

Denumirea proiectului: **Creșterea securității în alimentarea cu gaz la magistralele transeuropene**

Denumirea proiectului (En): **Security increase of gas supplying through trans-european pipelines**

Cod proiect: **PN-II-PT-PCCA-2011-3.1-1057**

Acronim: **GAZODUCT**

Contract: **27 / 2012**

Autoritatea contractantă: **Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării - UEFISCDI**

Coordonator: **Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați**

CREȘTEREA SECURITĂȚII ÎN ALIMENTAREA CU GAZ LA MAGISTRALELE TRANSEUROPENE

GAZODUCT

ETAPA VI:

Caracterizarea metalurgică a îmbinărilor sudate SF mono și multiarc.

Optimizarea tehnologiilor de sudare inovative multiarc.

Implementarea tehnologiilor de sudare multiarc a tronsoanelor de conducte magistrale. Valorificarea și diseminarea rezultatelor

RAPORT DE CERCETARE

REZUMAT

CONSORTIU:

Coordonator: Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați

Partener P1: Universitatea "Ovidius" din Constanța

Partener P2: Asociația de Sudură din România

Decembrie 2016 - Galați

Raportul științific, elaborat la sfârșitul etapei a VI-a - *Caracterizarea metalurgică a îmbinărilor sudate SF mono și multiarc. Optimizarea tehnologiilor de sudare inovative multiarc. Implementarea tehnologiilor de sudare multiarc a tronsoanelor de conducte magistrale* - descrie cercetările derulate în cadrul etapei, conform planului de realizare pentru această etapă. Activitățile stabilite prin planul de realizare sunt:

Activitatea VI.1.	<i>Caracterizarea metalurgică a îmbinărilor sudate SF monoarc, cu sau fără sârmă rece, din oțel X70</i>
Activitatea VI.2.	<i>Caracterizarea metalurgică a îmbinărilor sudate SF biarc, cu sau fără sârmă rece, din oțel X70</i>
Activitatea VI.3.	<i>Caracterizarea metalurgică a îmbinărilor sudate SF multiarc (triarc) din oțel X70</i>
Activitatea VI.4.	<i>Evaluarea și analiza comparativă a performanțelor îmbinărilor sudate SF monoarc și multiarc din punct de vedere al comportării metalurgice</i>
Activitatea VI.5.	<i>Stabilirea tehnologiilor optime SF din punct de vedere al performanțelor metalurgice ale îmbinărilor sudate mono-bi-triarc, cu sau fără sârmă rece</i>
Activitatea VI.6.	<i>Implementarea tehnologiilor de sudare multiarc a tronsoanelor de conducte magistrale în industria națională</i>
Activitatea VI.7.	<i>Vizite de lucru și schimburi de bună practică</i>
Activitatea VI.8.	<i>Elaborare lucrări științifice pentru publicare/prezentare la conferințe</i>
Activitatea VI.9.	<i>Organizarea workshop-ului pentru diseminarea rezultatelor cercetării</i>
Activitatea VI.10.	<i>Elaborarea unei propuneri de brevet de invenție (Brevet de invenție nr. 128721 emis)</i>

Gradul de realizare al obiectivelor propuse în etapa a VI-a a fost de 100%. Rezultatele obținute sunt prezentate sintetic mai jos:

1. Definitivarea și testarea experimentală a 5 proceduri de sudare (WPS) SF monoarc și multiarc, cu sau fără sârmă rece, (SF-M, SF-M-R, SF-Bi, SF-BI-R, SF-TRI) pentru sudarea oțelului X70 cu grosimea de 19,1mm;
2. Caracterizarea metalurgică (analiza spectrală a compoziției chimice, analiză microscopică și macroscopică, încercarea de duritate) a probelor sudate SF monoarc și multiarc, cu sau fără sârmă rece, (SF-M, SF-M-R, SF-BI, SF-BI-R, SF-TRI) din oțel X70 cu grosimea de 19,1mm.
3. Evaluarea și analiza comparativă a performanțelor metalurgice ale îmbinărilor sudate din oțel X70;
4. Stabilirea tehnologiilor optime SF din punct de vedere al performanțelor metalurgice ale îmbinărilor sudate, urmărind îndeplinirea criteriilor de calitate și de productivitate.

În urma evaluării și analizei comparative a rezultatelor investigațiilor privind comportarea metalurgică (analiza spectrală a compoziției chimice, analiza macro și microstructurală, determinarea durității), au fost stabilite *tehnologiile optime ale sudării SF din punct de vedere al performanțelor metalurgice*. Condiția impusă a fost ca îmbinările sudate să satisfacă simultan criteriile calității și productivității (Fig. 1):

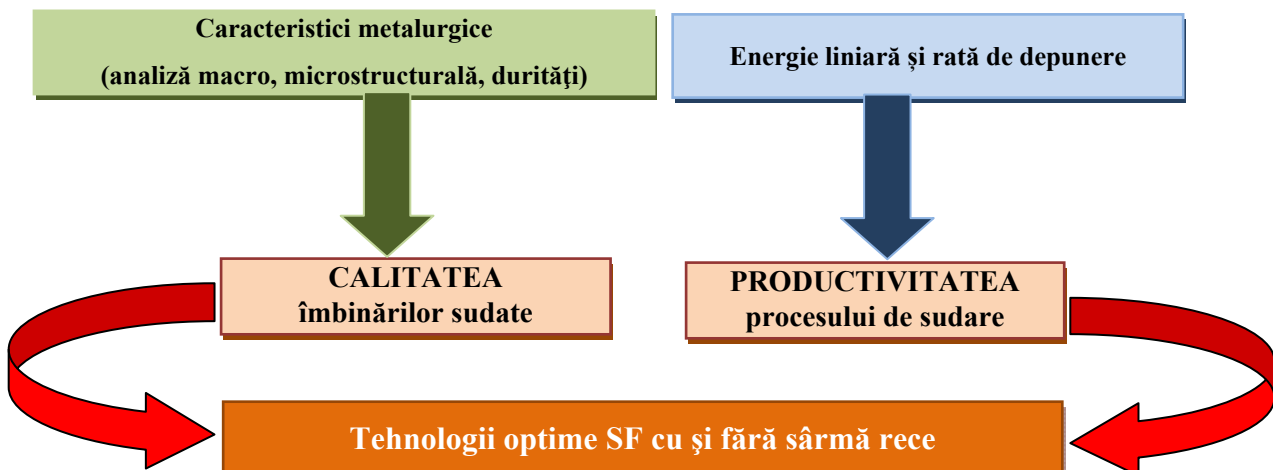
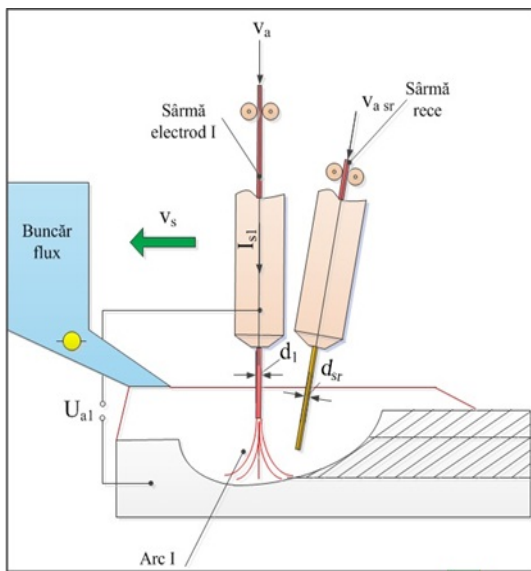
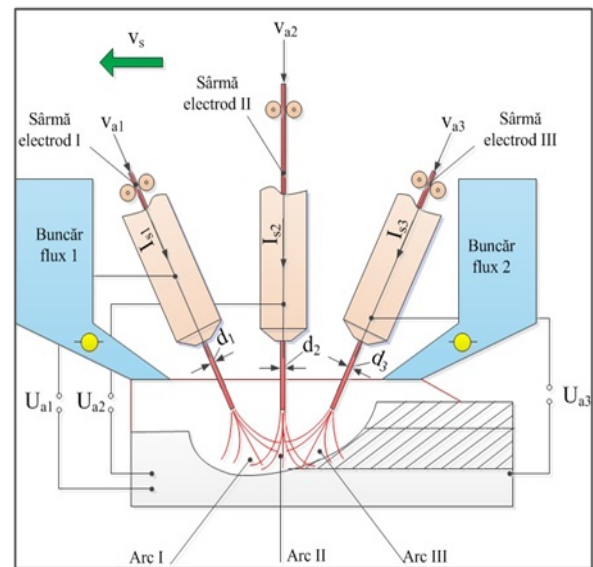


Fig. 1. Criterii de stabilire a tehnologiilor optime de sudare SF mono & multiarc, cu și fără sârmă rece

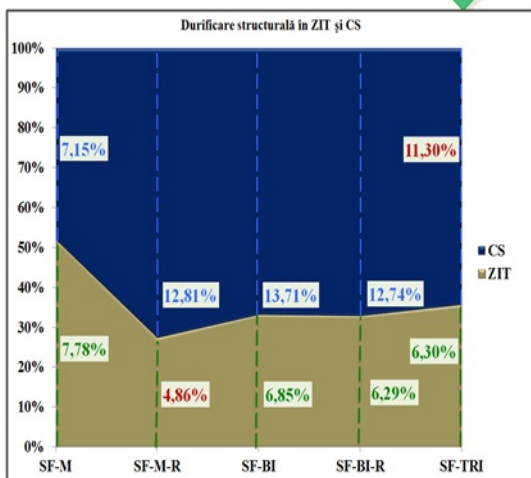
Calitatea îmbinărilor sudate este dată de caracteristicile mecanice și metalurgice, iar productivitatea este influențată de energia liniară și rata depunerii. În general, aceste două condiții nu pot fi îndeplinite simultan. Dacă se urmărește creșterea productivității, rezultatele arată că sudarea multiarc cu două sau trei arce vor dezvolta o cantitate mare de căldură și vor asigura baie de metal topită bogată și rată de depunere ridicată. Dacă se aplică criteriul calității îmbinărilor sudate, analiza comportării metalurgice demonstrează că varianta optimă de sudare nu se poate atribui unei singure variante. Astfel, variantele optime din punct de vedere calitativ metalurgic sunt: sudarea sub strat de flux monoarc cu sârmă rece, SF-M-R, datorită gradului cel mai mic de durificare în ZIT (valoarea medie totală de 4,86% față de materialul de bază - MB) și sudarea sub strat de flux cu 3 sârme, SF-TRI, la care are valoarea medie totală a gradului de durificare cel mai redus în sudură (valoarea medie totală de 11,30% față de MB). În urma derulării programului experimental din această etapă și a evaluării performanțelor metalurgice ale îmbinărilor sudate mono/multiarc, cu/fără sârmă rece tehnologiile optime recomandate pentru sudarea oțelului X70 sunt cele prezentate în figura 2.



Calitate (SF-M-SR, SF-TRI)



Productivitate (SF-TRI)



Parametru	SF-TRI			
	int	ext	int	ext
I_{s1} [A]	800	770	800	800
I_{s2} [A]	700	700	700	700
I_{s3} [A]	600	712	600	600
U_{a1} [V]	30	29	30	30
U_{a2} [V]	32	30	32	32
U_{a3} [V]	35	31	35	35
v_{s1} [m/min]				
v_{s2} [m/min]				
v_{s3} [m/min]	1,0	1,0	1,0	1,0
v_{a1} [m/min]	2,2	2,2	2,2	2,2
v_{a2} [m/min]	2,1	2,1	2,1	2,1
v_{a3} [m/min]	1,8	1,8	1,8	1,8
Energie liniară [kJ/mm]	36,4	35,32	36,40	36,40
Limita de curgere max [MPa]	495,7		545,8	
Rezistența de rupere [MPa]	467,2		537,6	
Rezistența de rupere [MPa]	590,6		616,5	
Rezistența de rupere [MPa]	604,0		594,0	
Rata depunere [kg/h]	34,22	21,29	38,94	30,67

Fig. 2. Tehnologiile optime de sudare SF, mono și multiarc, cu sau fără sârmă rece, pentru oțelul X70

Programul de diseminare și valorificare a rezultatelor investigațiilor a fost stabilit, în consens, de partenerii din consorțiu și urmărește asigurarea unei vizibilități maxime a cercetărilor derulate cu sprijinul UEFISCDI, prin proiectul nr. PN II-PT-PCCA-2011-3.1-1057, programul *Parteneriate în domenii prioritare – PN II*, cu respectarea reglementărilor legale în vigoare. Programul este coordonat de Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați cu sprijinul partenerului ASR (organizație profesional-științifică) cu experiență deosebită în domeniu și cu legături puternice cu mediile academic și industrial.

În cadrul etapei a VI^a a fost organizat, de către coordonator, workshop-ul **Realizări și perspective în domeniul sudării conductelor**, în ziua de 05.10.2016, la Galați. Workshop-ul a fost organizat ca eveniment asociat *Conferinței anuale a coordonatorilor sudării* desfășurată la Galați, în perioada 6-7 Octombrie 2016. În prima parte a evenimentului organizat în cadrul proiectului au fost audiate 12 prezentări cu rezultatele cercetărilor obținute prin implementarea proiectului GAZODUCT, în perioada 2012-2016. După finalizarea sesiunii de comunicări s-au desfășurat demonstrații practice în domeniul sudării sub strat de flux multi-arc & multi-sârmă în *Hala de Sisteme și Tehnologii de Sudare* din cadrul *Centrului de Cercetări Avansate în Domeniul Sudării (SUDAV)*. Ultima parte a workshop-ului a fost dedicată discuțiilor privind identificarea noilor oportunități de finanțare a activităților de cercetare-dezvoltare-inovare și dezvoltării de parteneriate pentru lansarea unor noi proiecte în cadrul programelor naționale și internaționale care susțin cercetarea științifică și aplicativă. La eveniment au participat cercetători de la Universitatea Politehnică din București, Universitatea Transilvania din Brașov, Universitatea Ovidius din Constanța, Universitatea din Craiova, Universitatea "Aurel Vlaicu" din Arad, membri marcanți ai Asociației de Sudură din România (ASR) și ai Academiei de Științe Tehnice din România (ASTR) și reprezentanți ai mediului industrial din companiile ArcelorMittal Tubular Products Galați, Parcul Industrial Galați, SC DUCTIL SA Buzău, Șantierul Naval Damen din Galați, Șantierul Naval Vard Tulcea, ESAB Romania Trading etc. Un comunicat de presă, în care sunt prezentate informații despre acest eveniment științific, a fost publicat în revista de specialitate *SUDURA* 4/2016 (indexată BDI).

Au fost acceptate pentru publicare 2 lucrări științifice în volumul conferinței *The 7th Edition of International Conference on Material Science & Engineering - UgalMat 2016* în curs de indexare ISI Thomson Reuters, au fost publicate 2 articole în revista *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati, Fascicle XII, Welding Equipment and Technology* indexată Elsevier-Scopus, ProQuest (Engineering, Materials Science, Technology Collections), Ebsco, și un 1 articol în volumul conferinței naționale *Sudura 2016*. Au fost prezentate 17 lucrări la conferințe internaționale (Serbia, Romania), naționale (Pitești) și la workshop-ul național (Galați).

La *Târgul Internațional de Invenții și Idei Practice INVENT - INVEST 2016*, organizat la Iași în perioada 15.09.2016-18.09.2016, brevetul de invenție nr. 128721, cu titlul **Instalație de sudare tip multiarc electric**, (autori: Rusu Carmen-Cătălina, Mistodie Luigi, Voicu Costică, Scutelnicu Elena, Constantin Emil, Bormambet Melat) a fost premiat cu **diploma de excelență și medalia de aur** de către *Societatea Inventatorilor din România (SIR)*.

A fost semnat un acord cadru de colaborare cu Arcelor Mittal Tubular Products pentru servicii de consultanță tehnică; studii de fezabilitate a tehnologiilor de fabricație prin sudare; cooperare în domeniul CDI; transfer de know-how în domeniul sudării; transfer și implementare de tehnologii de sudare sub strat de flux multiarc & multisârmă elaborate în cadrul proiectului Gazoduct.

Au fost efectuate vizite de lucru și schimb de bune practici la Universitatea Politehnică București, la Universitatea din Craiova cu cercetători de la Universitatea Politehnică București, Universitatea "Transilvania" din Brașov, Universitatea din Craiova și Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați, la companiile Ductil SA Buzău, ArcelorMittal Tubular Products. De asemenea, doi membri din echipa coordonatorului au participat la seminarul **Protecția proprietății industriale la nivel național și european**, organizat de OSIM în colaborare cu Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați, în ziua de 16.11.2016, la Sala Senatului din Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați pentru schimb de bune practici în domeniul transferului de tehnologie și know-how.

Rezultatele obținute în procesul de diseminare au fost încărcate pe website-ul bilingv (RO și EN) al proiectului GAZODUCT: <http://www.if.ugal.ro/gazoduct> <http://www.if.ugal.ro/gazoduct/en.html>