei

#### **Lista publicațiilor PROIECT CABDIAG - 22122 / 2008**

##### **Cărți**

- C.1. Iosif LINGVAY, Carmen LINGVAY, *Degradarea prin coroziune a liniilor electrice*, Editura Printech, București, 2008, ISBN 978-606-521-073-8, 191 pagini.
- C.2. D.D. Micu, L. Czumbil, A. Ceclan, D. Csala, *Metode numerice. Lucrări practice*. Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2010, ISBN 978-973-713-278-9, 135 pagini.

##### **Articole ISI**

- 5.1 C. Stancu, P.V. Notingher, F. Ciuprina, P. Notingher jr, S. Agnel, J. Castellon, A. Tourelle, *Computation of the Electric Field in Cable Insulation in the Presence of Water Trees and Space Charge*, IEEE Transactions on Industry Applications, 2009, Voi. 45, No. 1, ISSN 0093-9994, pp. 30-49. (SCI)
- 5.2 Cristina Stancu, P.V. Notingher, P. Notingher jr, M. Plopeanu, *Electric Field Determination in Water Treed Samples Using the Thermal Step Method*, Journal of International Scientific Publications, Materials, Methods & Technologies, 2009, Volume 3, Part 1, ISSN 1313-2531, pp. 51-62.
- 5.3 Dan D. Micu, Radu Munteanu jr., Georgios Christoforidis, B. Manea, A. Ceclan, *Original Approaches for Solving Electromagnetic Interference Problems*, Advances in Electrical and Computer Engineering, No 2, 2009, pp. 82-90, ISSN: 1582-7445; e-ISSN: 1844-7600; doi: 10.4316/aece.
- 5.4 Dan Doru MICU, Iosif LINGVAY, Carmen LINGVAY, Laura CREȚ, Emil SIMION, *Numerical Evaluation of Induced Voltages in the Metallic Underground Pipelines*, Revue Roumaine des Sciences Techniques serie Electrotechnique et Energetique, Tome 54, 2009, Issue: 2, ISSN 0035-4066, pp.175-183 (SCIE).
- 5.5 Cristina Stancu, P. V. Notingher P. Notingher jr, M. Plopeanu, *Computation of Electric Field Corresponding to Space Charge in Water-Treed Power Cable Insulation*, Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review), ISSN 0033-2097, 2010, Voi. 86, Nr. 5, pp. 114-118 (SCIE).
- 5.6 Rodica Creț, Laura Darabant, Dan D. Micu, Mihaela Pleșa, Antoniu Turcu, Denisa Stet, *Study of the*

*factors that influence the effective permittivity of the dielectric mixtures*, Revue Roumaine des Sciences Techniques serie Electrotechnique et Energetique, 2011, voi 56, nr. 1, pp. 69-78.

5.7 D.D. Micu, L. Czumbil, G. Christoforidis, *Layer Recurrent Neural Network Solution for an Electromagnetic Interference Problem*, COMPEL: The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, ISSN: 0332-1649, voi. 31, (accepted for publication, for Mart. 2012). (SCI)

#### Articole BDI

D.1. - Lingvay Jozsef, Groza Claudia, Lingvay Carmen, Csuzi István, *A kozm hálózatoknál használt polietilen mikrobiológiai károsodásai*, Korrozios figyel , 49, 3, **2009** pp. 31-37.

D.2. - Lingvay Jozsef, Groza Claudia, Lingvay Carmen, Csuzi István, *Er sáramu kábelek korrozio általi károsodásai - About the Degradation by Corrosion of Underground Power Cab/es*, Elektrotechnika, 2009, no. 07-08, ISSN 0367-0708, pp. 19-23.

D.3. - Lingvay Jozsef, Lingvay Carmen, Csuzi István, *Er sáramu kábelek korroziovedelme es a kábelszigeteles eletttartam novelese (Corrosion control of underground power cables)*, Elektrotechnika, 2009, no. 10, ISSN 0367-0708, pp. 16-20.

D.4. - Dan D. Micu, L. Czumbil, A. Ceclan, E. Simion, Denisa Stet, Liliana Cimpan, *Neural Networks Evaluation of Electromagnetic Interferences between HV Power Lines and Underground Metallic Pipelines*, Journal of Electrical and Electronics Engineering, University of Oradea Publisher, IEEEExplore, ISSN: 1844-6035, Voi. 2, Nr. 1, May 2009, pag. 73-79.

D.5. - Cristina Stancu, P. V. Notingher P. Notingher jr, M.Ploeanu, *Water Tree Influence on Space Charge Distribution and on the Residual Electric Field in Polyethylene Insulation*, Journal of Electrical and Electronics Engineering, Voi. 2, Nr. 2, 2009, ISSN 1884-6035, University of Oradea Publisher, pp. 89-94.

D.6. - P. V. Notingher, M. Ploeanu, Cristina Stancu, *Dezvoltarea arborescentelor electrice - factor determinant al strâpunerii izolațiilor cablurilor de energie*, EEA - ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, ISSN 1582-5175, 2009, Voi. 57, 2, pp. 51-58.

D.7. - Călin HOMAN, István CSUZI, Iosif LINGVAY, Carmen LINGVAY, *Fiabilitatea instalațiilor energetice de medie tensiune. 1. Studii privind evoluția incidentelor pe rețeaua de distribuție a energiei electrice Cluj-Napoca*, EEA-ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, ISSN 1582-5175, Voi. 57, nr. 1, ian.-mart. 2009, pp. 31-35.

D.8. - Iosif LINGVAY, Carmen LINGVAY, Dorin ISOC, *Studii privind îmbătrânirea rezistenței de izolație anticorozivă și a rezistenței de trecere a izolațiilor din polietilenă aplicată conducte/or metalice subterane*, EEA - ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, ISSN 1582-5175, Voi. 57, nr. 1, ian.-mart. 2009, pp. 41-44.

D.9. - Iosif LINGVAY, Călin HOMAN, István CSUZI, Carmen LINGVAY, Claudia GROZA, *Fiabilitatea instalațiilor energetice de medie tensiune. 2. Studii privind starea de degradare și defectarea unor LES de medie tensiune, din Cluj-Napoca*, EEA - ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, ISSN 1582-5175, Voi. 57, nr. 2, apr.-iun. 2009, pp. 17-20.

D.10. - Dan Doru MICU, Emil SIMION, Iosif LINGVAY, István CSUZI, Carmen LINGVAY, *Rezolvarea problemelor de interferență electromagnetică prin aplicarea metodelor de interpolare numerică*, EEA - ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, ISSN 1582-5175, Voi. 57, nr. 2, apr.-iun. 2009, pp. 44-50.

D.11. - Iosif LINGVAY, Claudia GROZA, István CSUZI, Carmen LINGVAY, Ovidiu CIOGESCU, *About the degradation mechanism of underground power cables*, Analele Universității din Oradea - Fascicula de Energetică, ISSN 1224-1261, Voi. 15, Secțiunea nr. 1, 2009, pp.68-72.

D.12. - Iosif LINGVAY, Carmen LINGVAY, István CSUZI, *Contribution to develop a modern technical solution for increase of maintenance and reliability of underground power lines by corrosion control of the underground power cables*, Analele Universității din Oradea -Fascicula de Energetică, ISSN 1224-1261, Voi. 15, Secțiunea nr. 3, 2009, pp.347-352.

D.13. - P. V. Notingher, Cristina Stancu, M. Ploeanu, I. Lingvay, *Dielectric properties of polyethylene subjected to electric field in the presence of water*, Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies, ISSN: 1313-2539, Voi. 4, Part 2, 2010, pp. 91-104.

D.14. - P. V. Notingher, M. Ploeanu, *Producerea accelerată a arborescentelor electrice. Partea II-a: Dezvoltarea arborescentelor*, ISSN 1582-5175 (B\*) EEA - ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, voi. 58, Nr.1, 2010, pp. 24-31.

D.15. - Cristina Stancu, P. V. Notingher, *influence of the Surface Defects on the Absorption/ Resorption Currents in Polyethylene Insulations*, Scientific Bulletin of University POLITEHNICA of Bucharest, Series C: Electrical Engineering and Computer Science ISSN: 1454 - 234X (B\*)., voi. 72, Iss. 2, 2010. pp. 161-170.

D.16. - Iosif LINGVAY, István CSUZI, Carmen LINGVAY, *Urban Electric Rail Transport. 1. Energy Issues and the Impact of Adjacent Metallic Structures on Running Routes*, EEA-ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, (B"), ISSN 1582-5175, Voi. 58, nr. 2, apr.-iun. 2010, pp. 26-34.

- D.17. - Lingvay Jozsef, Csuzi István, Lingvay Carmen, Szatmári Nona, *Contributions to the study of degradation by corrosion of ground plates in the three phased energetic system (Kiegeszites háromfázisú villamos hálózat foldeleseinak korrozios károsodása tárgyában készített tanulmányhoz)*, Elektrotechnika, 2010, 3, pp.7-11.
- D.18. - Iosif LINGVAY, István CSUZI, Emeric SILAGHI, Liana TUDOSIE, Carmen LINGVAY, *Transportul electric urban pe șine - 2. Aspecte energetice privind exploatarea stațiilor de redresare și a căilor de rulare aferente transportului electric urban din Oradea*, EEA - ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, ISSN 1582-5175 (B\*), voi. 58, Nr.4, 2010. pp. 16-21.
- D.19. - Iosif LINGVAY, István CSUZI, Emeric SILAGHI, Liana TUDOSIE, Carmen LINGVAY, *Transportul electric urban pe șine - 3. Evaluarea pierderilor de energie pe elementele liniilor de contact*, EEA - ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, ISSN 1582-5175 (B<sup>1</sup>), voi. 58, Nr.4, 2010. pp. 64-71.
- D.20. - Csuzi I., Lingvay I., Silaghi E., Lingvay C, *Energy Issues and the Impact on Adjacent Metallic Structures of Running Routes in Urban Electric Transport System*, Journal of Sustainable Energy, ISSN 2067-5534, Voi. I, No. 1, 2010, pp. 1.17 (BDI).
- D.21. - Lingvay I., Csuzi I., Silaghi E., Lingvay C, *Urban Electric Rail Transport. 2. Evaluation of Energy Losses Due to Deficiencies in Rectifying Stations and Associated Rails of Urban Electric Transport in Oradea City*, Journal of Sustainable Energy, ISSN 2067-5534, Voi. I, No. 2, 2010, pp. 2.15. (BDI).
- D.22. - Lingvay I., Silaghi E., Csuzi I., Lingvay C, *Urban Electric Transport on Rails. 3. Analysis and evaluation of Energy Losses on Power Lines and Their Insulation System*, Journal of Sustainable Energy, ISSN 2067-5534, Voi. I, No. 3, 2010, pp.77-80, (BDI).
- D.23. - C. Stancu, P.V. Notingher, M.G. Plopeanu, *Influence of Water Trees on Breakdown Voltage of Polymeric Cables Insulations*, Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies, Voi. 5. Part 2, pp. 101-116, 2011, ISSN 1313-2539 (BDI- EBSCO Publishing).
- D.24. - István CSUZI, Iosif LINGVAY, Ioan FELEA, Sebastian-Emeric SILAGHI, *Low Frequency Electromagnetic Fields Generated by the Supply System of Trams (Câmpurile electromagnetice de joasă frecvență generate de sistemul de alimentare al tramvaielor)*, EEA - ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, ISSN 1582-5175, voi. 59, Nr.1, 2011, pp. 37-40 (BDI).
- D.25. Cristina STANCU, Andrei CUCOȘ, Carmen LINGVAY, Petru BUDRUGEAC, Iosif LINGVAY, *Studies regarding the parameter evolution of energy cables polyethylene insulation, due to thermal cycling*, EEA - ELECTROTEHNICA, ELECTRONICA, AUTOMATICA, ISSN 1582-5175, Voi. 59, 3, 2011, pp. 26-32, (BDI).
- D.26.** - LINGVAY I., LINGVAY C, SZATMÁRI I., *The interferences produced by anthropic electromagnetic fields on the natural electrochemical systems*, Journal of Sustainable Energy, ISSN 2067-5534, Voi. II, No. 2, 2011, pp.6-15 (BDI).
- D.27. - LINGVAY I., STANCU C, CUCOȘ A., LINGVAY C, *Degradation of power cables polyethylene insulation due to thermal cycling*, Journal of Sustainable Energy, ISSN 2067-5534, Voi. II, No. 3, 2011, pp. 6-11 (BDI).

### Conferințe

- Vi1 - Cristina Stancu, P. V. Notingher, P. Notingher jr, M. Plopeanu, *Water Concentration Influence on the Space Charge and on Electric Field in Water-Treed Cable Insulation*, Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference of Electromechanical and Power Systems, Voi. 1, Editura PIM, Iași, ISBN: 978-606-520-617-5, 2009, pp. 500-507.
- Vi2 - Lingvay Jozsef, *Kábelek korroziovedelme (Protecția anticorozivă a cablurilor)*, Magyar Energia Szimpoziium (MESZ), Budapest, 2009. március 26, CD, paper 16.
- Vi3 - LINGVAY Jozsef, LINGVAY Carmen, GROZA Claudia, *Damage of polyethylene used in system of public Utilities due to environmental factors - A közm hálózatokban használt polietilén rongálódásai a környezeti tényezők hatására (Degradările sub acțiunea factorilor de mediu a elementelor din polietilenă aferente rețelelor de distribuție a utilităților urbane)*, VEKOR, 21-23 April, Balatonfüred, Hungary, 2009, CD, paper 6.
- Vi4 - D.D. Micu, L. Czumbil, A. Ceclan, *Layer Recurrent Neural Network Solution*, CEFC 2010, The 14<sup>th</sup> Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation, May 9-12, 2010, Chicago, USA.
- Vi5 - Cristina Stancu, P. V. Notingher, P. Notingher jr, M. Plopeanu, *Water Tree Influence on Space Charge Distribution and on the Residual Electric Field in Polyethylene Insulation*, 10th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES 09), Oradea, 27-29 May, 2009.
- Vi6 - Iosif LINGVAY, Claudia GROZA, István CSUZI, Carmen LINGVAY, Ovidiu CIOGESCU, *About the degradation mechanism of underground power cables*, 10<sup>th</sup> International Conference on Engineering of Modern Electric Systems, EMES'09, Oradea, România, May 27-29, 2009, CD, paper 1.13.
- Vi7 - Iosif LINGVAY, Carmen LINGVAY, István CSUZI, *Contribution to develop a modern technical solution for increase of maintenance and reliability of underground power lines by corrosion control of the underground power cables*, 10<sup>th</sup> International Conference on Engineering of Modern Electric Systems, EMES'09, Oradea, România, May 27-29, 2009, CD, paper 3.5.

- Vi8 - Dan D. Micu, A. Ceclan, Laura Darabant, Denisa Stet, *Analytical and Numerical Development of the Electromagnetic Interference Between a High-Voltage Power Line and an Underground structures*, 6<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Electromechanical Motion Systems, ELECTROMOTION 2009, July 1-3, 2009, Lille, France, ISBN: 978-2-915913-25-5, IEEEExplore EAN: 9782915913255.
- Vi9 - Dan D. Micu, E. Simion, L. Czumbil, D. Csala, A. Ceclan, *Neural Networks applied in Electromagnetic Interference Problems*, 6<sup>th</sup> Japanese-Mediterranean Workshop on Applied Electromagnetic Engineering for Magnetic, Superconducting and Nano Materials, JAPMED'06, July 27-29, ISBN 978-606-521-346-3, 2009, București, România, pp. 109-110.
- Vi10 - Dan D. Micu, Czumbil L., Ceclan A., Laura Darabant, *Accurate methods for solving electromagnetic interference problems between power lines and underground metallic pipelines*, 44<sup>th</sup> International Universities Power Engineering Conference, UPEC 2009, Glasgow, Scotland, IEEEExplore, 1-4 September 2009, Proceedings on CD, ISBN 978-0-947649-44-9.
- Vi11 - Cristina Stancu, P. V. Notingher, P. Notingher jr, M. Plopeanu, *Computation of Electric Field Corresponding to Space Charge in Water-Treed Power Cable Insulation*, Proc. of the International Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering, Arras (France), 10-12 September, 2009, Paper ID - 111, CD-ROM, ISBN: 978-2-84832-115-8, pp. 1-8.
- Vi 12 - Dan D. Micu, Christoforidis G., Czumbil L., *Electromagnetic Interferences between HV Power Lines and Metallic Pipelines evaluated with Neural Network Technique*, 10<sup>th</sup> International Conference on Electric Power Quality and Utilisation, 15-17 September 2009, Lodz, Poland, IEEEExplore Catalog No: CFP0930C-CDR, Proceedings on CD, ISSN: 2150-6655.
- Vi 13 - LINGVAY Jozsef, CSUZI István, *The energy Consumption of D.C. Electrical Powered Urban Transportation (Az egyenáramú vontatásu városi közszállítás energiafogyasztása)*, EMT - „International Conference on Energetics-Electrical Engineering and Computer Science” - X ENELKO + XIX SzâmOct 2009, ISSN 1842-4546, Târgu Mureș, october 8-11, 2009, pp. 105-109.
- Vi14 - Carmen LINGVAY, István CSUZI, Virgil MARINESCU, Claudia GROZA Iosif LINGVAY, *Study of Microbiological Degradations in the External Polymeric Layer of Power Cables*, The 28<sup>th</sup> Annual Conference „Corrosion Challenges In Industry”, EGYCORR 2009, 14-17 December 2009, Ras Sudr, Egypt, CD, paper 10.
- Vi 15 A. Ceclan, D.D. Micu, L. Czumbil, *On a return stroke lightning Identification procedure by inverse formulation and regularization*, CEFC 2010, The 14<sup>th</sup> Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation, May 9-12, 2010, Chicago, USA.
- Vi16 LINGVAY I., CSUZI I., SILAGHI E., LINGVAY C, *Urban Electric Rail Transport. 2. Evaluation of Energy Losses Due to Deficiencies in Rectifying Stations and Associated Rails of Urban Electric Transport in Oradea City*, C.I.E.2010 - Conferința de Inginerie energetică, Băile Felix, 27-29 mai 2010, CD, lucrarea 10.
- Vi17 CSUZI I., LINGVAY I., SILAGHI E., LINGVAY C, *Energy Issues and the Impact on Adjacent Metallic Structures of Running Routes in Urban Electric Transport System*, C.I.E.2010 - Conferința de Inginerie energetică, Băile Felix, 27-29 mai 2010, CD, lucrarea 12.
- Vi 18 LINGVAY I., SILAGHI E., CSUZI I., LINGVAY C, *Urban Electric Transport on Rails. 3. Analysis and evaluation of Energy Losses on Power Lines and Their Insulation System*, C.I.E.2010 - Conferința de Inginerie energetică, Băile Felix, 27-29 mai 2010, CD, lucrarea 11.
- Vi19 P.V. Notingher, Cristina Stancu, M. Plopeanu, I. Lingvay, *Dielectric properties of polyethylene subjected to electric field in the presence of water*, 12<sup>th</sup> International Symposium MATERIALS, METHODS & TECHNOLOGIES (MM&T), Sunny Beach, Bulgaria, 11-15 June 2010.
- Vi20 P.V. Notingher, Cristina Stancu, M. Plopeanu, S. Grigorescu, *The influence of water trees on permittivity and loss factor of medium voltage cables polyethylene insulation*, Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Solid Dielectrics (ICSD), Potsdam, Germany, July 4 -9, 2010, pp.671-674, ISBN: 978-1 4244-7942-9.
- Vi21 Dorin ISOC, Adrian JOLDIȘ, Aurelian IGNAT, Emil SIMION, *Complex Hybrid Models Applied in Diagnosis of Power Cables*, CEM 2010, Sept. 2-4, 2010, Odorheiu Secuiesc, România, paper 8.
- Vi22 D.D. MICU, L. CZUMBIL, I. LINGVAY, D. ȘTEȚ, E. SIMION, L. CÂMPAN, *Combined Artificial Interligence Methods for Solving Electromagnetic Interference problems*, CEM 2010, Sept. 2-4, 2010, Odorheiu Secuiesc, România, paper 16.
- Vi23 D. ȘTEȚ, D.D. MICU, E. SIMION, A. CECLAN, L. CZUMBIL, C. LINGVAY, *Study of the Metallic Pipe/ine Corrosion Subjected to Alternating Voltage using a Nonlinear Model*, CEM 2010, Sept. 2-4, 2010, Odorheiu Secuiesc, România, paper 27.
- Vi24 D.D. Micu, L. Czumbil, G. Christoforidis, A. Ceclan, *Monte Carlo - Neural Network method for solving Electromagnetic Interference Problems*, UPEC 2010, The 45th International Universities Power Engineering Conference, Cardiff, Wales, IEEEExplore, 31 August - 3 September 2010, Proceedings on CD, ISBN 978-0-9565570-1-8.
- Vi25 A. Ceclan, D.D. Micu, L. Czumbil, *Lightning return stroke current spatia! reconstruction via inverse*



- regularization*, UPEC 2010, The 45th International Universities Power Engineering Conference, Cardiff, Wales, IEEEExplore, 31 August - 3 September 2010, Proceedings on CD, ISBN 978-0-9565570-1-8.
- Vi26 LINGVAY Jozsef, BUDRUGEAC Petru, CUCOS Andrei, LINGVAY Carmen, CIOGESCU Ovidiu, TUDOSIE Liana, *The degradations due to thermal cycles of polyethylene parts from the medium voltage power cables (A kozepfeszultseg energiakabelek polimer bsszetev inek rongáloedásai gyors h mersekletingadozások hatására)*, VEKOR Konferencia, Balatonfüred - HU, 2010. október 12 - 14. CD - paper 6.
- Vi27 TUDOSIE Liana, BUDRUGEAC Petru, CUCOŞ Andrei, LINGVAY Carmen, CIOGESCU Ovidiu, LINGVAY Jozsef, *Study of Thermal Ageing of Power Cables with PVC Insulations (A PVC szigetelés energiakabelek termikus oregedesenek tanulmányozása)*, 16<sup>th</sup> International Conference on Chemistry (XVI Nemzetközi Vegyeszkonferencia), Cluj-Napoca, Nov. 11-14, 2010, ISSN 1843-6293, p.104.
- Vi28 LINGVAY Jozsef, CUCOŞ Andrei, BUDRUGEAC Petru, LINGVAY Carmen, CIOGESCU Ovidiu, TUDOSIE Liana, *Study of Ageing of Polyethylene Insulations Used in Electrical Energetic by Thermal Analysis (A villamosenergetikában hosznált polietilen szigetelések oregedesenek vizsgáolata termicus analizissel)*, 16<sup>th</sup> International Conference on Chemistry (XVI Nemzetközi Vegyeszkonferencia), Cluj-Napoca, Nov. 11-14, 2010, ISSN 1843-6293, p.62.
- Vi29 M. Ploeanu, P.V. Notingher, C. Stancu, S. Grigorescu, *Electrical Ageing of Polyethylene Power Cables Insulation Subjected to an Electric Field in the Presence of Water*, Proceedings of 7<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE 2011), Bucharest, 12-14 May, 2011, ISSN 2068-7966, pp. 201-204 (BDI).
- Vi30 Iosif LINGVAY, Cristina STANCU, Petru BUDRUGEAC, Andrei CUCOS, Carmen LINGVAY, *Studies Concerning the Fast Ageing by Thermal Cycling of Power Cables*, ATEE 2011, The 7<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering, May 12-14, 2011, Bucharest, România, ISSN 2068-7966, pp. 437-440 (BDI).
- Vi31 Denisa Şteţ, Dan D. Micu, Camelia Avram, Laura Darabant, *Combined Methods for Solving Inductive Coupling Problems*, Proceedings of ATEE 2011, The 7<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering, May 12-14, 2011, Bucharest, România, ISSN 2068-7966, pp. 513-516 (BDI).
- Vi32 Denisa Şteţ, Dan D. Micu, Levente Czumbil, Andrei Ceclan, *Simulation of Interferences between Power Lines and Gas Pipelines in Unbalanced Phase Currents State*, Proceedings of 4<sup>th</sup> International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment, Coimbra, Portugal, 26-28 May 2011, ISBN 978-972-8822-22-4.
- Vi33 Dan D. Micu, Levente Czumbil, Georgios Christoforidis, Andrei Ceclan, Denisa Şteţ, *Evaluation of Induced AC voltages in Underground Metallic Pipeline*, Proceedings of 4<sup>th</sup> International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment, Coimbra, Portugal, 26-28 May 2011, ISBN 978-972-8822-22-4.
- Vi34 LINGVAY I., LINGVAY C, SZATMARY I., *77?e Interferences Produced by Anthropic Electromagnetic Fields on the Natural Electrochemical Systems*, Conference of Energy Engineering CIE-2011 "Clean and available energy", Băile Felix, 2-4 June 2011, Section 1 - Reliability and System Energy Quality Services, Proceedings CD, ISBN 978-606-10-0151-4, paper s1-p1-4.
- Vi35 LINGVAY I., STANCU C, CUCOŞ A., LINGVAY C, *Degradation of power cables polyethylene insulation due to thermal cyclind*, Conference of Energy Engineering CIE-2011 "Clean and available energy", Băile Felix, 2-4 June 2011, Section 1 - Reliability and System Energy Quality Services, Proceedings CD, ISBN 978-606-10-0151-4, paper s1-p1-5.
- Vi36 C. Stancu, P.P. Notingher, P.V. Notingher, M. Ploeanu, *Thermal Step Method - A Nondestructive Tool for Lifetime Estimation of Treed Cables Insulation*, Proceedings of 8th International Conference on Insulated Power Cables - Jicable'11, Paris, 19-23 June 2011, Paper E.5.2.17, pp. 557-560, 2011, ISBN: 2-912328-60-8 (BDI).
- Vi37 S. Grigorescu, M. Ploeanu, P. V. Notingher, C. Stancu, *Equipment for fast water trees resistance measurement of power cable insulations*, Proceedings of 8th International Conference on Insulated Power Cables - Jicable'11, Paris, 19-23 June 2011, Paper E.5.2.14, pp. 543-546, 2011, ISBN: 2-912328-60-8 (BDI).
- Vi38 G. Isoc, T. Isoc, D. Isoc, *Computer-aided diagnosis technique and system on given practice data base*, MedDecSup 2011 - International Workshop on Next Generation Intelligent Medical Decision Support Systems, Tg.Mureş, România, September 18-19, 2011.
- Vi39 Dan D. Micu, Georgios Christoforidis, Levente Czumbil, *Analytical Difficulties in the Interfstud Software Development*, 10th International Conference on Applied Electromagnetics, 25-29 Sept. 2011, Nis, Serbia, ISBN 978-86-6125-042-2, 2011.
- Vi40 Cristina Stancu, P.V. Notingher, L. Badicu, *Dielectric Response Function for Nonhomogeneous*



*Insulations*, 2011 IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, Cancun, Mexico, October 16-19, 2011 (Lucrare acceptata) (BDI).

Brevete

- B.1. C. Stancu, P.V. Notingher, S. Buşoi, *Dispozitiv de prelucrare a suprafeţelor izolaţiilor cablurilor de înaltă tensiune în vederea determinării rezistenţei la arborescenta de apă*, Cerere OSIM: A/00970 din 14.10.2010.
- B.2. P.V. Notingher, C. Stancu, *Instalaţie de testare rapidă la arborescenta de apă a izolaţiilor cablurilor de înaltă tensiune*, Cerere OSIM: A/00971 din 14.10.2010.