





Universitatea POLITEHNICA din București
Facultatea Ingineria și Managementul Sistemelor
Tehnologice



Journal of Industrial Engineering and Robotics

2018, Volume 2, Issue 4

Comitetul Științific al Revistei de Inginerie Industrială

Prof. dr. ing.	COMĂNESCU Adriana
Prof. dr. ing.	COTEȚ Costel Emil
Prof. dr. ing.	DOBRESCU Tiberiu
Prof. dr. ing.	DUMITRESCU Andrei
Prof. dr. ing.	ENCIU George
Prof. dr. ing.	GHEORGHE Marian
Prof. dr. ing.	GHICULESCU Daniel
Prof. dr. ing.	IONESCU Nicolae
Prof. dr. ing.	MOHORA Cristina
Prof. dr. ing.	NICOLESCU Adrian
Prof. dr. ing.	PĂRĂUȘANU Ioan
Prof. dr. ing.	PUPĂZĂ Cristina
Prof. dr. ing.	SEVERIN Irina
Prof. dr. ing.	SINDILĂ Gheorghe
Prof. dr. ing.	SOLOMON Gheorghe
Prof. dr. ing.	VELICU Ștefan
Prof. dr. ing.	ZAPCIU Miron
Conf. dr. ing.	ABAZA Bogdan
Conf. dr. ing.	ANANIA Dorel Florea
Conf. dr. ing.	BĂLAN Emilia
Conf. dr. ing.	CATANĂ Mădălin
Conf. dr. ing.	CAZAC Viorica
Conf. dr. ing.	CROITORU Sorin Mihai
Conf. dr. ing.	GÂRLEANU Gabriel
Conf. dr. ing.	MOGA Vasile
Conf. dr. ing.	PURCĂREA Mihail
Conf. dr. ing.	TABĂRĂ Iulian Alexandru

Editori

Prof.dr.ing.ec.	DOICIN Cristian
Conf.dr.ing.	VLĂSCEANU Daniel

**Volumul cuprinde lucrările premiate la Sesiunea de Comunicări Științifice
Studentești – Mai 2018, în cadrul Secțiunilor:**

1. Tehnologii de Fabricare Neconventionale – S06-21	Pag. 1 69
2 Analiza Economica, Marketing, Proprietate Intelectuala – S06-24	Pag. 70 101
3 Tehnologia Materialelor – S06-25	Pag. 102 131
4 Sudare si Procedee Conexe Sudarii – S06-26	Pag. 132.... 166
5 Ingineria Calitatii – S06-27	Pag. 167.... 228
6 Ingineria Securitatii in Industrie – S06-28	Pag. 229.... 293

Cuprins

Cercetări privind prelucrabilitatea prin electroeroziune cu electrod masiv BULĂU Oliviu Ștefan, ENE Gabriela-Marina	1
Cercetări experimentale privind utilizarea la electroeroziune a unor lichide dielectrice ecologice POPESCU Oana-Cornelia, DRAGOMIR Marian-Ionuț	11
Modelarea și experimentarea Micro-EDM asistată de ultrasunete pe nanotuburi TiO ₂ cu substrat de Ti LACZI Nicolae, ROBU Claudiu-Ștefan, SILAGHI Claudiu-Mihai	17
Cercetări privind aplicarea tehnologiilor aditive FDM la obținerea prototipurilor funcționale din domeniul mecanic. FRĂȚILĂ Laura-Mihaela	32
Modelarea și simularea structurilor de tip lattice ale modulului vertebral din componența unui exoschelet ușor. ENACHE Vlad, ENACHE Andrei, IONESCU Raluca	42
Studii privind definirea unor algoritmi pentru identificarea și automatizarea proceselor de fabricare cu Laser pulsant (Cetal-PW Laser). IVAN Bogdan Paul, RAILEANU Mihail	52
Printare 3D folosind instrucțiunile de la programarea în limbaj ISO FRÎNCU Bogdan-George, MARIN Valentin	63
Schimbarea de paradigmă a secolului XXI: Sistemul de producție față în față cu resursa umană BADEA Constantina - Cristina	70
Analiza situației financiare patrimoniale a unei societăți comerciale și calculul indicatorilor de performanță BARBU Diana-Maria	80
Analiză privind gradul de satisfacție al studenților/absolvenților la locul de muncă. Așteptări vs realitate BADEA Mihaela	92
Biomimetismul RADU Cătălina, CIOCAN Mircea, FIRULESCU Alexandru	102
Influența temperaturii asupra rezilienței oțelului E295 BADEA Cristina	108
Tehnologii de fabricare a brichetelor din deșeuri, lemn, carton, biomateriale GRAUR Florin, MARIAN Andres, MATEI Adrian	116
Nanomateriale cu aplicații în industria aerospațială ASOLTANEI Daniel-Cristian, IONESCU Ștefan-Alexandru, MARTINESCU Iulia-Theodora	124
Studii privind optimizarea procesului de sudare a fibrelor optice în mediu protector de gaze DINU Giorgiana, SITARU Alexandru, TALIF Ionuț, BADEA Constantin	132
Sudarea subacvatică BUȘEU Iulian-Răzvan	138
Controlul și repararea prin sudare a țevilor utilizând echipamente endoscopice URDUZA Dănuț Cristian, MINUNE Alexandru, CHIRIAC Adrian, GHEORGHE Cristian	147
Tratarea aluminiului în vederea creșterii durității IUGA Ana-Cristina, NASTASE Gabriel	154
Brazarea aliajelor cu entropie ridicată PREOTEASA Adela - Diana, RADU Adriana - Valentina	159

Simularea cu ajutorul Abaqus a controlului nedistructiv al materialelor metalice BOSOI Bogdan-Florin	167
Proiectarea optimizată a unui produs folosind analiza cu elemente finite ANDRIEȘ Ana, DOBRIȚA Ana-Maria	178
Comunicarea în managementul proiectelor MINEA Silvia-Raluca, RANCIU Cosmin-Ionuț, TREPĂDUȘ Maria-Cristina	186
Documentarea sistemului de management al calitatii STANCIU Florin, GHEORGHISOR Valentina Gabriela, POPIAN Maria Alexandra, MANOLESCU Petre Cristian	194
Calitatea serviciilor în domeniul bancar ANGHEL Anuța, MANOLACHE Alina, MARINESCU Casiana, NEACȘIU Andrada	202
Benchmarking referitor la calitatea serviciilor prestate de Universitatea Politehnica din București și Universitatea Politehnica Timișoara CÎRSTEA Anca-Maria, CÎNDEA Maria-Roxana	209
Controlarea unui computer prin gesturi Șerban Alexandru-Gabriel	222
Risc ocupațional la locul de muncă. Mușcătura de șarpe veninos BRASTAVICEANU Virgil – Marian	229
Microclimatul. Factor de influență asupra condițiilor de lucru TĂNASE Maria, DOBRESCU Cristina	239
Zgomot-factor de risc CIMPOERU Adela, PATRU Lucia	246
Accidente de muncă provocate de folosirea inadecvată a telefonului mobil CÂMPEANU Marian	252
Cercetarea accidentelor de muncă ce au produs incapacitate temporară de muncă RADU Alin	261
Metoda de audit în domeniul viticol - cale de îmbunătățire a eficienței economice a organizației FLENTEA Ioana	267
Metodă de audit în domeniul construcțiilor pentru o dezvoltare durabilă DINU Amalia - Eugenia	277
Îmbunătățirea politicii de mediu printr-un audit de conformitate într-o organizație producătoare de ciment ICOVOIU Andreea	287

CERCETĂRI PRIVIND PRELUCRABILITATEA PRIN ELECTROEROZIUNE CU ELECTROD MASIV

BULĂU¹ Oliviu Ștefan¹, ENE² Gabriela-Marina²,

¹Facultatea:Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice , Specializarea:Nanotehnologii și
Sisteme Neconvenționale, Anul de studii:4 , e-mail: bulau.stefan@gmail.com

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. IONESCU Nicolae, Prof. Dr. Ing. VISAN Aurelian

REZUMAT: Lucrarea tratează procesul de prelucrare a unor aluminuri de titan prin electroeroziune utilizând electrozi tubulari confecționați din alamă destinați găuririi EDM. Proprietățile excelente ale acestui aliaj și utilizare lui în domenii din ce în ce mai variate au determinat această cercetare datorată și dificultății de prelucrare a materialului prin procedee convenționale. Experimentele au fost realizate pe utilajul ELER-01 din cadrul facultății IMST unde s-a urmărit productivitate și uzura volumică relativă a electrodului. Bazându-ne pe datele experimentale obținute, s-a determinat faptul că productivitățile obținute sunt, mici uzura sculei fiind ridicată. Mai mult decât atât, au fost evidențiate productivitatea și uzura volumică relativă, cu ajutorul unor grafice 2D, în funcție de timpul de impuls, pentru a determina varianta optimă de procesare.

CUVINTE CHEIE: electroeroziune, aluminură de titan, uzură, productivitate

1. Introducere

O tendință importantă în industria aerospațială, dar nu numai, este utilizarea materialelor din gama aluminuri de titan. Această clasă de materiale prezintă anumite proprietăți remarcabile precum densitate scăzută, duritatea ridicată și rezistența la temperaturi înalte, fiind un substituent pentru aliajele bazate pe nichel utilizate la fabricarea turbinelor. Însă, aceste proprietăți afectează de asemenea prelucrabilitatea prin metode convenționale.

Conform literaturii de specialitate [1], cele mai importante procedee de prelucrare a aluminurilor de titan sunt prelucrarea cu jet de apă, frezarea de mare viteză, electroeroziunea cu electrod masiv și electroeroziunea cu electrod filiform.

Electroeroziunea cu electrod masiv este unul dintre cele mai utilizate procedee neconvenționale de îndepărtare a materialului, fiind independentă de proprietățile mecanice ale acestuia. Electroeroziunea cu electrod masiv este un proces care utilizează descărcări electrice pentru a îndepărta materialul prin vaporizare și topire. Este o metodă fără contact care nu exercită forțe semnificative asupra pieselor de prelucrat și astfel, nu produce deformații.

Mai mult decât atât, în cazul acestor materiale se utilizează și μ -EDM, o variantă la scală redusă a procesului EDM. La prelucrările μ -EDM electrozi sunt utilizați la un nivel scăzut a energiei de descărcare cu durate de impuls scurte. Prin urmare, productivitatea este de 0,6-6 mm mm³/oră , mult mai mică comparativ cu EDM-ul clasic.[4]

Utilizând aceste procedee putem, de exemplu, să executăm micro-canale cu o lățime minimă de 0,15 mm și micro găuri cu diametre de 20-50 μ m cu lungimi de până la 10 ori mai mari decât cealaltă dimensiune, cu o acuratețe de 3 μ m[2].

Mai mult decât atât, majoritatea cercetărilor [5] s-au axat pe parametrii de intrare a procesului , precum timpul de impuls, intensitatea, timpul de pauză și influența acestore asupra rugozității, productivității și a uzurii electrodului sculă dar și pe determinări statistice pentru a optimiza acest proces.

2. Stadiul actual al cercetărilor privind prelucrarea aluminurilor de titan

Prelucrarea aluminurilor de titan utilizând EDM

În cazul utilizării EDM, rezultatele sunt influențate de dotarea mașinilor și totodată de parametrii acesteia. Astfel, pentru a stabili parametrii optimi pentru prelucrarea aluminurilor de titan în Facultatea IMST s-au efectuat teste [1] pe trei tipuri de mașini respectiv, Sodick AQ55L, ONA COMPACT și ELER 01. Ca și dielectric s-a utilizat Mentro 28 (ESSO-standard). Electrozii utilizați au fost confecționați din cupru electrolitic (99% cupru), cu o secțiune circulară de 7,7 mm [1].

Compoziția chimică a materialului de probe se regăsește în tabelul de mai jos:

Tabelul 1. Compoziția chimică a Ti-40Al-5Nb-3V [1]

Elemente	Al K α	Ti K α	V K α	Nb K α
Greutate (%)	18.9	69.3	2.5	9.59
Atomic (%)	30.48	63.09	1.93	4.5

Rezultatele experimentale obținute au fost centralizate în trei tebe, având drept scop analiza parametrilor de ieșire respectiv, productivitatea, timpul de procesare, uzura relativă/absolută, interstițiul lateral și adâncimea găurii, în funcție de intensitate, durată de impuls, durată de pauză și polaritate.

Tabelul 2. Parametrii și caracteristici tehnologice pentru EDM utilizând Sodick AQ55L [1]

Material probă/electrod	Nr. exp.	Intensitatea curentului [A]	Polaritate [-/+]	Durată impuls t _i [μs]	Durată pauză impuls t _p [μs]	Timp de procesare/ Productivitate [min]/[mm ³ /min]	Uzură relativă/ absolută [mm]/[%]	Adâncime gaură [mm]	Interstițiul lateral [mm]
Ti-40Al-5Nb-3V/Cu	1	36	-	12	12	39,55/3,15	1,069/39,93	2,48	0,15
Ti-40Al-5Nb-3V/Cu	2	36	-	12	12	41/2,83	1,45/58,15	2,31	0,15
Ti-40Al-5Nb-3V/Cu	3	24	-	48	12	15/1	0,11/34,13	0,30	0,14
Ti-40Al-5Nb-3V/Cu	4	24	+	48	12	5/1,46	0,033/21,04	0,146	0,14
Ti-40Al-5Nb-3V/Cu	5	24	+	48	12	15/1,36	0,054/12,56	0,41	0,14
C120/Cu	6	24	-	48	12	15/0,56	0,015/8,22	0,17	0,14
C120/Cu	7	24	+	48	12	5/21,90	0,005/0,21	2,19	0,14

Tabelul 3. Parametrii și caracteristici tehnologice pentru EDM utilizând ONA Compact 2 [1]

Material probă/electrod	Nr. exp.	Intensitatea curentului [A]	Polaritate [-/+]	Durată impuls t _i [μs]	Durată pauză impuls t _p [μs]	Timp de procesare/ Productivitate [min]/[mm ³ /min]	Uzură relativă/ absolută [mm]/[%]	Adâncime gaură [mm]	Interstițiul lateral [mm]
Ti-40Al-5Nb-3V/Cu	8	24	+	48	12	15/0,55	0,00/0,00	0,165	0,14
Ti-40Al-5Nb-3V/Cu	9	16	+	48	12	150/0,056	0,005/3,14	0,17	0,13

Tabelul 4. Parametrii și caracteristici tehnologice pentru EDM utilizând ELER 02[1]

Material probă/electrod	Nr.exp.	Intensitatea curentului [A]	Polaritate [-/+]	Durată impuls t_i [μs]	Durată pauză impuls t_p [μs]	Timp de procesare/ Productivitate [min]/[mm ³ /min]	Uzură relativă/ absolută [mm]/[%]	Adâncime gaură [mm]	Interstițiul lateral [mm]
Ti-40Al-5Nb-3V/Cu	10	12,5	+	420	95	270/0,460	0,024/0,90	2,5	0,13
Ti-6Al-4V/Cu	11	12,5	+	420	95	220/0,70	0,018/0,70	2,5	0,13
Ti-6Al-4V/Cu	12	12,5	-	420	95	155/0,802	0,016/0,60	2,5	0,13

Bazându-ne pe detele experimentale de mai sus, putem aprecia că cele mai bune rezultate s-au obținut utilizând mașina Sodick însă cu o uzură mare a electrodului sculă. În general, s-au obținut productivități foarte mici, prelucrarea acestui material prin EDM este foarte scăzută. Mai mult decât atât, este evident faptul că există o diferență mare între productivitatea obținută pentru materialul Ti-40Al-5Nb-3V/Cu (3,15 mm³/min) și C120 (21,90 mm³/min), acesta din urmă fiind materialul de referință.

În altă ordine de idei, putem evidenția cercetarea “Statistical Modeling and Optimization of Micro Electro Discharge Machining of Ti Alloy” [4] în care s-au efectuat micro găuri cu dimensiuni cuprinse între 300 și 400 de μm, materialul fiind tot o aluminură de titan, Ti-6Al-4V. Experimentele s-au desfășurat pe două nivele, utilizând trei variabile, pentru a determina influența acestora pentru prelucrarea micro-EDM.

În total s-au desfășurat 8 seturi de experimente, la care s-a urmărit timpul de prelucrare, interstițiul și uzura sculei, și influența acestora pentru rata de eliminare a materialului, precizia micro-găurilor și dimensiunea caracteristicilor suprafeței.

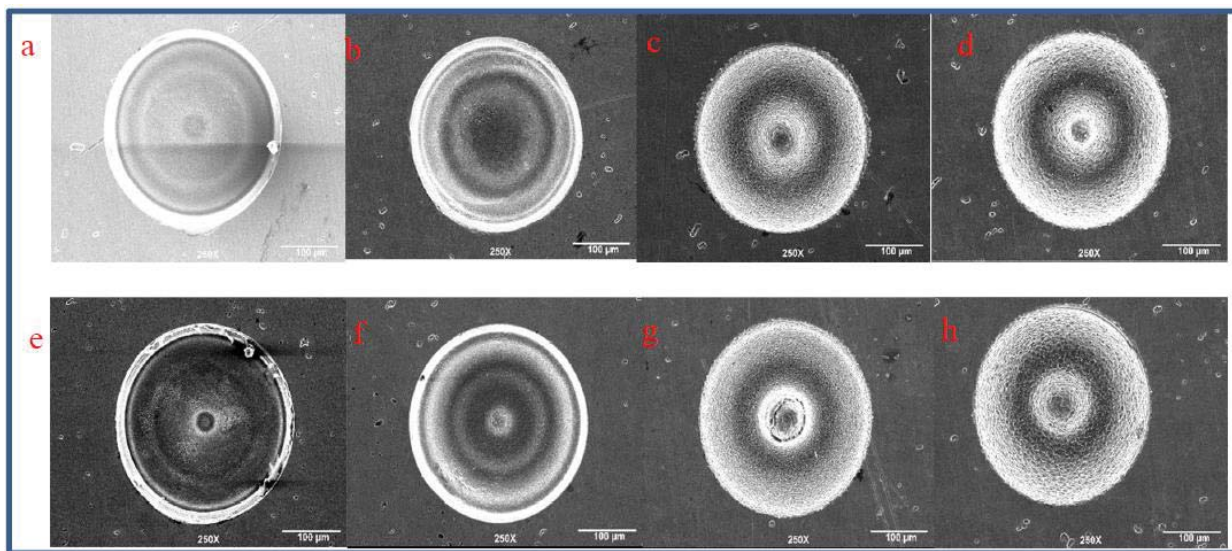


Figura 2.1 Găuri nestrăpunse pe aluminură de titan pentru diferite condiții experimentale [2]

Un alt parametru important, pentru a atinge o productivitate maxim, este factorul de umplere, care reprezintă raportul dintre timpul de impuls și suma timpului de impuls cu cea a timpului de pauză. Astfel este important să menținem acest factor constant.

3. Abordarea sistemică în studiul procesului de electroeroziune cu electrod masiv

3.1 Aplicarea conceptelor de sistem și de abordare sistemică în studiul procesului de electroeroziune cu electrod masiv

Pentru o bună înțelegere a parametrilor și caracteristicilor prelucrării prin electroeroziune, și pentru stabilirea valorilor optime ale acestora, analiza procesului se va face pe baza abordării sistemice. Acest lucru presupune în prealabil lămurirea conceptelor de sistem și de abordare sistemică. [3]

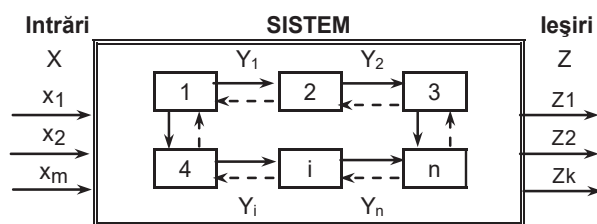


Figura 3.1 Reprezentarea abordării sistemice a unei entități [3]

Tratarea sistemică a unei entități are rolul de a determina interacțiunea dintre toate elementele componente ale acesteia în vederea realizării scopului final.

Sistemul poate fi definit ca “o reuniune de elemente care interacționează între ele și au ca scop realizarea unui obiectiv comun”.

Conceptul de “sistem” este o realizare a gândirii anilor '60-'80. În general, prin sistem se înțelege “un ansamblu de elemente aflate într-o relație structurală de interdependență și interacțiune reciprocă, formând un tot organizat, funcțional”.

Abordarea sistemică sau “teoria sistemelor” reprezintă o metodologie generală de gândire comună tuturor științelor.

Esența abordării sistemice constă în faptul că întregului i se acordă prioritate față de elementele sale componente, aceste elemente studiindu-se în condiții dinamice.

Caracteristicile oricărui sistem sunt (fig 3.1):

1. Elementele componente 1, 2, 3, ..., n, care formează un ansamblu;
2. Relațiile dintre elementele componente, Y_1, Y_2, \dots, Y_n , directe și inverse;
3. Relațiile dintre sistem și mediu, care se numesc *intrări*, X_i și, respectiv, *ieșiri*, Z_i ;
4. Intrările, X_1, X_2, \dots, X_m , care reprezintă *acțiunile mediului asupra sistemului*;
5. Ieșirile, Z_1, Z_2, \dots, Z_k , care sunt *acțiunile sistemului asupra mediului*;
6. Funcțiunile sistemului. Acestea sunt descrise de *relațiile dintre intrările și ieșirile sistemului*.
7. Funcția sistemului este de a *transforma intrările X_i în ieșirile Z_k* ;
8. Structura sistemului, definită de *natura elementelor care îl compun și de relațiile stabilite între acestea*.

Proprietățile unui sistem sunt:

1. Interconectarea elementelor componente, ca o condiție de existență a sistemului;

2. Valoarea unui sistem, V_S , este mai mare decât suma valorilor elementelor sale componente, V_i , respectiv:

$$V_S > \sum_{i=1}^n V_i \quad (3.1)$$

Cei mai importanți factori care impun abordarea sistematică a procesului de prelucrare prin electroeroziune sunt:

1. **Prioritatea concepției de ansamblu.** Aceasta este impusă de convingerea că în cadrul cercetării proceselor de prelucrare trebuie acordată prioritate concepției de ansamblu a sistemului destinat să producă, fiecare procedeu de lucru aplicat integrându-se în mod armonios.
2. **Complexitatea procesului de prelucrare prin electroeroziune.** Aceasta este determinată de sporirea și diversificarea parametrilor de care depinde desfășurarea acestuia.

3.2 Analiza sistemică a factorilor care determină procesul de prelucrare prin electroeroziune

Abordarea sistemică a procesului de EDM se realizează pe mai multe nivele de analiză, primul nivel, care include factorii primari, intermediari și finali, fiind reprezentați în figura 3.2

Procesul de prelucrare prin electroeroziune = Sistem

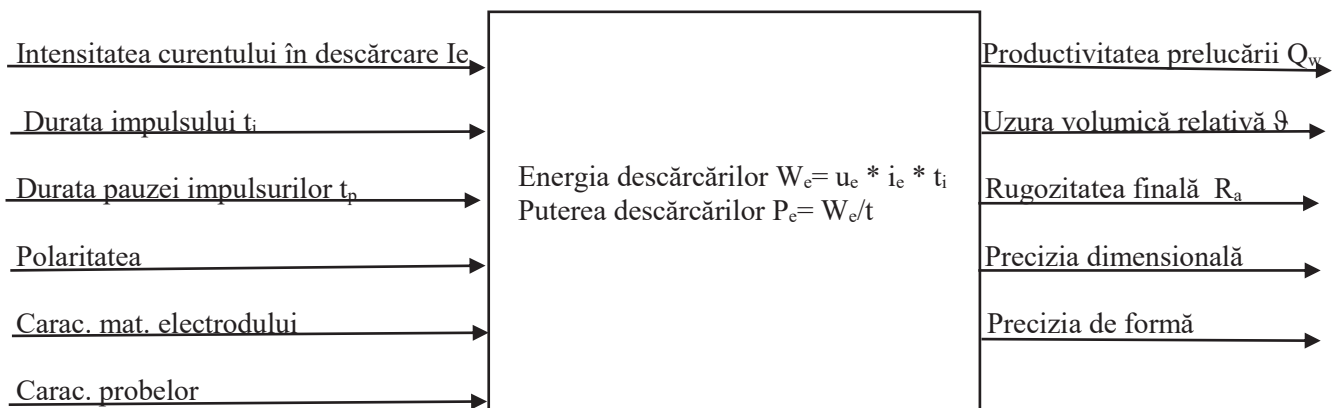


Figura 3.2 Analiza sistemică a procesului EDM[2]

Dintre aceste caracteristici, în cadrul lucrării noastre, am ales ca și factori de intrare, intensitatea curentului de descărcare, durata impulsului și durata pauzei impulsurilor, iar ca parametrii de ieșire productivitatea prelucrării și uzura volumică relativă.

Celelalte două nivele putând fi exprimate astfel:

Nivelul 2. În funcție de locul în care se identifică, există:

- Parametrii de intrare, respectiv parametrii de lucru comandați de operator;
- Parametrii de sistem, respectiv de proces, acei parametrii electrotehnologici care apar și sunt determinați de procesul de prelucrare prin electroeroziune;
- Parametrii de ieșire, adică caracteristicile tehnologice ale procesului de prelucrare prin electroeroziune

Nivelul 3. Din punct de vedere al variabilității și dependenței acestora, parametrii care determină prelucrarea prin electroeroziune pot fi:

- Variabile independente X_i , adică parametrii de intrare
- Variabile semidependente, Y_i , respectiv parametrii de sistem sau de proces
- Variabilele dependente, Z_i , adică caracteristicile sistemului

1. Variabilele independente ale procesului sunt parametrii electrotehnologici de intrare. Aceștia sunt considerați independenți deoarece au mărimi prestabilite de operator. Exemple:

- Intensitatea curentului I_e
- Durata impulsului t_i
- Durata pauzei impulsurilor t_p

2. Variabilele semidependente ale procesului sunt parametrii de proces deoarece valorile acestora depind de variabilele independente. Exemple:

- Energia descărcărilor $W_e = u_e * i_e * t_i$
- Puterea descărcărilor $P_e = W_e/t$
- Densitatea de curent $J = I/A_{sa}$


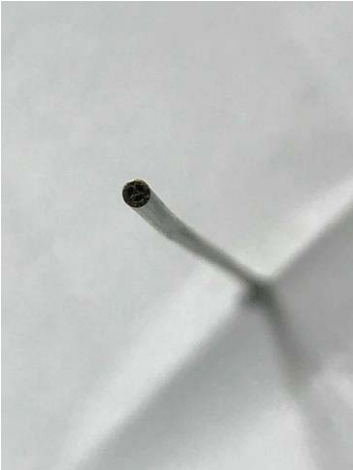

3. Variabilele dependente ale procesului sunt constituite din caracteristicile tehnologice ale procesului, ale căror valori depind atât de variabilele independente cât și de variabilele semidependente. Exemple:

- Volumul de material prelucrat V_w
- Volumul de material uzat V_E
- Productivitatea prelucrării Q_w
- Uzura volumică relativă ϑ

4. Plan experimental

Experimentele s-au realizat pe probe din aluminură de titan ce s-au prelucrat pe utilajul ELER-01 cu electrozi-fir din alamă. Probele au fost cântărite înainte și după fiecare prelucrare pentru a determina productivitatea și uzura volumică a electrodului-sculă.

Tabelul 4. Echipament și probe utilizate în cadrul experimentului

Aluminură de titan	Electrozi-fir din alamă	ELER-01
		
Figura 4.a Aluminură de titan	Figura 4.b Electrode-fir din alamă	Figura.4.c ELER-01

4.1 Rezultate experimentale

S-au efectuat 9 seturi de experimente pe trei niveluri modificând doi parametri, diametrul electrodului și timpul de impuls, păstrând constante intensitatea și timpul de pauză, timpul de prelucrare fiind de 30 minute, precum în tabelul 5.1:

Tabelul 4.1 Valorile parametrilor de intrare

Nr.exp.	Mat, probă/electrod	Diametrul [mm]		Timpul de impuls [μ s]		Intensitate [A]	Timpul de pauză μ s	Timp de prelucrare
		Nivel	Valoare	Nivel	Valoare			
1	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	-1	1,4	-1	24	3,13	48	30
2	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	-1	1,4	0	48	3,13	48	30
3	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	-1	1,4	1	95	3,13	48	30
4	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0	1,58	-1	24	3,13	48	30
5	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0	1,58	0	48	3,13	48	30
6	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0	1,58	1	95	3,13	48	30
7	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	1	1,71	-1	24	3,13	48	30
8	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	1	1,71	0	48	3,13	48	30
9	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	1	1,71	1	95	3,13	48	30

Tabel 4.2 Valori experimentale obținute după prelucrare

Nr.exp	Mat. probă /electrod	Masă electrod înainte de prelucrare [g]	Masă electrod după prelucrare [g]	$\Delta m_{\text{electrod}}$ [g]	Masă piesă înainte de prelucrare [g]	Masă piesă înainte de prelucrare [g]	$\Delta m_{\text{piesă}}$ [g]
1	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0,6536	0,6289	0,0247	5,4399	5,4379	0,002
2	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0,6370	0,6132	0,0238	5,4370	5,4357	0,0013
3	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0,6280	0,6013	0,0267	5,4379	5,4370	0,0009
4	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0,8760	0,8563	0,0197	5,4343	5,4339	0,0004
5	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0,8431	0,8222	0,0209	5,4339	5,4326	0,0013
6	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0,8876	0,8626	0,025	5,4357	5,4343	0,0014
7	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0,9492	0,9238	0,0254	5,4326	5,4318	0,0008
8	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0,9345	0,9164	0,0181	5,4318	5,4308	0,0010
9	Ti-40Al-5Nb-3V/Alamă	0,9595	0,9343	0,0252	5,4308	5,4302	0,0006

Tabel 4.3 Rezultate experimentale obținute în urma prelucrării datelor obținute

Nr exp.	$\Delta V_{\text{piesă}}$ [mm ³]	$\Delta V_{\text{electrod}}$ [mm ³]	$Q_{\text{piesă}}$ [mm ³ /min]	$Q_{\text{mpiesă}}$ [g/min]	Uzură absolută _{elec.} [mm ³ /min]	Uzură absolută _{melec.} [g/min]	η [%]	Interstițiul [mm]	Ra [μm]
1	0,39503	2,90588	0,01316	$6,67 \cdot 10^{-5}$	0,096862	0,000823	735,5950	0,099	4,4625
2	0,25677	2,8	0,00855	$4,33 \cdot 10^{-5}$	0,093333	0,000793	1090,449	0,098	4,4624
3	0,17776	3,14117	0,00592	0,00003	0,104705	0,00089	1767,016	0,101	4,4625
4	0,07900	2,31764	0,00263	$1,33 \cdot 10^{-5}$	0,077254	0,000656	2933,445	0,198	4,4631
5	0,25677	2,45882	0,00855	$4,33 \cdot 10^{-5}$	0,081960	0,000696	957,5793	0,199	4,4629
6	0,27652	2,94117	0,00921	$4,67 \cdot 10^{-5}$	0,098039	0,000833	1063,613	0,201	4,4632
7	0,15801	2,98823	0,00526	$2,67 \cdot 10^{-5}$	0,099607	0,000846	1891,104	0,229	4,4637
8	0,19751	2,12941	0,00658	$3,33 \cdot 10^{-5}$	0,070980	0,000603	1078,078	0,227	4,4624
9	0,11851	2,96470	0,00395	0,00002	0,098823	0,00084	2501,618	0,228	4,4629

Interstițiul și rugozitatea au fost determinate cu ajutorul a unui microscop universal și cu microscopul dublu Linnik-Schmaltz.

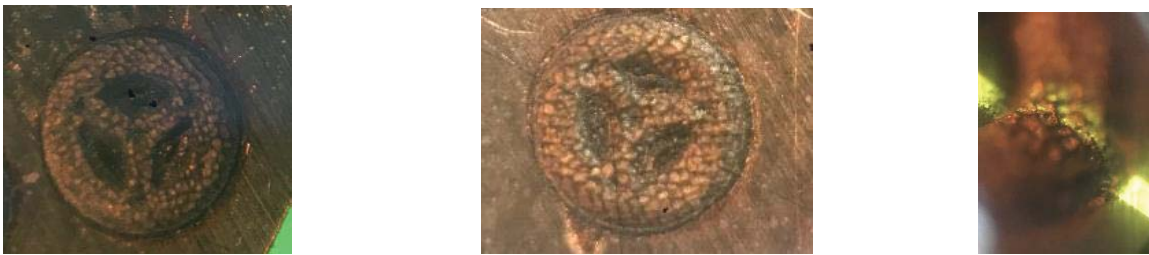


Figura 4.1 Amprente ale prelucrărilor



Figura 4.2 Prelucrare EDM pe aluminură de titan

În urma valorilor experimentale obținute s-au realizat două grafice, productivitatea în funcție de timpul de impuls, respectiv uzura volumică relativă în funcție de timpul de impuls.

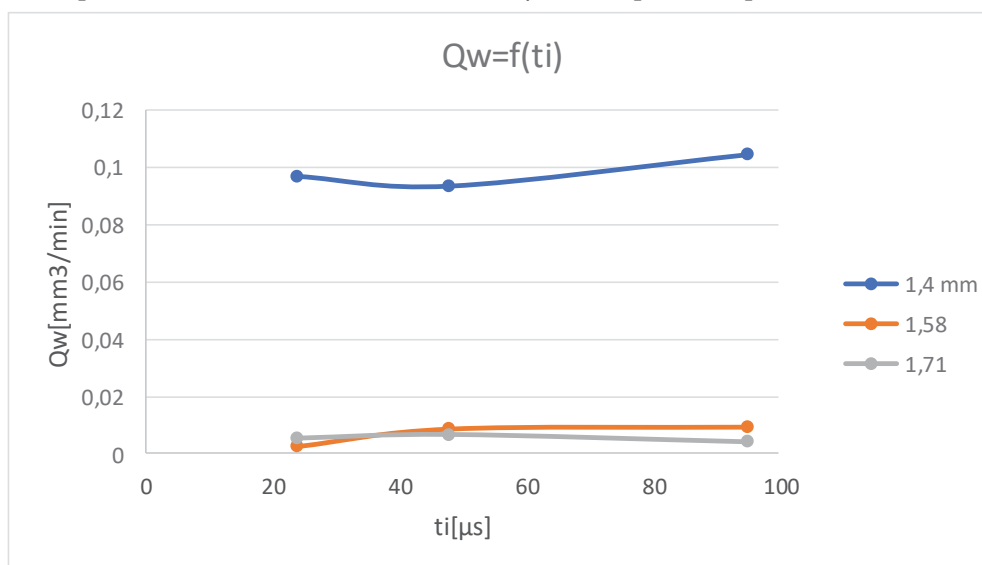


Figura.4.4 Productivitatea în funcție de timpul de impuls

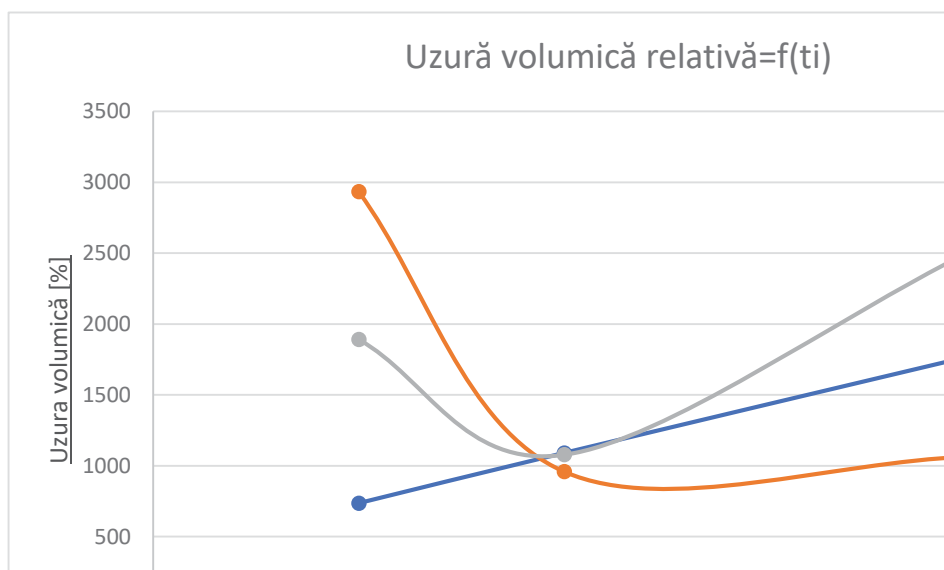


Figura 4.5 Uzura volumică relativă în funcție de timpul de impuls

Analizând cele două grafice, rezultatul optim a fost obținut în cazul electrodului cu diametrul de 1,4 mm, timpul de impuls fiind 95 μs, productivitatea fiind elementul determinant în cadrul acestui experiment.

5. Concluzii

În urma rezultatelor obținute s-a determinat că productivitatea este puternic influențată de timpul de impuls, fiind direct proporțională cu acesta. Mai mult decât atât, s-au constatat productivități mici și uzuri volumice mari ale electrozilor-sculă, însă acest lucru nu reprezintă un dezavantaj imens, deoarece

electrozii tubulari utilizați sunt speciali concepuți pentru mașinile EDM de găurit, uzura volumică mare fiind un lucru anticipat.

În cadrul cercărilor viitoare, prelucrarea datelor va continua cu stabilirea funcțiilor de regresie și dependența acestora în funcție de pramaetrii precum intensitatea curentului, timpul de impuls și timpul de pauză.

8. Bibliografie

- [1]. Trifănescu, M., Banu, Alexandra, Vișan, A., Ionescu, N., Paraschiv, A., Savin, A., *Study on Processing of Titanium Aluminide Alloy using Electrical Discharge Machining*, Source: Engineering Solutions and Technologies in Manufacturing, Applied Mechanics and Materials, Volume: 657, Pages: 311-315.
- [2]. Asma Perveen, M.P. Jahan, Syrymbet Zhumagulov, “Statistical Modeling and Optimization of Micro Electro Discharge Machining of Ti Alloy”, IPCMPC-2017;
- [3]. A., Vișan, N., Ionescu, *Tehnologii de Prelucrare prin Electroeroziune 2-TPEz 2, Note de curs-Pentru uzul studenților*, București, Universitatea Politehnica din București, Departamentul Tehnologia Construcțiilor de Mașini, Ediția 2017-2018, <http://www.imst.pub.ro>.
- [4]. S. Mitral, G. Paul, S. Sarkar, and Nagahanunaiah, Micro electro discharge machining of γ -titanium aluminide alloy, *Machines, Technologies, Materials virtual journal* , available at <http://mech-ing.com/journal/Archive/2012>
- [5] Hascalik, A. , U. Caydas, A comparative study of surface integrity of Ti-6Al-4V alloy machined by EDM and AECG, *J. Mater. Process. Tech.*, 2007. 190(1-3):pp. 173-180

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND UTILIZAREA LA ELECTROEROZIUNE A UNOR LICHIDE DIELECTRICE ECOLOGICE

POPESCU¹ Oana-Cornelia¹, DRAGOMIR² Marian-Ionuț²

¹Facultatea:IMST, Specializarea:TCM, Anul de studii:III, e-mail:marian_18y@yahoo.com

Conducător științific: Prof.dr.ing **Alexandra BANU**;Prof.dr.ing.**Daniel L.Ghiculescu**

REZUMAT: Prelucrarea prin electroeroziune are loc ca urmare a unor descărcări electrice controlate între suprafața electrodului sculă și suprafața piesei prelucrate între care există un mediu de lucru izolator electric. Fluidele dielectrice folosite la EDM au un impact îngrijorător asupra mediului și operatorului uman din două perspective: regenerabilitatea sursei și emisia de compuși organici volatili (COV^{uri}) care are loc în timpul prelucrării datorită efectelor termice rezultate. Lichidul dielectric clasic poate fi înlocuit cu uleiurile vegetale autohtone. În lucrarea de față se studiază posibilitatea înlocuirii acestuia cu ulei de floarea-soarelui sau de rapiță, cercetarea fiind orientată către studiul influenței acestora asupra calității prelucrării precum și asupra emisiilor compușilor organici volatili. Rezultatele preliminare arată că uleiul de floarea-soarelui poate fi un potențial lichid dielectric alternativ.

CUVINTE CHEIE: electroeroziune,dielectric,ulei vegetal,ecologie.

1. Introducere

Prelucrarea prin electroeroziune (EDM) este cea mai utilizată tehnologie neconvențională care face parte din grupa prelucrărilor erozive termice pentru că utilizează energia termică pentru topirea,vaporizarea și chiar fierberea materialului piesei prelucrate. Aceasta are loc ca urmare a unor descărcări electrice controlate (cu formarea unor canale de plasmă) între suprafața electrodului scula și suprafața piesei prelucrate între care există un mediu de lucru izolator electric [1]. Cele mai importante aplicații ale acestui procedeu se întâlnesc în fabricarea matrițelor, a ștantelor, în industria de automobile, aerospațială precum și a echipamentelor chirurgicale. Are o putere specială de a folosi energia termică pentru a prelucra componente electrice conductive cu duritate ridicată.

Productivitatea și calitatea prelucrărilor prin EDM depinde în mare măsură atât de parametrii electrici utilizați (timpul de impuls, curentul maxim, interstițiul și lichidul dielectric) precum și de proprietățile mediului de prelucrare, având în vedere faptul că principalele prelucrări constau în realizarea unor descărcări electrice, calitatea fundamentală a mediului trebuie să fie rezistența electrică foarte mare (fluidul trebuie să fie dielectric).

Din punct de vedere al impactului asupra mediului fluidele dielectrice trebuie să fie privite din cel puțin două perspective: regenerabilitatea sursei și emisia de compuși organici volatili care au loc în timpul prelucrării datorită efectelor termice rezultate. Lichidul dielectric este imperativ să aibă anumite caracteristici care includ: rezistența dielectrică ridicată și recuperarea rapidă după descompunere, capacitatea eficientă de stingere și de spălare, să nu fie toxic și inflamabil la temperatura de utilizare, să fie pasiv chimic în raport cu materialul electrodului și piesei. În mod tradițional fluidele dielectrice utilizate sunt amestecuri de hidrocarburi care în timpul prelucrării suferă procese de cracare (rupere de molecule) cu formarea unor compuși organici volatili (COV^{uri}) dintre care benzenul și compușii pirenici au un potențial cancerigen ridicat.

Având în vedere aceste aspecte în ultimii 50 de ani s-au elaborat la nivel internațional un număr foarte mare de studii pentru înlocuirea hidrocarburilor cu alte medii dielectrice ecologice care au surse regenerabile și produc emisii scăzute de compuși poluanți.

Inițial cercetările au fost efectuate folosind ca lichid dielectric apa, însă cu timpul sunt întâlnite studii realizate și cu alte lichide care pot înlocui hidrocarburile.

Astfel în anul 1984 cercetătorii Tariq Jilani și Pandey, au determinat performanța apei ca lichid dielectric în EDM. Au folosit apă distilată, apă de la robinet și un amestec între cele două 25% apă de la robinet și 75% apă distilată. Cele mai bune rezultate de prelucrare au fost obținute cu apa de la robinet. Folosind acest lichid, prelucrarea a avut posibilitatea de a atinge valoarea zero la îndepărtarea unei cantități de metal atunci când au fost utilizate instrumente de cupru cu polarități negative. [2]

În 1987 Koenig și Joerres efectuează un experiment luând soluție apoasă de glicerină ca aditiv în apă. Aceștia au constatat că o soluție apoasă de glicerină concentrată are un avantaj în comparație cu dielectricii de hidrocarburi atunci când se lucrează cu lungimi lungi ale pulsului, factori de impuls de înaltă frecvență și curenți de descărcare, adică cu tensiuni ridicate de circuit deschis în domeniul de degroșare și polaritate pozitivă a electrodului sculei.[3]

În anul 2006 Ayadas și Prabhakaran au analizat și au comparat comportamentul de răcire, stabilitatea termică și oxidativă a uleiului de cocos cu ulei de susan, ulei de floarea-soarelui și ulei mineral. S-a constatat că uleiul de nucă de cocos îmbunătățește durata de viață a sculei cu o finisare superioară a suprafeței pentru prelucrarea la nivel scăzut.[4]

Dintre fluidele dielectrice ecologice o atenție deosebită s-a acordat uleiurilor vegetale. Uleiurile vegetale sunt trigliceride (esteri ai acizilor grași nesaturați cu glicerina). Dintre acizii grași nesaturați cei mai răspândiți sunt cei din grupa C18 (18 atomi de C în moleculă) cu una, două sau trei duble legături. Prezența legăturilor multiple în molecula (acid oleic, acid olenic în prezentare) scade rezistența mediului la oxidare la temperaturi mai mari de 100°C. Uleiurile vegetale cele mai stabile sunt cele care au în componență grăsimi vegetale saturate în proporție mai mare, apoi grăsimi pe baza de acid oleic și mai puțin olenic, și ceilalți acizi mai nesaturați. În alegerea tipului de ulei pentru utilizare în prelucrări prin EDM unul dintre criterii trebuie să fie un grad de nesaturare total cât mai mic.

Lucrarea de față își propune să studieze posibilitatea înlocuirii dielectricilor (mediului dielectric clasic) cu două tipuri de uleiuri vegetale autohtone: ulei de floarea-soarelui și ulei de rapiță. Cercetările au fost orientate către influența dielectricului propus asupra calității prelucrării precum și asupra emisiilor.

2. Detalii experimentale:

2.1 Materiale:

S-au utilizat trei tipuri de fluide dielectrice: un fluid tradițional P3, ulei de floarea-soarelui și ulei de rapiță de producție autohtonă. Materialul prelucrat prin EDM a fost oțelul C45.

2.2 Tehnici de caracterizare

2.2.1 Caracterizarea uleiurilor vegetale

În vederea utilizării acestor uleiuri ca medii dielectrice în prelucrările electroerozive s-a măsurat vâscozitatea relativă ENGLER și conductibilitatea electrică, două proprietăți fundamentale utilizarea scontată.

Vâscozitatea relativă s-a determinat cu ajutorul unui vâscozimetru Engler la temperaturi de 40, 60 respectiv 80°C iar conductibilitatea electrică s-a determinat utilizând un conductometru MeterLab CDM210.

2.2.2 Prelucrabilitatea oțelului C45 utilizând cele două medii dielectrice s-a studiat cu ajutorul mașini ELER01 G50 de electroeroziune cu electrod masiv din cupru cu următorii parametri tehnologici de intrare și ieșire:

→Intrările sunt parametrii regimului de prelucrare: polaritate(Pol), tensiune(U), curent(I), timp de impuls (t_i), timp de pauză(t_o), presiunea de spălare a interstițiului (psp), etc.

→Ieșirile sunt parametrii tehnologici: productivitatea(V_w), uzura volumetrică relativă (θ), rugozitatea (R_a) și calitatea suprafeței prelucrate [5]

Procesul EDM poate fi reprezentat ca o schemă bloc cu intrări și ieșiri (Fig. 1):

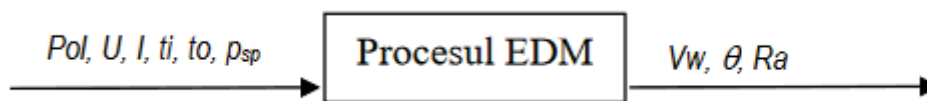


Fig 1 Schema de bloc (generica) a procesului EDM

Productivitatea (volum de material prelevat în unitatea de timp) prelucrării s-a determinat gravimetric prin cântărirea inițială și finală a masei piesei cu o balanță analitică cu precizia de 10^{-4} de tip OHAUS.

2.3 Măsurarea noxelor emise

Cantitatea de noxe emise pentru fiecare tip de prelucrare s-a determinat cu ajutorul dispozitivului Cub Ion iar prelucrarea de date achiziționate a fost făcută cu software de care echipamentul dispunea.

3. Rezultate experimentale și discuții :

3.1 Caracterizarea uleiurilor vegetale

Compoziția chimică a câtorva uleiuri vegetale utilizate este prezentată în Tabelul 1 conform datelor din literatură [6].

Tabel 1 Compoziția chimică a uleiurilor vegetale

Ulei	Acizi grași saturați, total %	Acizi mono nesaturați %	Acizi poli nesaturați total %	Acizi linoleic %	Acid linolenic %	Vitamine	
						B-caroten mg	E mg
Floarea soarelui	1,4	22,5	51-58	51-58	0,4	0,04	56
Rapiță	1,0	64,3	34	15-29	1,7	NC	50
Arahide	18,0	48	34	34	-	0,1-0,5	34
Măslina	18,0	71	4-12	-	-	NC	NC

Din analiza datelor prezentate în Tabelul 1 se observă că uleiurile de măsline și arahide au cel mai mare conținut în grăsimi nesaturate, adică sunt cele mai stabile la oxidare. Din motive de eficiență economică s-au ales două uleiuri autohtone: uleiul de floarea-soarelui și uleiul de rapiță. Se observă că în ciuda faptului că uleiul de rapiță are doar 1% conținut în acizi grași saturați el conține până la aproape 65% acid oleic (mono nesaturați), comparativ cu uleiul de floarea-soarelui care are un procent mult mai mic de acid oleic și în consecință un conținut ridicat de acizi polinesaturați.

3.2 Vâscozitatea celor două uleiuri

Pentru o bună prelucrabilitate fluidul dielectric trebuie să aibă o vâscozitate suficient de mică care să îi permită circulația în interstițiu, astfel încât să realizeze eliminarea materialului prelevat. Vâscozitatea unui fluid este rezistența opusă de aceasta la deplasarea unuia din straturile lui în raport cu un alt strat. Valorile vâscozității relative ENGLER a uleiurilor au fost determinate la trei valori de temperatură 40, 60 respectiv 80 °C. Acestea sunt prezentate în Tabelul 2.

Tabel 2 Vâscozitatea relativă ENGLER

Uleiuri	Temperatura °C	Timp (s)	⁰ E
Ulei de rapiță	40	94	1,87
	60	68	1,37
	80	56	1,07
Ulei de floarea-soarelui	40	78	1,5
	60	60	1,15
	80	49	0,94

Se constată că vâscozitatea relativă la temperatura de 40 °C este de 1,87, adică uleiul de rapiță este de aproape două ori mai vâscos decât apa, în timp ce uleiul de floarea-soarelui ((utilizat de noi) este de 1,5 ori mai vâscos. De remarcat că prin creșterea temperaturii scade vâscozitatea ajungând în cazul uleiului de floarea-soarelui practic egală cu cea a apei. Uleiul de rapiță rămâne chiar și la temperatura de 80°C ceva mai vâscos decât apa. Acest lucru ne conduce la concluzia că uleiul de floarea-soarelui este mai potrivit pentru prelucrare. Din acest punct de vedere se asigură curgerea prin interstițiu și permiterea evacuării materialului prelevat. Acest lucru s-a verificat și în timpul prelucrării.

Conductivitatea electrică

Valorile conductivității electrice măsurate în laborator sunt prezentate în Tabelul 3.

Tabel 3 Conductivitatea electrică

Mediu	Conductivitate (μS/cm)
Apa distilată	183,3
Ulei de floarea-soarelui	142,2
Ulei de rapiță	148,4

Se constată că ambele uleiuri au o conductivitate electrică apropiată de cea a apei distilate. De precizat că s-a determinat conductivitatea electrică a apei distilate din recipient deschis în contact cu aerul. Studiile efectuate cu apă de alții cercetători au evidențiat faptul că apa distilată a fost utilizată ca lichid dielectric, deci din acest punct de vedere ambele uleiuri sunt materiale dielectrice și pot fi utilizate în prelucrările EDM.

3.2 Prelucrabilitatea:

3.2.1 Prelucrabilitatea oțelului C45

Prelucrarea prin EDM s-a realizat cu electrod masiv de cupru care a fost legat la polul negativ al sursei de curent constituind catodul, iar piesa la polul pozitiv constituind anodul.

Pentru prelucrabilitate s-a programat mașina cu urmatorul set de valori: intensitatea 24A, timp de impuls 2s, timp de pauză 1s, presiune de spălare a interstițiului 1bar.

Operația de prelucrare s-a efectuat în cele trei lichide dielectrice: uleiurile vegetale și lichidul utilizat curent. Având în vedere faptul că uleiul de rapiță este practic de două ori mai vâscos decât apa la temperatura de 40 °C pentru realizarea prelucrării a fost necesară creșterea presiunii lichidului în interstițiu cu o pompa hidraulică.

Productivitatea prelucrării s-a determinat gravimetric prin cântărirea piesei înainte și după prelucrare. Rezultatele gravimetrice pe baza cărora s-a calculat productivitatea sunt prezentate în Tabelul 4.

Tabel 4 Prelucrabilitatea uleiurilor

Mediu	Masa initiala m_i (g)	Masa finala m_f (g)	Timpul de prelucrare (min)	Volumul de material prelevat V_p (m^3)	Prelucrabilitatea V_w (m^3/min)
P3	249,68	247,71	8	0,229	$286 \cdot 10^{-4}$
Ulei de floarea- soarelui	246,77	244,83	8	0,225	$281 \cdot 10^{-4}$
Ulei de rapita	225,84	223,93	8	0,222	$277 \cdot 10^{-4}$

Analizând datele din tabelul 4 s-a constatat că cea mai bună prelucrabilitate o întâlnim la lichidul dielectric utilizat în laborator urmat de uleiul de floarea-soarelui și apoi cel de rapiță. De remarcat faptul că nu sunt diferențe foarte mari din punct de vedere al prelucrabilității, deci există premisele înlocuirii dielectricului clasic cu un ulei, alegerea finală fiind făcută pe baza compușilor organici volatili.

3.3 Determinarea compușilor organici volatili emiși în timpul prelucrării EDM cu electrod masiv a oțelului C45

În timpul prelucrărilor EDM cu ambele uleiuri s-au înregistrat valorile concentrațiilor compușilor organici volatili emiși. Prelucrarea acestor valori cu softul aparatului Ion Cub s-a concretizat în diagramele prezentate în Fig 2.

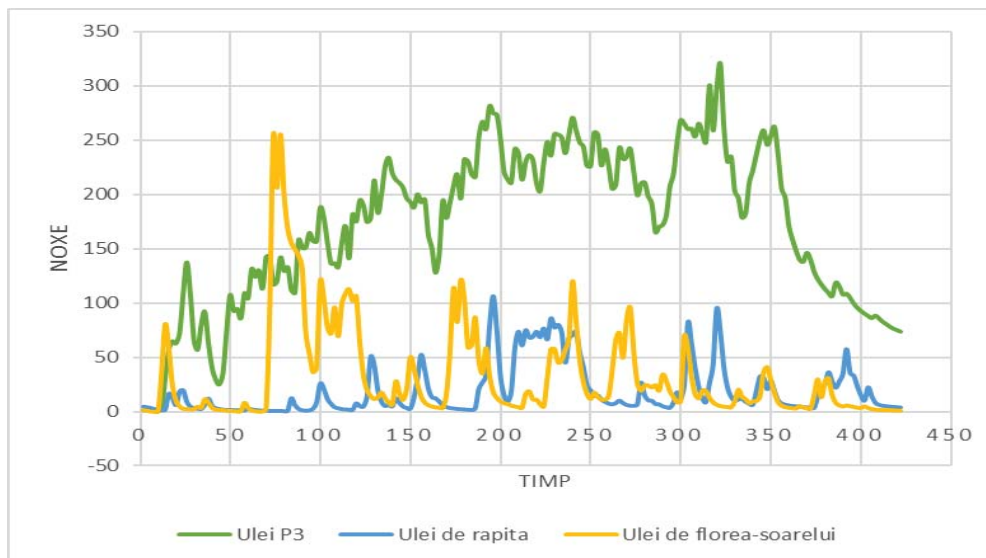


Fig 2 Emisia compusilor organici volatili

Interpretând valorile oscilante reprezentate în graficul de mai sus se constată că din cele două uleiuri vegetale folosite, cel de rapiță a avut un grad de emisie relativ scăzut față de uleiul de floarea-soarelui. Lichidul dielectric clasic P3 prezintă valori foarte ridicate de emisii de compuși organici volatili, acest aspect fiind sesizat și în timpul prelucrării.

4. Concluzii

4.1 Selectarea fluidului dielectric pentru EDM este o sarcină importantă, deoarece are un efect deosebit asupra performanței prelucrărilor, economiei și impactul procesului asupra mediului.

4.2 De mai bine de 50 de ani, diferiți cercetători lucrează pentru înlocuirea lichidului dielectric pe baza amestecurilor de hidrocarburi. Acestea prezintă o acțiune periculoasă, mai ales că formează compuși organici volatili cu un potențial cancerigen ridicat.

4.3 Lucrarea de față și-a propus să studieze posibilitatea înlocuirii dielectricului cu două uleiuri vegetale autohtone, uleiul de floarea-soarelui și uleiul de rapiță orientând cercetările către influența dielectricului propus asupra calității prelucrării precum și asupra emisiilor compușilor organici volatili. Pentru a putea fi folosite în cadrul procesului de prelucrare EDM cele două uleiuri vegetale au fost supuse încercării de determinare a vâscozității relative ENGLER, rezultând ca uleiul de floarea-soarelui este mai potrivit pentru prelucrare, asigurând curgerea prin interstițiu și permiterea evacuării materialului prelevat, lucru verificat și în timpul prelucrării. Din punct de vedere al conductivității electrice, uleiul de floarea-soarelui și cel de rapiță au valori apropiate de cele ale apei distilate, apa distilată fiind folosită în anumite cercetări ca lichid dielectric, fapt care întărește folosirea acestor două tipuri de uleiuri ca lichide dielectrice.

4.4 Operația de prelucrare a fost efectuată cu aceași parametrii pentru cele două tipuri de uleiuri dar și pentru lichidul folosit în laborator, productivitatea având valori distincte însă nu sunt diferențe foarte mari astfel încât lichidul dielectric clasic poate fi înlocuit cu unul din cele două uleiuri.

4.5 Emisiile compușilor organici volatili înregistrate prezintă valori distincte, astfel încât uleiul de rapiță degajă mai puține noxe decât uleiul de floarea-soarelui.

5. Bibliografie

- [1]. Ghiculescu, D. 2006, "Prelucrări prin electroeroziune", Vol 1, 11-13 pagini, ISSN.
- [2]. Koenig, W., Joerres, L., 1987, "Aqueous solutions of organic compounds as dielectric for EDM sinking." CIRP Annals—Manufacturing Technology, Vol. 36, pp. 105–109.
- [3]. Konig, W., Siebers, F. J., 1993, "Influence of the working medium on the removal process in EDM sinking, American Society of Mechanical Engineers." Production Engineering Division (Publication) PED, Vol. 64, pp. 649–658.
- [4]. Sodavadia K.P. și Makwana, A.H. 2014, "Experimental Investigation on the Performance of Coconut oil Based Nano Fluid as Lubricants during Turning of AISI 304 Austenitic Stainless Steel", J. Adv. Mech. Eng. 4
- [5]. Ghiculescu, D. 2006, "Prelucrări prin electroeroziune", Vol 1, 11-13 pagini, ISSN.
- [6]. Dorobanțu, P. Lucrări Științifice – Vol 51, seria Agronomie, 391-396, ISSN.

MODELAREA ȘI EXPERIMENTAREA MICRO-EDM ASISTATĂ DE ULTRASUNETE PE NANOTUBURI TiO₂ CU SUBSTRAT DE Ti

LACZI¹ Nicolae¹, ROBU² Claudiu-Ștefan² și SILAGHI³ Claudiu-Mihai³

¹Facultatea: IMST, Specializarea: TCM, Anul de studii: IV, e-mail: r.claudiusstefan@gmail.com

Conducător științific: Prof.dr.ing **Daniel GHICULESCU**

REZUMAT: Lucrarea tratează modelarea cu metoda elementelor finite, utilizând software-ul specializat Comsol Multiphysics a procesului de prelucrare a materialului avansat cu strat superficial de nanotuburi de TiO₂ pe substrat de Ti prin procedeul hibrid neconvențional de micro-electroeroziune asistat de ultrasunete μ EDM+US. Sunt prezentate aspecte ale stadiului actual privind dezvoltarea și direcțiile de cercetare ale μ EDM+US. De asemenea sunt evidențiate multiplele aplicații ale acestui material avansat, în cele mai diverse domenii, cum sunt: energetic, medicină, chimie, alimentar etc. precum și structura și posibilitățile de obținere. Caracteristicile ridicate de rezistență ridică probleme de prelucrabilitate prin procedee convenționale. De aceea, s-a apelat la procedeul hibrid μ EDM+US. Modelarea în Comsol Multiphysics s-a realizat cu ajutorul a două module, ambele dependente de timp: termic, care s-a concentrat pe fenomenele termice specifice electroeroziunii și cel mecanic pentru efectul fenomenelor cavitaționale induse ultrasonic în interstițiul de prelucrare. Rezultatele obținute din modelarea computerizată a procesului μ EDM+US privind volumul de material prelevat au fost validate cu ajutorul imaginilor suprafețelor prelucrate de la microscopul cu scanare electronică și măsurătorile de rugozitate legate de dimensiunilor medii ale craterelor rezultate pe suprafața prelucrată la diverse regimuri de prelucrare. Acestea au arătat că μ EDM+US are capacitate ridicată să pătrundă prin stratul superficial de nanotuburi, spre deosebire de micro-electroeroziunea simplă care prezintă dificultăți de prelucrarea a acestui strat superficial. Microprelucrările acestui material avansat lărgesc aria de aplicabilitate ale materialului.

CUVINTE CHEIE: nanotuburi, TiO₂, micro-electroeroziune, ultrasunete.

1. Introducere

Micro-electroeroziunea este un proces asemănător cu electroeroziunea convențională. Potrivit lui Katz și Tibbles, în articolul *Analysis of micro-scale EDM process*, prelucrarea prin electroeroziune este un procedeu termic care utilizează descărcări electrice pentru a eroda materiale conductive din punct de vedere electric [1]. Diferența dintre cele două este aceea că la micro-EDM se folosește un electrod de dimensiuni mai mici și MRR este în domeniul micro-scalei.

Introducerea vibrațiilor la procesul EDM a fost studiat pe scară largă. Kremer a demonstrat că o vibrație a electrodului accelerează circulația particulele prelevate, oferind timpi de prelucrare mai mici (de până la 5 ori mai puțin pentru operațiile de finisare) [2]. Abdullah a concluzionat că folosirea vibrațiilor US în electrod a crescut MRR la prelucrarea carburii de wolfram (WC-Co) și a observat că uzura a fost redusă iar stabilitatea procesului a fost îmbunătățită [3]. Srivastava a combinat vibrațiile US și EDM cu electrod răcit criogenic (-150°C) și a observat că implementarea vibrațiilor US a contribuit la îmbunătățirea MRR și menținerea TWR și calitatea suprafeței [4,5]. Iwai a testat trei tipuri de moduri de vibrație cu ultrasunete și a obținut o îmbunătățire a MRR la prelucrarea diamantului compozit policristalin [6]. Shervani-Tabar a elaborat studii numerice pentru a analiza efectul decalajului și presiunea dinamică asupra bulelor mici produse în fluidul dielectric dintre sculă și piesa de prelucrat în EDM asistată de US [7,8]. Shabgard a redus impulsurile în timpul descărcării și a îmbunătățit stabilitatea procesului prin aplicarea vibrațiilor US în piesa de prelucra. În plus, a fost observat un nivel ridicat de MRR în regimul de finisare [9]. Ichikawa a investigat efectele vibrațiilor US aplicate asupra fluidului dielectric la prelucrarea găurilor și a demonstrat că timpul de prelucrare a fost cu mult redus [10]. Liew a realizat o îmbunătățire semnificativă a performanței micro-EDM în ceea ce privește MRR, adâncimea

maximă de prelucrare, calitatea suprafeței, geometria găurilor și stabilitatea procesului prin transmiterea vibrațiilor US către fluidul dielectric folosind un lanț ultrasonic auxiliar [11].

În prezent, grafitul și cuprul sunt cele mai comune materiale de electrozi în procesul EDM. Diferența de viteză a sunetului dintre grafit și aliaj de titan face ca materialul de grafit să fie incompatibil cu vibrațiile US, iar datorită structurii poroase a grafitului rezistența acestuia la vibrațiile US este scăzută ceea ce duce la uzură ridicată. Astfel, pentru a obține avantajele aplicării vibrațiilor US în procesul EDM, mulți cercetători au introdus vibrațiile US fie în piesa de prelucrat, fie în lichidul dielectric [12].

2. Stadiul actual

În domeniul prelucrărilor neconvenționale (EDM), utilizarea ultrasunetelor a avut o creștere continuă de la apariția lor, la mijlocul anilor 1980, până în prezent. Deși domeniul a evoluat, s-au înregistrat unele lacune în ceea ce privește prelucrarea cu ultrasunete, cum ar fi: EDM cu cinematică complexă, modelarea dinamică a fluidelor computerizate a formării canalului de plasmă și a spargerii pentru EDM cu ultrasunete [13].

Cercetătorii au experimentat diferite moduri de utilizare a vibrațiilor cu ultrasunete în sistemul EDM, cum ar fi vibrațiile aplicate piesei de prelucrat, sculei și fluidului dielectric. Gao și Liu au dezvoltat un sistem micro-EDM cu ultrasunete, unde piesa de lucru a fost atașată direct la un traductor piezoelectric pentru a asigura vibrațiile, așa cum se arată în Fig. 1. a. Rezultatele obținute arată că micro-EDM cu ultrasunete oferă o eficiență de opt ori mai mare comparativ cu microundele EDM convenționale [14]. Hoang și Yang au experimentat utilizarea unui dispozitiv de acționare piezoelectric în prelucrarea cu descărcare electrică cu micro-sârme (WEDM), așa cum se arată în Fig. 1. b. [15]. Rezultatele experimentale comparative au arătat că, atunci când vibrațiile sunt aplicate pe piesa de prelucrat, viteza de tăiere este de 1,5 ori mai mare decât atunci când vibrația este aplicată pe fir și de 2,5 ori mai mare decât în WEDM convențional [13].

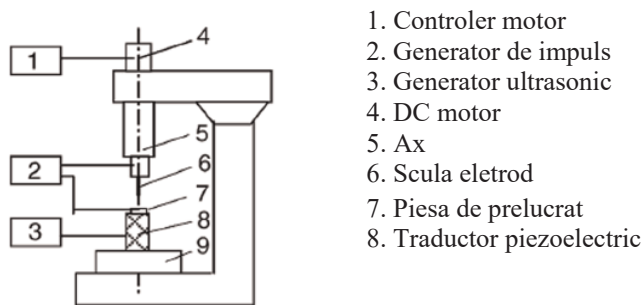


Fig. 1. a. Micro-EDM asistată ultrasonic [13]

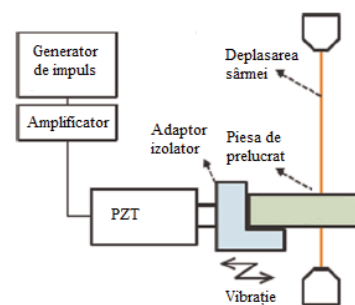


Fig. 1. b. Micro-WEDM asistată ultrasonic [13]

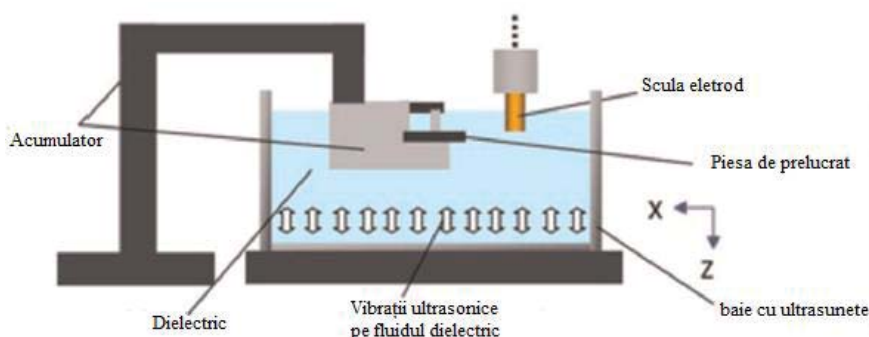


Fig. 2. a. Baie cu ultrasunete în micro-EDM [13]



Fig. 2. b. Sonotrode ultrasonice în micro-EDM [13]

Prihandana a introdus conceptul de aplicare a vibrațiilor cu ultrasunete pentru fluidul dielectric pentru procesele micro-EDM, așa cum se arată în Fig. 2. a, în care vibrația ultrasonică cu frecvența de 43 kHz a fost utilizată pentru a mări energia cinetică a resturilor de descărcare în baia activată ultrasonic.

Rezultatele au indicat o creștere semnificativă a MRR și îmbunătățirea calității suprafeței [16]. Schubert a raportat despre scufundarea sonotrodei vibratoare în dielectric și a aranjat-o astfel încât intensitatea ridicată în apropierea câmpului ultrasonic să fie aliniată la zona de prelucrare așa cum se arată în Fig. 2. b, care în cele din urmă mărește viteza procesului [17].

Dioxidul de titan este unul dintre cei mai studiați oxizi metalici, având o varietate foarte largă de aplicații (construcții, alimentație, produse cosmetice, panouri solare, medicamente, materiale plastice, catalizatori și fotocatalizatori pentru depoluarea aerului și apei, etc. [18]), datorită proprietăților sale deosebite: stabilitate chimică, rezistență la coroziune/fotocoroziune, potențial fotocatalitic; constantă dielectrică mare ($\epsilon_r \approx 10-85$), conductivitate electrică ridicată, fiind un semiconductor de tip n; sensibilitate pentru domeniul UV, indice de refracție foarte ridicat (2,6-2,9), iar din punct de vedere economic are un preț scăzut al materiei prime din care se obține, ilmenit ($FeTiO_3$) sau TiO_2 rutil [19]. Caracteristicile de rezistență ridicată ale acestui material nanostructurat (duritate până la 10290 MPa, rezistența la compresiune maximă de 3600 MPa, iar modulul de elasticitate maxim 288 GPa) [20]

Nanotuburile pe bază de TiO_2 au atras interesul și cercetările intensive datorită meritelor de a avea o suprafață specifică superioară, capacitate de schimbare ionică și capacitate fotocatalitică. În ultimele decenii, materialele nanostructurate derivate din TiO_2 au fost investigate pe scară largă pentru multe aplicații promițătoare, cum ar fi celule solare, baterii, acoperiri autocurățare și fotocataliză [21]. În Fig. 3 se prezintă trei moduri de obținere a nanotuburilor și o vedere generală a morfologiilor tipice și a caracteristicilor distinctive ale acestora [22].

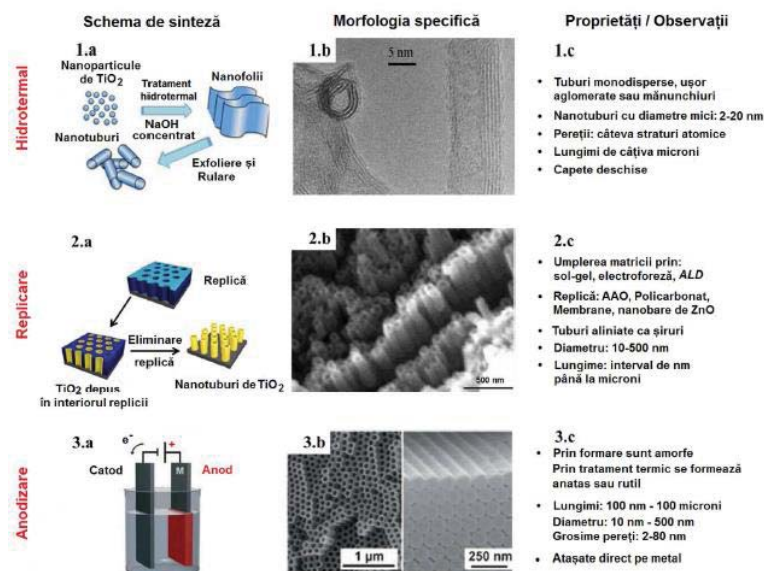


Fig. 3. Formarea nanotuburilor TiO_2 [22]

3. Partea experimentală

Pentru a studia procesul μEDM și $\mu EDM + US$, experimentele s-au realizat pe mașina ELER 01 cu dispozitivul prezentat în Fig. 4, din laboratorul de electroeroziune al facultății IMST cu regimurile din Tabelul. 1.

Tabelul. 1. Regimuri

Nr. Crt.	Regimuri de prelucrare
1	I=3 A; polaritate sculă (+); spălare laterală cu presiune, $p_{hl}=0,04$ MPa; timp de impuls $t_i=48$ μs ; timp de pauză, $t_0=24$ μs ; puterea consumată $P_{cUS}=90$ W
2	I=3 A; polaritate sculă (+); spălare laterală cu presiune, $p_{hl}=0,04$ MPa; timp de impuls $t_i=95$ μs ; timp de pauză, $t_0=24$ μs ; puterea consumată $P_{cUS}=90$ W
3	C=10 nF; polaritate sculă (-); rezistența $R=0,74$ k Ω ; timp de impuls $t_i=0,8$ μs ; puterea consumată $P_{cUS}=70$ W

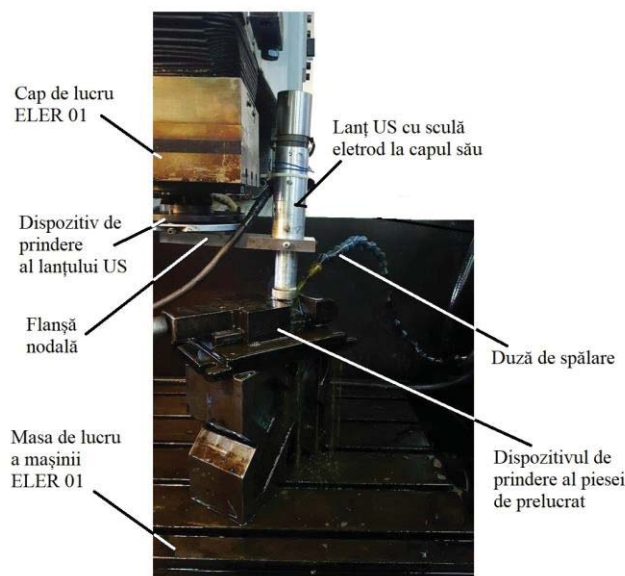


Fig. 4. Dispozitivul de prelucrat

Imaginile obținute prin μ EDM pentru regimul 1 sunt prezentate în Fig. 5 și 6. Se observă că dimensiunea craterelor transversale pe Ti (observate în centrul amprentei prelucrării, unde adâncimea de prelucrare este mare, stratul superficial de nanotuburi fiind penetrat) este de $D_{cr}=10 \mu\text{m}$, iar rugozitatea suprafeței prelucrate evaluată cu rugozimetrul este de $R_z = 4 \mu\text{m}$. Multe dintre cratere sunt suprapuse datorită descărcărilor apropiate. În acest caz, se consideră că stratul superficial al TiO_2 este mai mic decât adâncimea de prelucrat. În Fig. 6 se prezintă zona de nanotuburi de TiO_2 cu imagini preluate din zona periferică a amprentei de prelucrare, unde s-au produs puține descărcări EDM, care nu au permis pătrunderea prin stratul nanotuburi. Se observă dimensiunea craterelor transversale de ordinul nanometrilor.

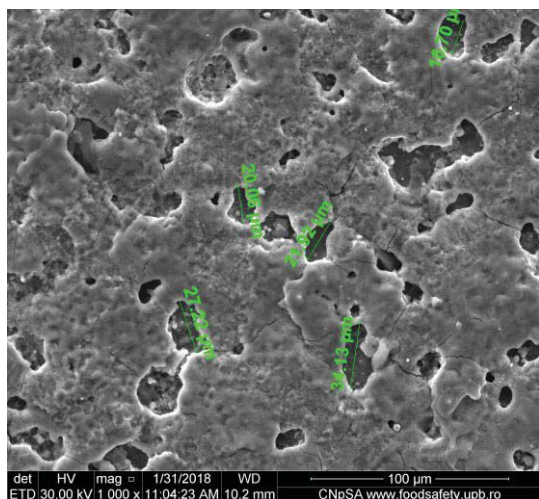


Fig. 5. Prelucrare μ EDM pe Ti, regimul 1

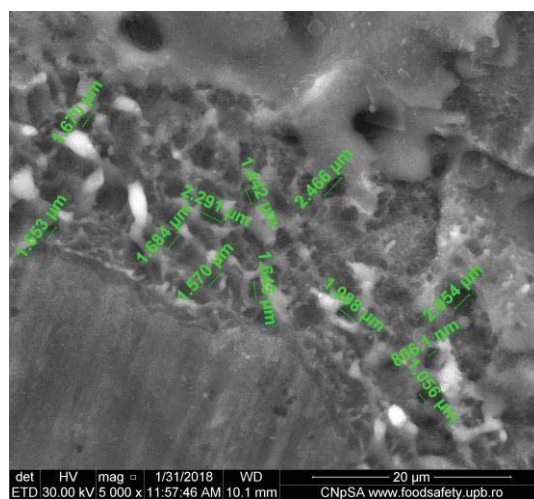


Fig. 6. Prelucrare μ EDM pe nanotuburi, regimul 1

Se observă în Fig. 7 și 8, o scădere a volumului craterelor și a adâncimii datorită asistenței cu US, prin care se prelevează marginile craterelor. Media dimensiunilor craterelor transversale a ajuns la $D_{cr}=6 \mu\text{m}$, iar rugozitatea eșantionului este de $R_z=2,8 \mu\text{m}$.

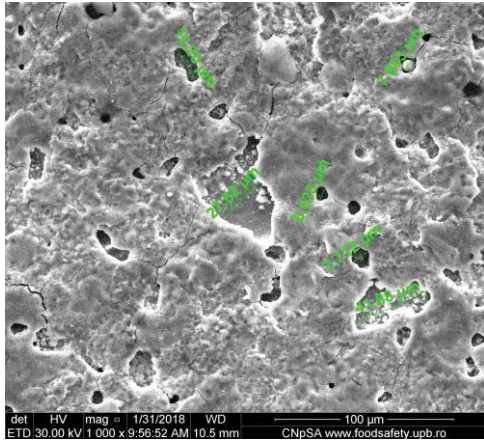


Fig. 7. Prelucrare μ EDM +US pe Ti, regimul 1

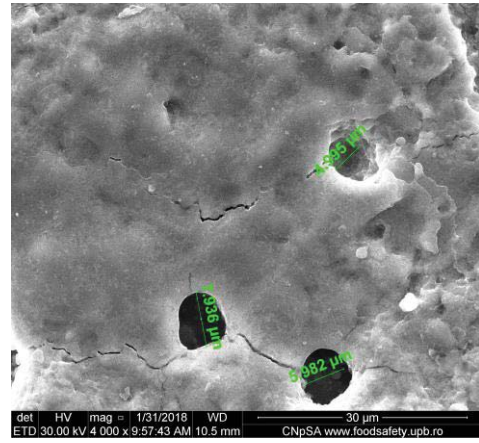


Fig. 8. Prelucrare μ EDM +US pe nanotuburi, regimul 1

Pentru regimul 2 rezultatele sunt prezentate în Fig. 9 și 10. Media dimensiunilor transversale ale craterelor ajunge la $D_{cr} = 15 \mu\text{m}$, iar rugozitatea eșantionului este $R_z = 6 \mu\text{m}$. Se poate observa aproape același aspect ca și la regimul de lucru anterior. La μ EDM + US și la același regimul de lucru, se poate observa în Fig. 11 și 12 diametrele mai mari ale craterelor și adâncimea lor decât în modul de lucru anterior. Diametrele medii ale craterelor sunt de $D_{cr} = 12 \mu\text{m}$, iar rugozitatea suprafeței $R_z = 5,2 \mu\text{m}$.

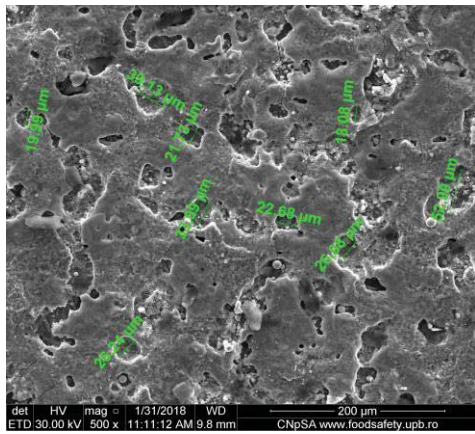


Fig. 9. Prelucrare μ EDM pe Ti, regimul 2

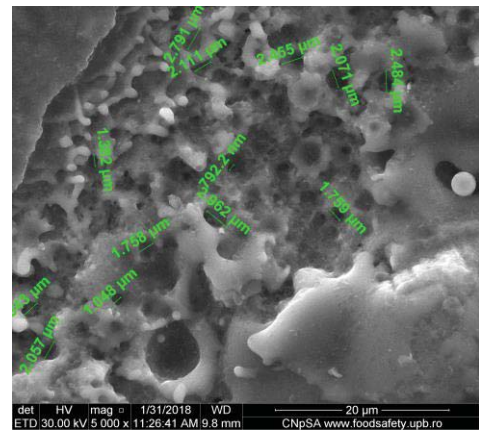


Fig. 10. Prelucrare μ EDM pe nanotuburi, regimul 2

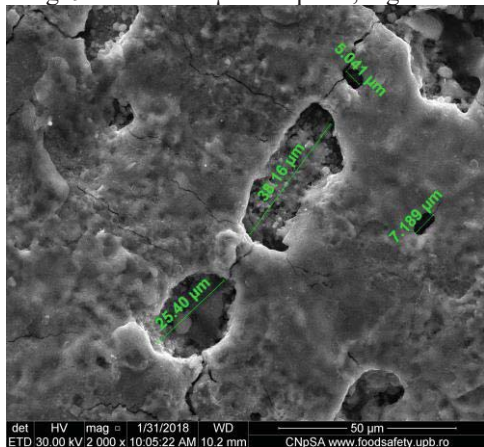


Fig. 11. Prelucrare μ EDM +US pe Ti, regimul 2

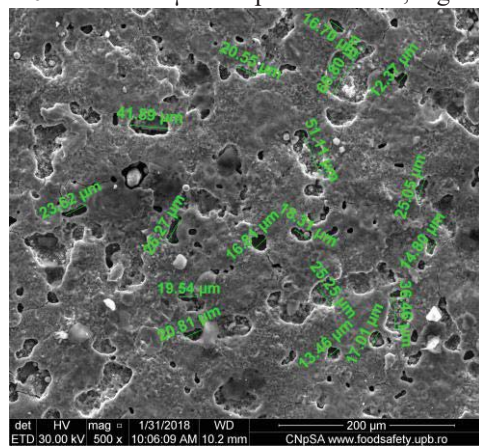


Fig. 12. Prelucrare μ EDM +US pe nanotuburi, regimul 2

La μ EDM cu impulsuri de relaxare, regimul 3 imaginea rezultată este prezentată în Fig. 13 și 14. Rugozitatea a fost $R_z=2\mu\text{m}$, media craterelor dimensiunile transversale a fost $D_{cr} = 13 \mu\text{m}$, cratere plate, specifice impulsurilor de relaxare.

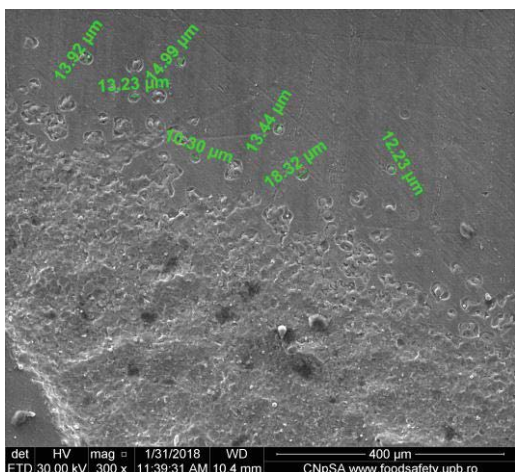


Fig. 13. Prelucrare μ EDM pe Ti, regimul 3

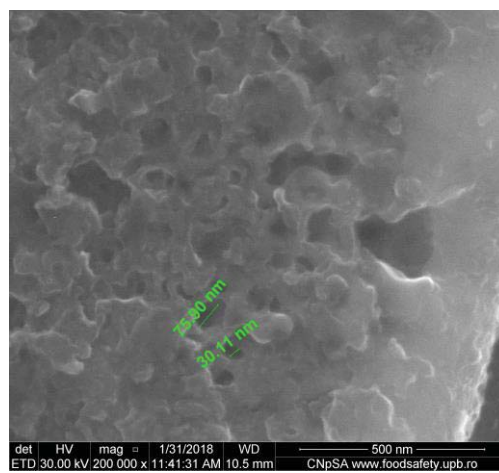


Fig. 14. Prelucrare μ EDM pe nanotuburi, regimul 3

La μ EDM + US cu impulsuri de relaxare, cu același regim de lucru și cu puterea consumată de $P_{cUS} = 70$ W - adecvată pentru craterile de relaxare - imaginile sunt prezentate în Fig. 15 și 16. Variația diametrelor este mai mare decât în cazurile anterioare datorită lipsei specifice de control a duratei impulsului. În acest ultim caz, rugozitatea a fost $Rz = 1,6$ μ m, iar media dimensiunilor transversale a craterelor a fost $D_{cr} = 10$ μ m.

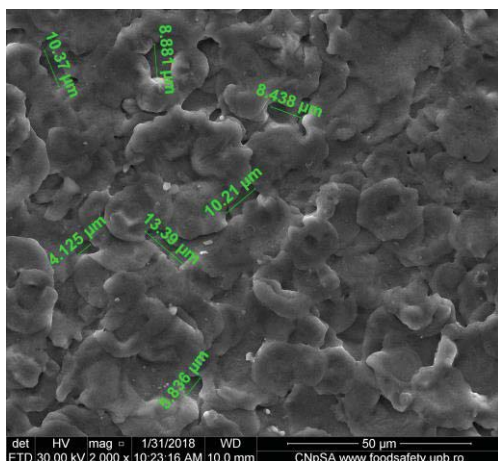


Fig. 15. Prelucrare μ EDM +US pe Ti, regimul 3

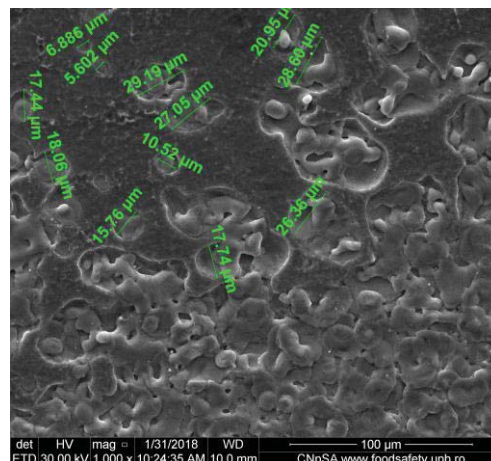


Fig. 16. Prelucrare μ EDM +US pe nanotuburi, regimul 3

4. Modelarea cu metoda elementelor finite

Modelarea se realizează în Comsol Multiphysics 4.2, folosind modulele Termic dependent de timp, aplicat la fenomenele de prelevare a materialului specifice EDM și Mecanic dependent de timp, aplicat la fenomenele de îndepărtare a materialului prin cavitație ultrasonică. Rezultatele modelării structurii materialului cu strat superficial de dioxid de titan pe substrat de titan, realizate de către Nedelcu Andrei și Nicolae Mihai [23] au constituit date de intrare pentru modelarea procesului de micro-electroeroziune asistat de ultrasunete pe nanotuburi.

Se definesc următorii parametri din Fig. 17. Spotul EDM este plasat pe axa de simetrie a geometriei create (Fig. 18) și are temperatura de 3760 K, conform modelului supraîncălzirii - Van Dijk și Snoeys. Aceasta arată că temperatura spotului electroeroziv este mai mare cu circa 200 K față de temperatura de fierbere a materialului. În jurul spotului, se formează bula de gaz cu raza r_{bg} , care constituie izolare termică (Fig. 19). Acestea reprezintă condiții la limită ale modelului, precum și cele prezentate în continuare.

Name	Expression	Value	Description
lp	0.2 [mm]	2.0E-4 m	Latura piesei
hp	0.005 [mm]	5.0E-6 m	Grosime piesa
acr	0.025 [mm]	2.5E-5 m	Raza microdepresiune
bcr	4*0.2e-6	8.0E-7	Adâncime microdepresiune
dtub	60e-9	6.0E-8	Diametru nanotub
htub	0.6e-6	6.0E-7	Înălțime nanotub
gtub	12e-9	1.2E-8	Grosime nanotub
ti	48e-6	4.8E-5	Timp de impuls regim 1
tus	0.8e-6	8.0E-7	Timpul actiune ultrasunete
rbg	0.05 [mm]	5.0E-5 m	Raza bulă gaz
pus	10 [MPa]	1.0E7 Pa	Presiune ultrasunete
dcr	10e-6	1.0E-5	Diametru crater
titaniumYM	250 [GPa]	2.5E11 Pa	Modulul lui Young

Fig. 17. Parametrii modelare μ EDM, regimul 1

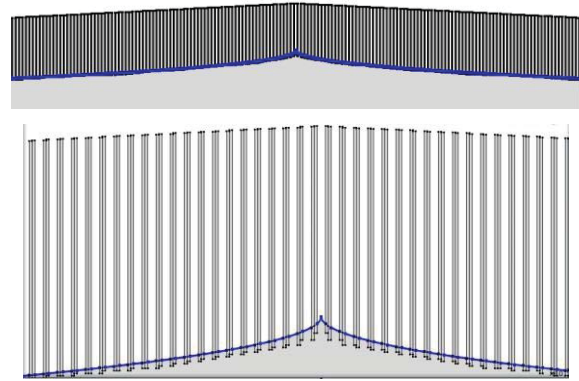


Fig. 18. Spotul EDM cu temperatură de 3760 K



Fig. 19. Izolarea termică datorată bulei de gaz

La periferia piesei temperatura este de 20°C , echivalent cu 293,15 K ca urmare a imersării piesei în lichidul dielectric (Fig. 20). Nanotuburile au o temperatură de 3445 K (Fig. 21).



Fig. 20. Suprafața periferică a piesei cu temperatura de 293,15 K și condițiile la limită în Model Builder

Discretizarea se realizează cu elemente triunghiulare și este prezentată în Fig. 22. Se observă că, aceasta este mult mai fină (elemente de dimensiuni foarte reduse comparativ cu restul suprafeței piesei) în zona de interes a spotului EDM datorită proprietății de conectivitate, astfel crescând precizia rezultatelor obținute.

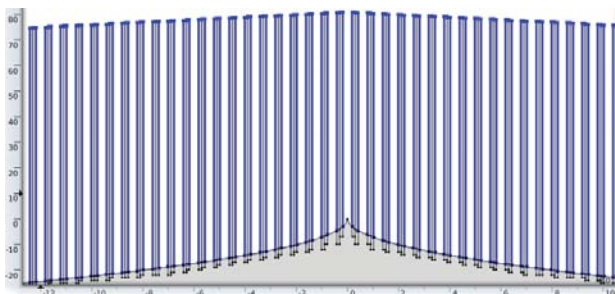


Fig. 21. Nanotuburile cu temperatură de 3445 K

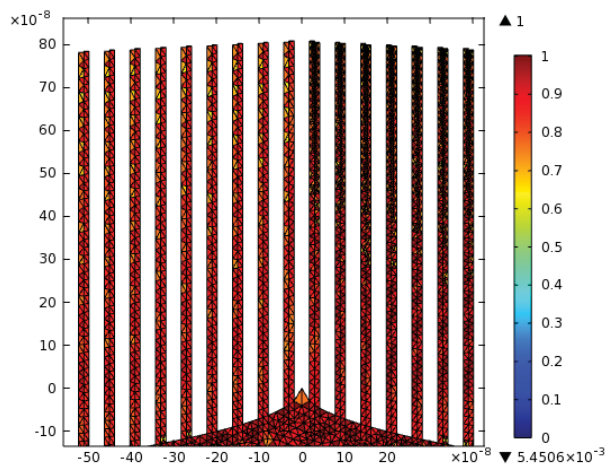


Fig. 22. Discretizarea cu elemente triunghiulare și calitatea acesteia

Distribuția de temperatură obținută după descărcarea electroerozivă este prezentată în Fig. 23, în stratul superficial de nanotuburi. Volumul materialului prelevat de descărcarea singulară produsă de impulsul comandat este delimitat de izoterma de fierbere a dioxidului de titan. Se observă că dimensiunile craterelor sunt mult mai mici decât cele obținute pe substratul de Ti, în acord cu datele experimentale prezentate în Fig. 6, ceea ce validează modelul computerizat.

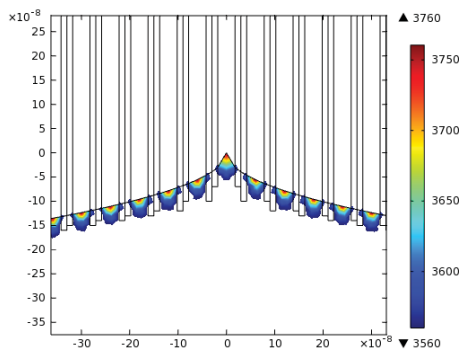


Fig. 23. Poziția izotermei de fierbere

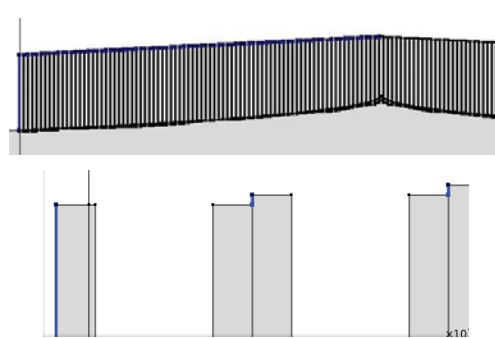


Fig. 24. Încărcarea de tip efort unitar pe contur pentru acțiunea microjeturilor cumulative

În a doua etapă, se realizează modelarea efectului produs de microjeturile cumulative, respectiv prelevarea mecano-hidraulică a materialului piesei prelucrate la nivel microgeometric folosind parametrii din Fig. 25. Aceasta este a doua componentă a mecanismului de prelevare a materialului la EDM+US care contribuie în special la reducerea rugozității prin prelevarea microvârfurilor. Acestea au rezistență la forfecare mai redusă în raport cu restul elementelor microgeometrice, fiind mai sensibile la orientarea microjeturilor cumulative, paralel cu suprafața prelucrată.

Modelul pentru studiul mecanismului de prelevare mecano-hidraulic se obține din modelul termic creat anterior prin apelarea Add Physics a modului Solid Mechanics în varianta Time Dependent.

Condițiile la limită corespunzătoare sunt prezentate în Fig. 24. Acțiunea microjeturilor cumulative a fost exprimată printr-o încărcare de tip condiții la limită de 10 MPa, exercitată pe profilul microgeometriei pe direcția axei x.

S-a ținut cont și de modul de orientare a piesei. De aceea, s-a apelat la o condiție de tip Fixed Constraint pe suprafețele laterale a piesei Fig. 25.

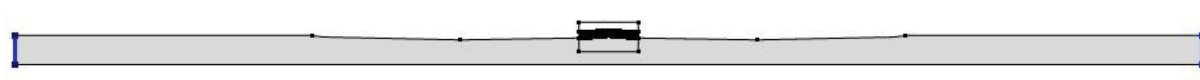


Fig. 25. Condiția de tip Fixed Constraint pe suprafața inferioară a piesei

Se accesează funcția Study din Model Builder pentru care s-au stabilit parametrii corespunzători pentru varianta Time Dependent a modului Solid Mechanics, valoarea finală a timpului fiind $t_{us}=8 \mu s$, intervalul aproximativ cât durează acțiunea microjeturilor cumulative.

Distribuția eforturilor unitare Von Mises în zona adiacentă spotului EDM este prezentată în Fig. 26 care arată îndepărtarea completă a stratului din nanotuburi de TiO_2 chiar și la o presiune relativ mică pus=10MPa. Se observă că acțiunea microjeturilor cumulative contribuie la reducerea rugozității suprafeței prelucrate, conform ipotezelor teoretice avansate și confirmate de date experimentale din Fig. 7 dacă sunt îndeplinite condițiile de optimizare a parametrilor de lucru privind optimizarea presiunii ultrasonice.

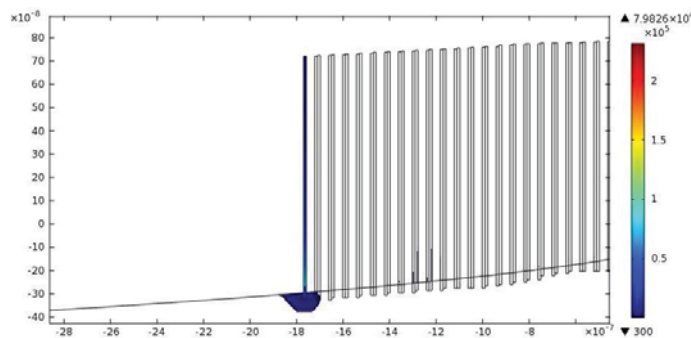


Fig. 26. Eforturi unitare Von Mises la acțiunea microjeturilor cumulative la μ EDM +US și volumul de material prelevat - încărcare pe contur de 10 MPa

Presiunea ultrasonică se calculează cu formula [24]:

$$p_{us} = 2\pi * \rho * c_s * A * f_{us} \quad (1)$$

unde: ρ - densitatea lichidului dielectric;
 c_s – viteza de propagare a US în lichidul dielectric;
 A – amplitudinea de oscilație US;
 f_{us} – frecvența US.

De unde rezultă că presiunea depinde de amplitudinea de oscilație care poate fi reglată practic modificând puterea consumată pe lanțul ultrasonic. Această facilitate este oferită de generatorul de ultrasunete utilizat în laboratorul de electroeroziune al facultății IMST.

Pentru regimul 2 și 3 se urmăresc aceiași pași modificându-se parametrii conform Fig. 27 și 28, iar rezultatele sunt prezentate în Fig. 29, 30, 31 și 32.

bcr	6*0.2e-6	1.2E-6
dcr	15e-6	1.5E-5
ti	95e-6	9.5E-5

Fig. 27. Parametrii modelare regimul 2

bcr	2*0.2e-6	4.0E-7
dcr	13e-6	1.3E-5
ti	0.8e-6	8.0E-7

Fig. 28. Parametrii modelare regimul 3

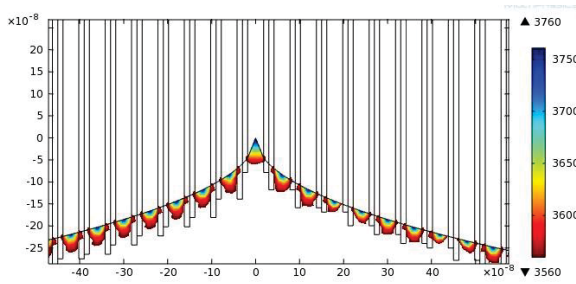


Fig. 29. Poziția izotermei de fierbere regimul 2

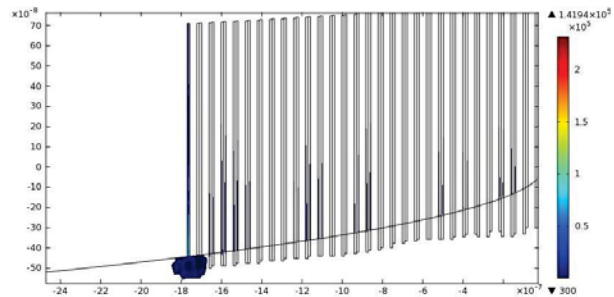


Fig. 30. Eforturi unitare Von Mises la acțiunea microjeturilor cumulative la μ EDM+US și volumul de material prelevat încărcare pe contur de 10 MPa

Se observă că dimensiunile craterelor din Fig. 29 sunt mult mai mici decât cele obținute pe substratul de Ti, în acord cu datele experimentale prezentate în Fig. 10, ceea ce validează modelul computerizat. În Fig. 30 se observă o reducere a rugozității suprafețelor prelucrate în conformitate cu datele experimentale obținute în Fig. 12, rezultând validarea modelului computerizat.

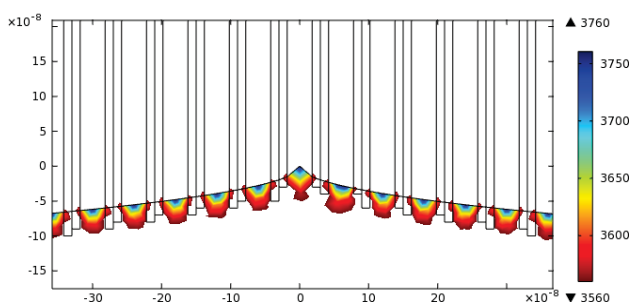


Fig. 31. Poziția izotermei de fierbere regimul 3

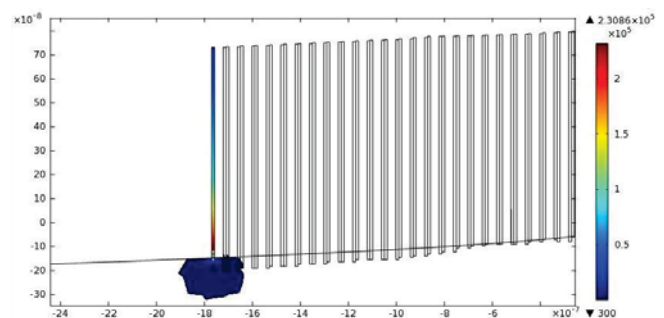


Fig. 32. Eforturi unitare Von Mises la acțiunea microjeturilor cumulative la μ EDM+US și volumul de material prelevat încărcare pe contur de 10 MPa

În Fig. 31 dimensiunile craterelor sunt apropiate ca cele obținute pe substratul de Ti în acord cu datele experimentale din Fig. 14. Efectele acționării microjeturilor cumulative din Fig. 32 contribuie la reducerea rugozității suprafeței prelucrate așa cum este prezentat și în Fig. 16.

În continuare se modelează prelucrarea μ EDM și μ EDM+US pe substratul de Ti. În Fig. 33 sunt prezentați parametrii pentru crearea condițiilor la limită.

Name	Expression	Value	Description
lp	10 [mm]	0.01 m	latura piesei
hp	1 [mm]	0.001 m	grosimea piesei
acr	5e-6	5.0E-6	raza crater initial
bcr	4e-6	4.0E-6	adancime crater initial
rbg	0.1 [mm]	1.0E-4 m	raza bulei de gaz
ti	48e-6	4.8E-5	timpul de impuls regim 1

Fig. 33. Parametrii modelare μ EDM, regimul 1

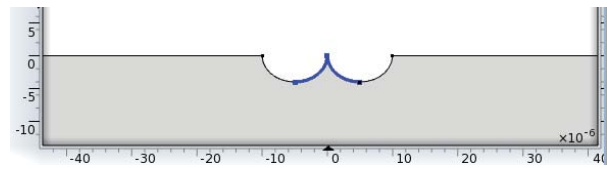


Fig. 34. Spotul EDM cu temperatură de 3760 K

Spotul EDM este plasat pe axa de simetrie a geometriei (Fig. 34) și are temperatura de 3760 K, conform modelului Van Dijck și Snoeys. În jurul spotului, se formează bula de gaz cu raza rbg, care constituie izolare termică (Fig. 35).

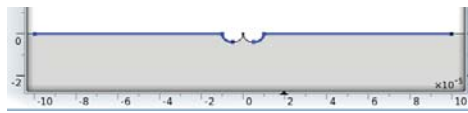


Fig. 35. Izolarea termică datorată bulei de gaz

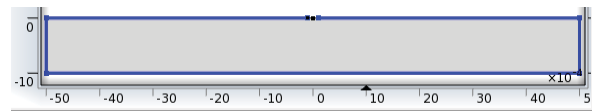


Fig. 36. Suprafața periferică a piesei cu temperatura de 293,15 K și condițiile la limită în Model Builder

La periferia piesei temperatura este de 20°C, echivalent cu 293,15 K ca urmare a imersării piesei în lichidul dielectric (Fig. 36).

Discretizarea se realizează cu elemente triunghiulare și este prezentată în Fig. 37. Se observă că, aceasta este mult mai fină (elemente de dimensiuni foarte reduse comparativ cu restul suprafeței piesei) în zona de interes a spotului EDM datorită proprietății de conectivitate, astfel crescând precizia rezultatelor obținute.

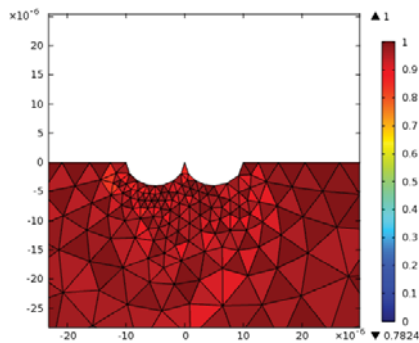


Fig. 37. Discretizarea cu elemente triunghiulare și calitatea acestora

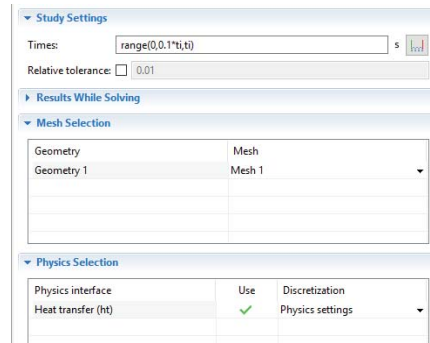


Fig. 38. Apelarea funcției Study și stabilirea parametrilor

Pentru obținerea distribuției de temperatură în cadrul piesei cu geometria creată anterior, produse de descărcare singulară ca urmare a unui impuls de relaxare cu durată de 48 μ s, se accesează funcția Study din Model Builder pentru care s-au stabilit parametrii din Fig. 38, conform variantei Time Dependent a modului Heat Transfer in solid.

Distribuția de temperatură obținută este prezentată în Fig. 39, unde se observă că descărcarea singulară produce efect numai în zona adiacentă spotului EDM și neglijabil în rest. În Fig. 40 au fost determinate dimensiunea craterelor corespunzătoare parametrilor x și y care sunt în acord cu datele experimentale privind diametrul și adâncimea medie din Fig. 5 precum și valorilor parametrilor de modelare din Fig. 33 se observă dimensiuni mai mari ale craterelor pe substratul de Ti în comparație cu cele obținute pe structura de nanotuburi.

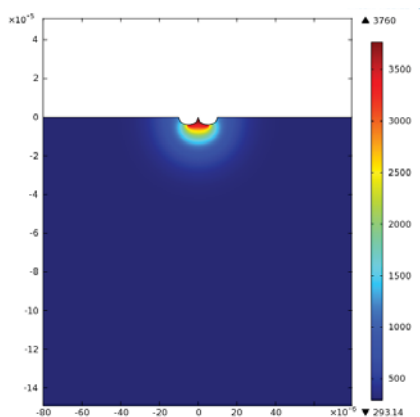


Fig. 39. Distribuția de temperatură după descărcarea singulară cu durată de 48 μ s produsă de un impuls de relaxare

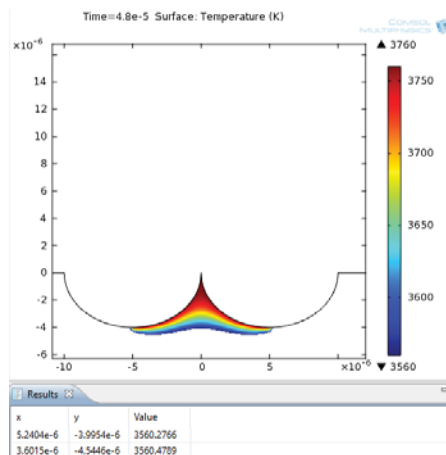


Fig. 40. Poziția izotermei de fierbere

Volumul materialului prelevat de descărcarea singulară modelată este delimitat de izoterma de fierbere cu temperatura de 3560 K la Ti conform modelului Van Dijk și Snoeys.

În a doua etapă, se realizează modelarea efectului produs de microjeturile cumulative, respectiv prelevarea mecano-hidraulică a materialului piesei prelucrate la nivel microgeometric.

Condițiile la limită corespunzătoare sunt prezentate în Fig. 41. Acțiunea microjeturilor cumulative a fost exprimată printr-o încărcare de tip Boundary Load de 103,1 MPa, exercitată pe profilul microgeometric pe direcția axei x.

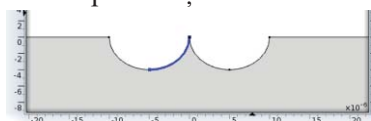


Fig. 41. Încărcarea de tip efort unitar pe contur pentru acțiunea microjeturilor cumulative

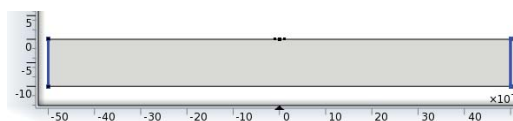


Fig. 42. Condiția de tip Fixed Constraint pe suprafața inferioară a piesei

S-a ținut cont și de modul de orientare a piesei. De aceea, s-a apelat la o condiție de tip Fixed Constraint pe suprafețele laterale ale piesei Fig. 42.

Se accesează funcția Study din Model Builder pentru care s-au stabilit parametrii corespunzători pentru varianta Time Dependent a modului Solid Mechanics, valoarea finală a timpului fiind $t_{us}=8 \mu$ s, intervalul aproximativ cât durează acțiunea microjeturilor cumulative (Fig. 43).

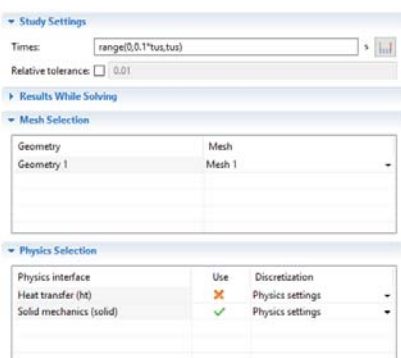


Fig. 43. Apelarea funcției Study și parametrilor pentru modelarea μ EDM+US

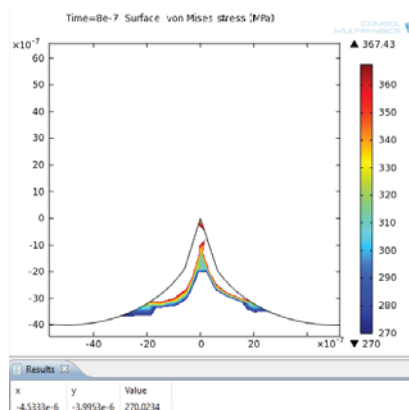


Fig. 44. Eforturi unitare Von Mises la acțiunea microjeturilor cumulative la μ EDM+US și volumul de material prelevat – încărcare pe contur de 111,5 MPa

Distribuția eforturilor unitare Von Mises în zona adiacentă spotului EDM este prezentată în Fig. 43. Acțiunea microjeturilor cumulative care apare la sfârșitul fiecărei perioade de oscilație ultrasonică este considerată solicitare la oboseală după ciclul pulsant. În cazul unei solicitări de forfecare a microvârfurilor ca urmare a orientării microjeturilor cumulative.

În Fig. 45 este reprezentată grafic adâncimea stratului prelevat în funcție de presiunea ultrasonică, reglabilă din generatorul de ultrasunete cu ajutorul puterii reglate pe lanțul US pentru primul regim de lucru. La valoarea de 130 MPa se observă în Fig. 46 că adâncimea volumului de material prelevat depășește adâncimea unui crater EDM, ceea ce conduce la reducerea calității suprafeței prelucrate (creșterea rugozității), de unde rezultă importanța condițiilor de optimizare a parametrilor de lucru, respectiv puterii de acționare a lanțului ultrasonic.

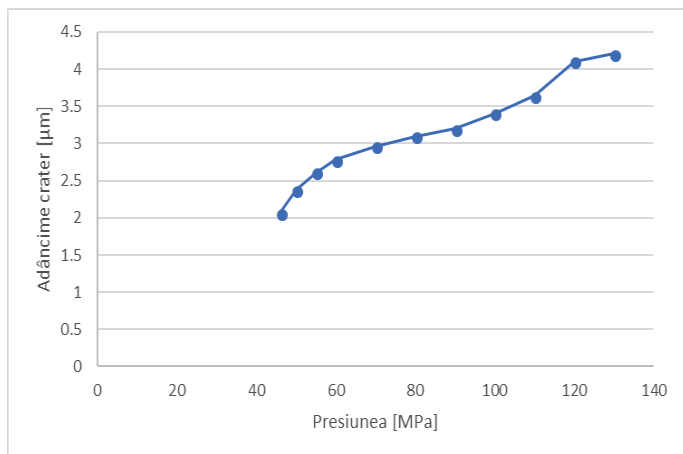


Fig. 45. Valorile obținute pentru adâncimea stratului de materil prelevat ultrasonic selectând diferite presiuni

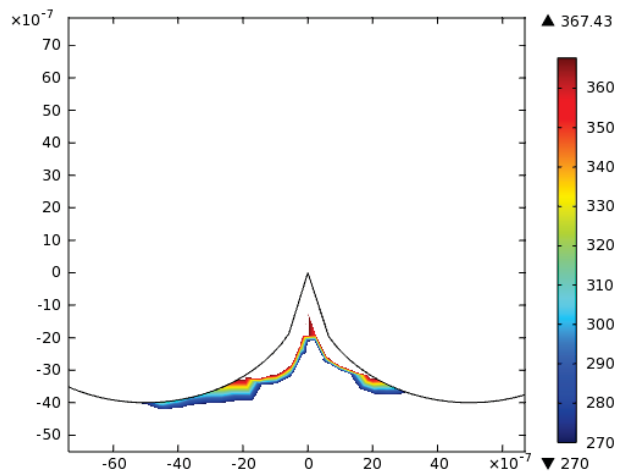


Fig. 46 Eforturi unitare Von Mises la acțiunea microjeturilor cumulative la μ EDM+US și volumul de material prelevat – încărcare pe contur de 130 MPa

Din Fig. 44,50 și 52 se observă că acțiunea microjeturilor cumulative contribuie la reducerea rugozității suprafeței prelucrate, conform ipotezelor teoretice avansate și confirmate de date experimentale, dacă sunt îndeplinite condițiile de optimizare ale parametrilor de lucru. Se observă o prelucrabilitate mai mare a materialului prin folosirea ultrasunetelor rezultând din compararea modelului experimental cu modelarea realizată.

Pentru al doilea regim se urmăresc aceiași pași, dar se modifică următorii parametri: timpul de impuls, $t_i=95 \mu s$, raza craterului inițial, $acr=7,5 \mu m$ și adâncimea craterului inițial $bcr=6 \mu m$, așa cum este prezentat și în Fig. 47.

acr	7.5e-6	7.5E-6
bcr	6e-6	6.0E-6
ti	95e-6	9.5E-5
pus	113.5[MPa]	1.135E8 Pa

Fig. 47. Parametrii modelare regimul 2

acr	6.5e-6	6.5E-6
bcr	2e-6	2.0E-6
ti	0.8e-6	8.0E-7
pus	165[MPa]	1.65E8 Pa

Fig. 48. Parametrii modelare regimul 3

Distribuția de temperatură obținută este prezentată în Fig, 49. Volumul materialului prelevat de descărcarea singulară produsă de impulsul comandat este delimitat de izoterma de fierbere cu temperatura de 3560 K pentru Ti, conform modelului Van Dijck și Snoeys. Poziția acestei izoterme este definită de coordonatele din Fig. 49. Valorile coordonatelor punctelor care definesc poziția izotermei sunt apropiate de valorile experimentale obținute în Fig. 9.

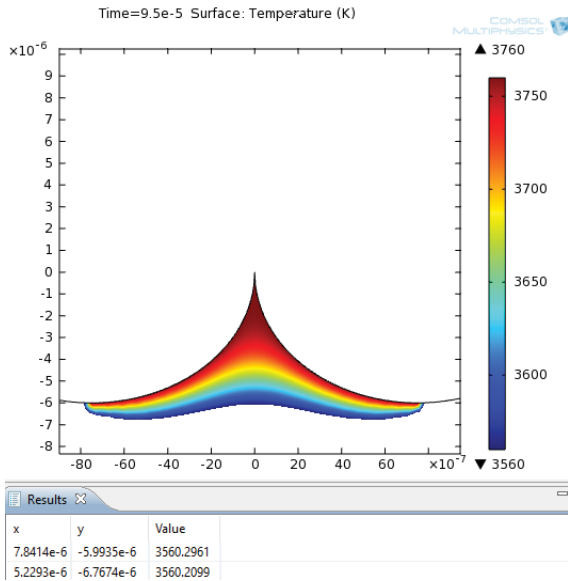


Fig. 49. Poziția izotermei de fierbere

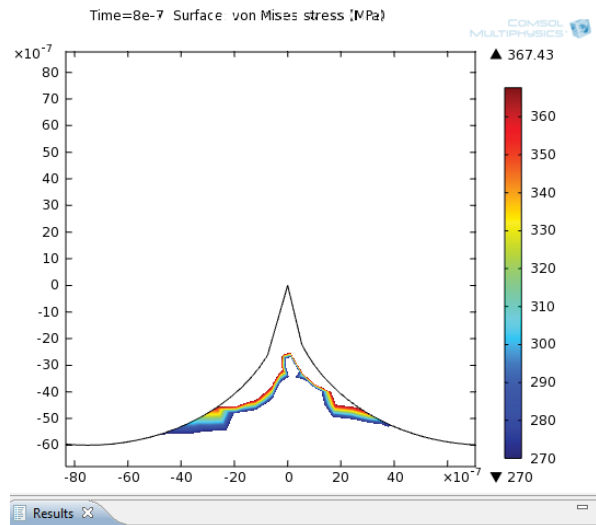


Fig. 50. Eforturi unitare von Mises la acțiunea microjeturilor cumulative la μ EDM+US și volumul de material prelevat – încărcare pe contur de 113,5 MPa

Pentru al treilea regim se urmăresc aceiași pași, dar se modifică următorii parametrii: timpul de impuls, $t_i=0,8 \mu s$, raza craterului inițial, $a_{cr}=6,5 \mu m$ și adâncimea craterului inițial $b_{cr}=2 \mu m$, așa cum este prezentat și în Fig. 48.

Distribuția de temperatură obținută este prezentată în Fig. 48. Volumul materialului prelevat de descărcarea singulară produsă de impulsul comandat este delimitat de izoterma de fierbere cu temperatura de 3560 K pentru T_i , conform modelului Van Dijck și Snoeys. Poziția acestei izoterme este definită de coordonatele din Fig. 51. Valorile coordonatelor punctelor care definesc poziția izotermei sunt apropiate de valorile experimentale obținute în Fig.13.

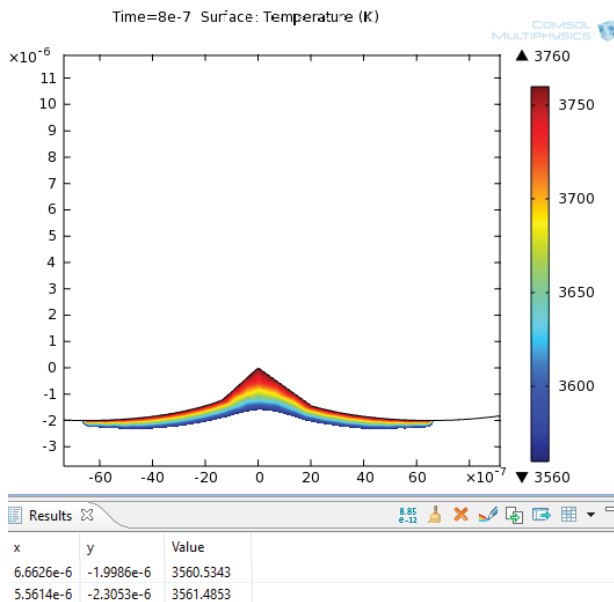


Fig. 51. Poziția izotermei de fierbere

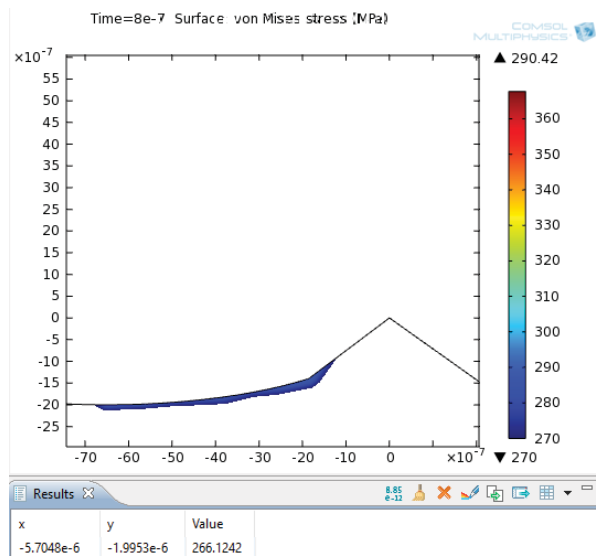


Fig. 52. Eforturi unitare von Mises la acțiunea microjeturilor cumulative la μ EDM+US și volumul de material prelevat – încărcare pe contur de 165 MPa

5. Concluzii

Modelarea computerizată a procesului de prelucrare a materialului avansat alcătuit dintr-un strat superficial de nanotuburi de dioxid de titan și substrat de titan prin micro-electroeroziune asistat de ultrasunete a fost validată de datele experimentale. Au rezultat următoarele concluzii:

1. La modelarea termică a procesului pe stratul superficial de nanotuburi de TiO_2 se observă dimensiuni foarte reduse ale craterelor rezultate din descărcările electroerozive ceea ce evidențiază dificultatea prelucrării stratului superficial chiar și prin micro-electroeroziune clasică.

2. La modelarea mecanică corespunzătoare efectului produs de cavitația ultrasonică se observă că se produce o îndepărtare ușoară a stratului superficial de TiO_2 chiar și la presiuni ultrasonice reduse, ceea ce demonstrează faptul că asistarea cu ultrasunete a micro-electroeroziunii crește substanțial prelucrabilitatea acestui material avansat.

3. La modelarea termică pe substratul de Ti, după ce a fost îndepărtat stratul superficial ca urmare a unui timp de prelucrare mai mare, se observă că se obțin cratere de dimensiuni mai mari, produse de către descărcările electroerozive, ceea ce demonstrează că prelucrabilitatea substratului este mult mai bună decât aceea a stratului superficial de nanotuburi de TiO_2 .

4. La modelarea mecanică corespunzătoare cavitației induse ultrasonic în interstițiul de prelucrare se observă că asistarea cu ultrasunete asigură prin prelevarea marginilor craterelor reducerea rugozității suprafeței prelucrate dacă presiunea ultrasonică este optimizată. Acest parametru este în corespondență cu puterea consumată pe lanțul ultrasonic, parametru reglat în timpul experimentărilor realizate în laboratorul de electroeroziune al facultății IMST.

5. Procedeu hibrid, micro-electroeroziunea asistată cu ultrasunete își dovedește superioritatea față de electroeroziunea clasică la prelucrarea acestui material nanostructurat cu aplicații extrem de diverse, dar cu prelucrabilitate deficitară mai ales la utilizarea procedeelor de prelucrare convenționale.

Cu ajutorul microscopului pe bază de electroni achiziționat prin proiectul POSCCE-A2-O2.2.1-2013-1/Priority Axe 2, Project No. 638/12.03.2014, ID 1970, SMIS-CSNR code 48652 s-au obținut rezultatele experimentale prezentate în capitolul 2.

6. Bibliografie

- [1]. Katz Z., Tibbles C.J. (2005), „Analysis of micro-scale EDM process”, Volumul 25, pagina 923-924 ISSN: 0268-3768 (Print) 1433-3015 (Online);
- [2]. Kremer D., Lebrun J. L., Hosari B., Moisanv A. (1989), „Effects of Ultrasonic Vibrations on the Performances in EDM”, Volumul 38 (Issue 1), paginile 199-202;
- [3]. Abdullah A., Shabgard M. R. (2008), „Effect of ultrasonic vibration of tool on electrical discharge machining of cemented tungsten carbide (WC-Co)”, Volumul 38 (Issue 11-12), paginile 1137-1147;
- [4]. Srivastava V., Pandey P. M. (2012), „Effect of process parameters on the performance of EDM process with ultrasonic assisted cryogenically cooled electrode”, Volumul 14 (Issue 3), paginile 393-402;
- [5]. Srivastava V., Pandey P. M. (2013), „Study of ultrasonic assisted cryogenically cooled EDM process using sintered (Cu-TiC) tooltip”, Volumul 15 (Issue 1), paginile 158-166;
- [6]. Iwai M., Ninomiya S., Suzuki K. (2013), „Improvement of EDM Properties of PCD with Electrode Vibrated by Ultrasonic Transducer”, Volumul 6, paginile 146-150;

- [7]. Shervani-Tabar M. T., Mobadersany N. (2013), „Numerical study of the dielectric liquid around an electrical discharge generated vapor bubble in ultrasonic assisted EDM”, Volumul 53 (Issue 5), paginile 943-955;
- [8]. Shervani-Tabar M. T., Seyed-Sadjadi M. H., Shabgard M. R. (2013), „Numerical study on the splitting of a vapor bubble in the ultrasonic assisted EDM process with the curved tool and workpiece”, Volumul 53 (Issue 1), paginile 203-210;
- [9]. Shabgard M. R., Sadizadeh B., Kakoulvand H. (2009), „The effect of ultrasonic vibration of workpiece in electrical discharge machining of AISI H13 tool steel”, World Academy of Science, Engineering and Technology;
- [10]. Ichikawa T., Natsu W. (2013), „Realization of Micro-EDM under Ultra-Small Discharge Energy by Applying Ultrasonic Vibration to Machining Fluid”, Volumul 6, paginile 326-331;
- [11]. Liew P. J., Yan J., Kuriyagawa T. (2014), „Fabrication of deep micro-holes in reaction-bonded SiC by ultrasonic cavitation assisted micro-EDM”, Volumul 76, paginile 13-20;
- [12]. Goigogana M., Sarasua J.A., Ramos J.M., Echavarri L., Cascon I. (2016), „Pulsed ultrasonic assisted electrical discharge machining for finishing operations”, Volumul 109, paginile 87-93;
- [13]. Bharat C. Khatri, Pravin Rathod and Janak B. Valaki (2016), „Ultrasonic vibration-assisted electric discharge machining: A research review”, Volumul 230 (Issue 2) ;
- [14]. Gao C and Liu Z. (2003), „A study of ultrasonically aided micro-electrical-discharge machining by the application of workpiece vibration”, Volumul 139 (Issues 1-3), paginile 226-228
- [15]. Hoang KT and Yang SH. (2013) „A study on the effect of different vibration-assisted methods in micro-WEDM.” Volumul 213 (Issue 9), paginile 1616–1622;
- [16]. Prihandana GS, Mahardika M, Hamdi M, et al. (2009) „Effect of micro-powder suspension and ultrasonic vibration of dielectric fluid in micro-EDM processes” – Taguchi approach. Int J Mach Tool Manu; Volumul 49 (Issues 12–13), paginile 1035–1041;
- [17]. Schubert A, Zeidler H, Hackert-Oschätzchen M, et al. (2013) „Enhancing micro-EDM using ultrasonic vibration and approaches for machining of non-conducting ceramics.” J Mech Eng; Volumul 59 (Issue 3), paginile 156–164;
- [18]. * * * *Titanium Dioxide - Material Information*, disponibil la <https://nanopartikel.info/en/nanoinfo/materials/titanium-dioxide#literatur>, accesat la 24.04.2018;
- [19]. Maria Corcoveanu (2017), TiO₂ – structură, proprietăți electronice și optice, „Colegiul Economic Petre S. Aurelian”, Slatina;
- [20]. [24]. AzoM (2002), *Titanium Dioxide - Titania (TiO₂)*, disponibil la <https://www.azom.com/properties.aspx?ArticleID=1179>, accesat la 25.04.2018;
- [21]. Jian-Ying Huang, Ke-Qin Zhang, Yue-Kun Lai (2013), „Fabrication, Modification, and Emerging Applications of TiO₂ Nanotube Arrays by Electrochemical Synthesis: A Review”, Volumul 2013;
- [22]. Preda S. (2017), „Nanostructuri oxidice ale unor metale tranziționale”, Teză de doctorat, Academia Română, Institutul de Chimie Fizică „Ilie Murgulescu”, București;
- [23]. Nedelcu A., Nicolae M. (2018), „Structura, caracteristicile și modelarea materialului avansat, nanotuburi de TiO₂ pe substrat de Ti”, Sesiunea de Comunicări Științifice Studentești I.M.S.T. ;
- [24]. Ghiculescu D. (2013), *Inginerie asistată de calculator în domeniul prelucrărilor neconvenționale. Indrumar de laborator*, Printech, București.

7. Notații

- EDM – Electric Discharge Machining (Prelucrări prin descărcări electrice);
MRR – Material Removal Rate (Rata de îndepărtare a materialului);
US – Ultrasonic;
TWR – Tool Wear Rate (Viteza de uzură a sculei);

CERCETĂRI PRIVIND APLICAREA TEHNOLOGIILOR ADITIVE FDM LA OBTINEREA PROTOTIPURILOR FUNCȚIONALE DIN DOMENIUL MECANIC

FRĂȚILĂ¹ Laura-Mihaela¹

¹Facultatea:IMST, Specializarea:TCM, Anul de studii IV, e-mail: laura.m.fratila@gmail.com

Conducător științific: Șef lucr. Dr. Ing. Ec. **Mihaela Elena ULMEANU**, Prof.Dr.Ing.Ec. **Cristian DOICIN**

REZUMAT: Lucrarea are ca principal scop proiectarea și realizarea fizică a unui prototip din domeniul mecanic, mai exact a unui echipament de fabricare pentru operația de strunjire a piesei capac pompă PCX-03, utilizând tehnologiile aditive, în special procedeul de printare prin depunere de filamente de material, FDM. În decursul lucrării, sunt evidențiați atât parametrii de printare cum ar fi grosimea stratului depus, viteza de printare, densitatea structurii suport interioare, cât și problemele care apar în cazul asamblărilor filetate. Modelarea virtuală a ansamblului s-a realizat cu ajutorul programului Autodesk Inventor Professional 2016, iar printarea s-a realizat prin intermediul imprimantelor 3DKreator.

CUVINTE CHEIE: FDM, DfAM, Optimizare structuri suport, tehnologicitate

1. Introducere

Fabricarea aditivă este o denumire generică care cuprinde mai multe tehnologii bazate pe depunerea de straturi cât mai subțiri de material, cu scopul de a realiza piese, a căror formă este stabilită într-un program de proiectare [1]. Spre deosebire de tehnologiile convenționale care pentru a realiza piesa se pornește de la un semifabricat, iar prin procedee de prelucrare (strunjire, frezare, gaurire, etc.) se realizează reperul dorit, fabricarea aditivă nu necesită semifabricat, piesa realizându-se prin adăugare de material. Pentru a realiza produsul final, procesul implică utilizarea unui calculator, a unei imprimante 3D și a unui software CAD special care poate transmite modelul virtual către mașina de printat [2].

Schema de principiu a procedurii de fabricare aditivă este reprezentată în Fig.1

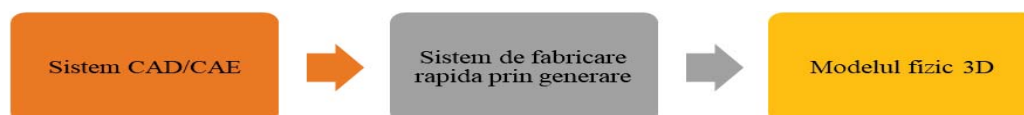


Fig.1 Schema de principiu a procedurii de fabricare aditiva [3]

Unul dintre principalele avantaje ale fabricării aditive este reprezentat de gama largă de forme care pot fi produse. Formele geometrice complexe care nu pot fi fabricate printr-un sigur procedeu de prelucrare clasică, pot fi realizate ușor și rapid prin intermediul tehnologiilor aditive. De asemenea, fabricarea aditivă impune numeroase avantaje cum ar fi: costuri energetice mai mici în comparație cu tehnologiile clasice; nu necesită scule și dispozitive speciale; gama de materiale este extinsă, se pot utiliza atât materiale alimentare, plastice cât și materiale cu o duritate mai ridicată, metalice.

Ca toate celelalte tehnologii, pe lângă avantaje, fabricarea aditivă impune câteva limite și dezavantaje precum: timpi de prelucrare mari în comparație cu procesele tehnologice convenționale în producția de serie mare și de masă [4]; nu se pot obține rugozități ridicate, de aceea sunt necesare prelucrări ulterioare pe mașini convenționale.

2. Stadiul actual

Fabricarea aditivă reprezintă o tehnologie care în ultimul deceniu a cunoscut o dezvoltare ridicată, încurajând cercetarea și creativitatea. Primul sistem care utilizează tehnologia fabricării aditive a

fost stereolitografia (SLA), sistem dezvoltat de către 3D System în 1987 [5]. Inițial tehnologia a fost cunoscută sub numele de prototipare rapidă conform brevetului prezentat de către Dr. Kodama, în anul 1980, însă acesta nu a fost depus în termen de un an, iar după 6 ani Chuck Hull a inventat și brevetat stereolitografia [6].

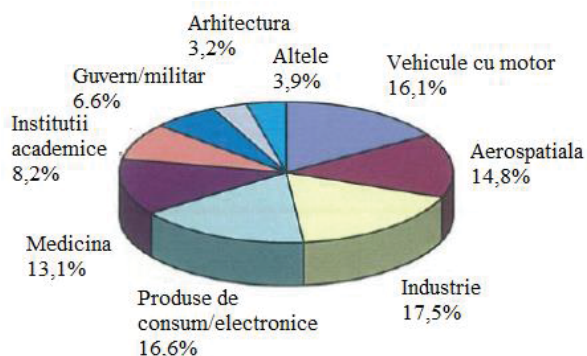


Fig. 2. Domenii de utilizare a tehnologiei de fabricare aditivă [5]

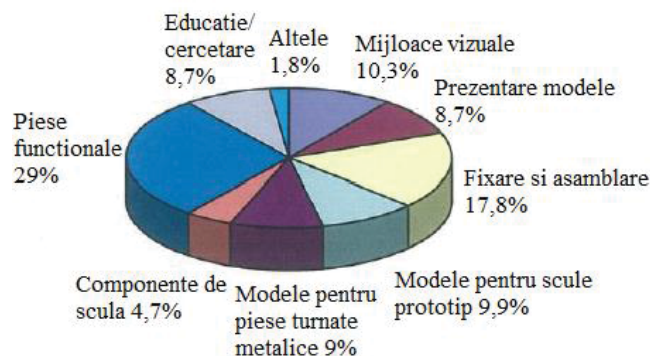


Fig. 3. Aplicatiile ale tehnologiei de fabricare aditivă [5]

Dupa cum se poate observa în Fig.2 și 3 atât domeniile de utilizare cat și cele de aplicație sunt foarte raspândite în ceea ce privește utilizarea tehnologiei aditive. Dupa cum se vede în Fig. 4 cel mai larg domeniu de utilizare se regăsește în USA, aceasta fiind și țara de origine a acestei tehnologii industriale.

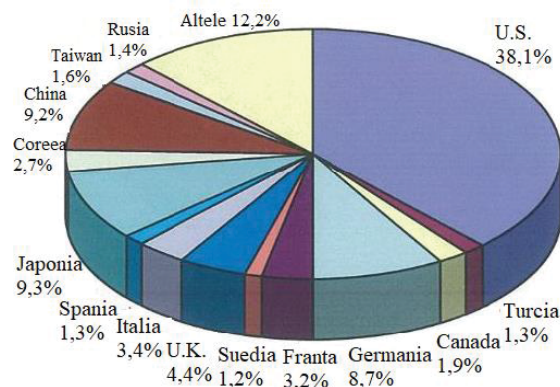


Fig. 4. Aplicabilitatea tehnologiei de fabricare aditive pe regiuni [5]

În momentul de față, fabricarea aditivă este împărțită în 6 categorii, în funcție de tehnologiile și de tipurile diferite de materiale utilizate, cele mai importante fiind: stereolitografia; fabricare prin depunere de straturi de material topit; sintetizarea selectivă cu laser. Dintre toate acestea, cea mai accesibilă este fabricarea prin depunere de straturi de material topit, FDM, fiind și cea mai ușor de utilizat. Materialele ce se pot utiliza pentru această tehnologie se regăsesc sub formă de filamente și sunt materialele plastice, care au un grad de deformare ridicat (PLA, ABS, PC, etc.). Polimerii și metalele sunt cele mai frecvente tipuri de materiale utilizate în producția aditivă deoarece pot fi utilizate pentru a produce elemente mecanice funcționale. Utilizand tehnologia FDM, se poate obține o precizie de +/-0,178 mm și o acuratețe a suprafeței de până la 0,5% [5].

3. Metode

Pentru realizarea fizică a prototipului s-au urmat etapele de fabricare specifice procedurii de printare prin depunere de filamente de material, FDM, prezentate în Fig. 5.



Fig. 5. Etapele procedurii de printare FDM

Cu ajutorul programului Autodesk Inventor Professional 2016 se proiectează modelul virtual al dispozitivului în format 3D, mai exact se proiectează fiecare piesă în parte, după care fișierul este convertit în format STL. și deschis cu ajutorul programului Cura, unde piesele sunt feliate în secțiuni transversale numite straturi, se setează parametri și se alege poziția optimă de printare.

Odată ce s-au stabilit parametrii regimului de lucru, se pot transmite datele către mașina de printat, 3DKreator din laborator de Tehnologii de Fabricare Aditivă, din facultatea IMST. Pentru printarea prototipului s-a utilizat materialul PLA în diferite nuanțe. S-a optat pentru acest material datorită costurilor scăzute.

Schema de principiu pentru funcționarea imprimantei este prezentată în Fig. 6. Filamentul din material plastic trece prin capul de extrudare pentru a fi încălzit până ajunge la temperatura de topire, după care urmează printarea pe masa mașinii. Capul de extrudat realizează modelul 3D prin depunerea materialului topit în straturi subțiri. Pe tot parcursul procesului masa mașinii stă încălzită la o temperatură de 60°.

Dispozitivul este alcătuit din 3 plăci principale și una intermediară care are rolul de a poziționa centrul găurii de strunjit cu axa arborelui principal al strungului, prelund și 3 grade de libertate. Pe lângă aceste plăci, dispozitivul mai este format dintr-un con de centrare și 2 mecanisme cu bridă L, centrate în bușe și antrenate cu piuliță și prezon, ajutând la prinderea piesei.

Pentru a prelua celelalte grade de libertate se utilizează cu bolț cilindric și un bolț frezat. De asemenea, ca oricare alt ansamblu se mai utilizează organe de asamblare (știfturi și șuruburi). Modelul CAD al dispozitivului se regăsește în Fig. 7.

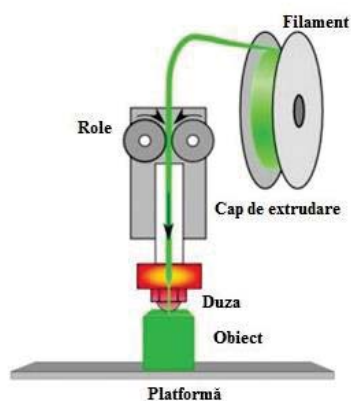


Fig. 6. Schema de principiu a fabricării aditive utilizând FDM [1]

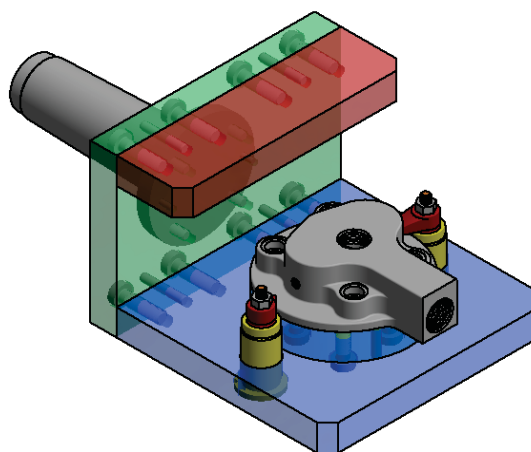


Fig. 7. Modelul CAD al dispozitivului de prindere pentru piesa PCX-03

Toate elementele folosite sunt standardizate, majoritatea fiind descărcate după Norelem [7]. Placa de bază și placa laterală, datorită dimensiunilor de gabarit care depășesc dimensiunile plăci mașinii de printat, acestea au fost proiectate cu o dimensiune mai mică cu 30 mm. Placa superioară are rolul de a echilibra dispozitivul, în cazul de față nu respectă această condiție, rolul prototipului printat fiind acela de vizualizare.

Înainte de a se realiza printarea propriu-zisă a echipamentului de fabricare, s-au realizat numeroase teste privind asamblările mecanice șurub-piuliță, prezentate în Fig. 8.

În urma testelor, s-a observat faptul că nu se poate asambla un șurub cu o piuliță care au același metric, mai exact piulița trebuie sa fie mai mare decât șurubul, iar diferența dintre acestea fiind influențată atât de diametrul șurubului/ piuliței, cât și de grosimea stratului depus.



Fig. 8. Asamblări șurub-piuliță

Un șurub de M10 (pasul= 1; grosimea stratului depus = 0,2mm/ 0,4mm) se poate asambla cu o piulița de Ø11 (pasul = 1; grosimea stratului depus= 0,2mm/ 0,4mm) diferența dintre șurub și piuliță fiind de 1 mm. S-a mai încercat sa se asambleze cu o piuliță de Ø10,5; Ø10,75;

De asemenea, un șurub de M6 (pasul= 1; grosimea stratului depus = 0,2mm/ 0,4mm) se poate asambla cu o piuliță de Ø6,5 (pasul= 0,5; grosimea stratului depus = 0,2mm/ 0,4mm). S-a mai încercat să se asambleze cu o piuliță de Ø6,25; Ø6,5;

4. Interpretarea rezultatelor

Placa de bază are rolul de a susține toate celelalte componente ale echipamentului. Pe această placă se asamblează atât placa intermediară și placa laterală cu ajutorul șuruburilor și știfturilor, cât și 2 bușe prin presare. Între placa de baza și bușe se asamblează prin presare 2 știfturi cu rolul de a orienta bușă.

Aceasta se poziționează pe platforma mașinii de printat astfel încât să nu necesite structuri suport, de aceea se așează cu gaurile nestrăpunse înspre capul de printat, așa cum este prezentat în Fig. 9. Pentru a economisi material, s-a optat pentru o densitate a structuri suport interioare a piesei de 20 %.



Fig. 9. Placa de baza ; Placa laterala; Placa superioara

De asemenea, s-a adoptat o viteză de printare de 60 mm/s și o grosime a stratului depus de 0.2 mm datorită gaurilor filetate, iar grosimea stratului depus în jurul acestora este de 1 mm pentru o rezistență mai bună. Datorită dimensiunilor mari și a parametrilor adoptați, printarea acestei plăci a durat în jur de 14 h. Utilizând aceiași parametri a fost printată atât placa laterală, cât și placa superioară. Datorită contracțiilor materialului și a dimensiunilor mari ale plăcilor, acestea au suferit o deformare, tinzând să se desprindă de pe masa mașinii de printat.

Pe placa intermediară se assemblează prin presare bolțul cilindric și bolțul frezat și are rolul de a proteja placa de bază de uzură. S-au adoptat următorii parametri: Grosimea stratului depus: 0,2 mm; Densitatea structurii suport interioare: 20 %; Viteza de printare: 60 mm/s; Timp de printare: 4 h 11 min; Grosimea stratului depus în jurul gaurilor: 1 mm. Piesa s-a orientat conform Fig. 10. S-a adoptat această orientare în funcție de forma geometrică, de dimensiuni și de găuri, astfel încât să se evite structurile suport.

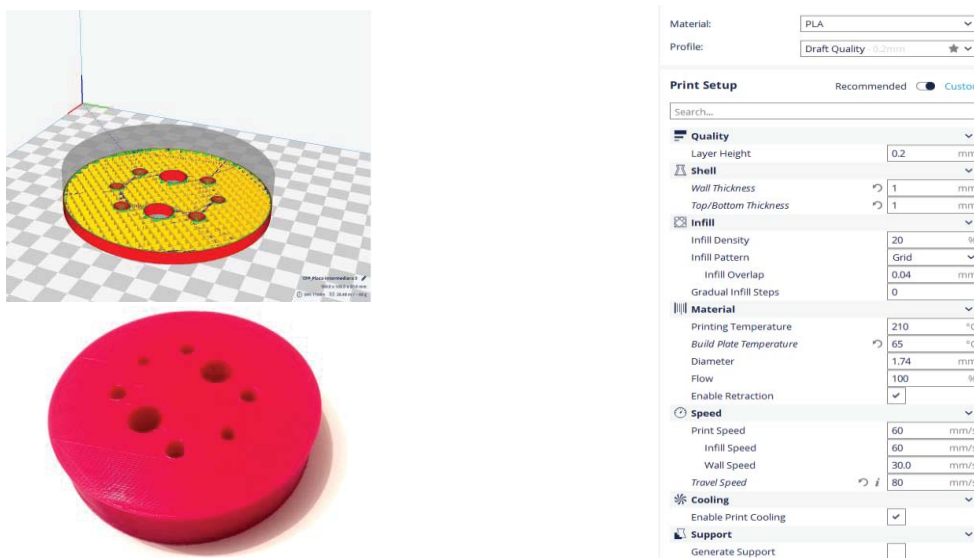


Fig. 10. Placa intermediara

Bolțul cilindric și bolțul frezat se assemblează prin presare în placa intermediară și au rolul de a orienta piesa, mai exact bolțulu cilindric preia 2 grade de libertate, iar bolțul frezat preia 1 grad de libertate. Pentru aceste elemente s-au adoptat următorii parametri de printare: Grosimea stratului depus: 0,1 mm; Densitatea structurilor suport interioare: 20 %; Viteza de printare: 60 mm/s; Timp de printare: 20 min; Pozitionarea s-a efectuat astfel încât să se evite structurile suport, de aceea bolturile s-au poziționat cu baza înspre capul de printat (Fig.11.).

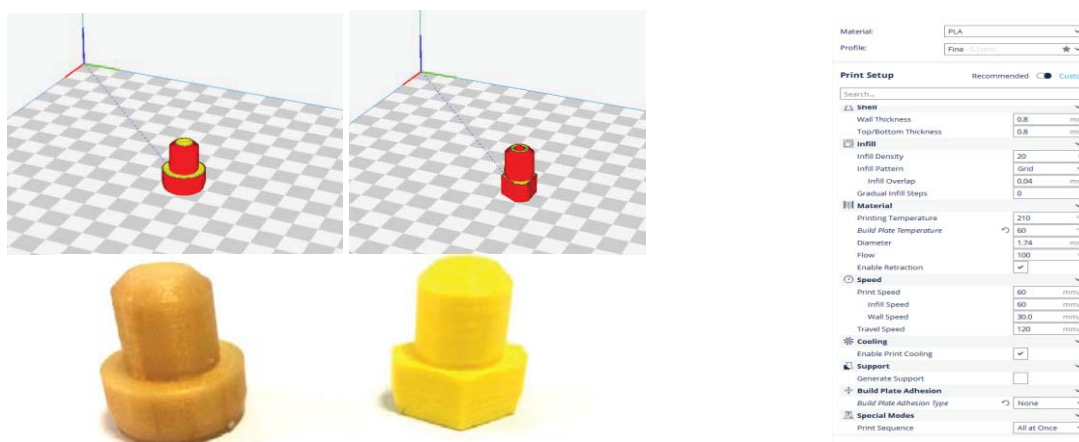


Fig. 11. Bolț cilindric, Bolț frezat

Capac pompă PCX-03, reprezintă piesa pentru care se realizează dispozitivul de prindere, iar datorită formei de gabarit, a complexității și a poziției suprafețelor componente, reperul face parte din clasa carcaselor și are rolul de a proteja și de a permite operatorului accesul la mecanismul pompei.

Parametrii utilizați la printarea reperului sunt următorii: Grosimea stratului depus: 0,2 mm, Densitatea structurii suport interioare: 40 %; Viteza de printare: 60 mm/s; Timp de printare: 6 h 49 min; Grosimea stratului depus în jurul găurilor: 1 mm;

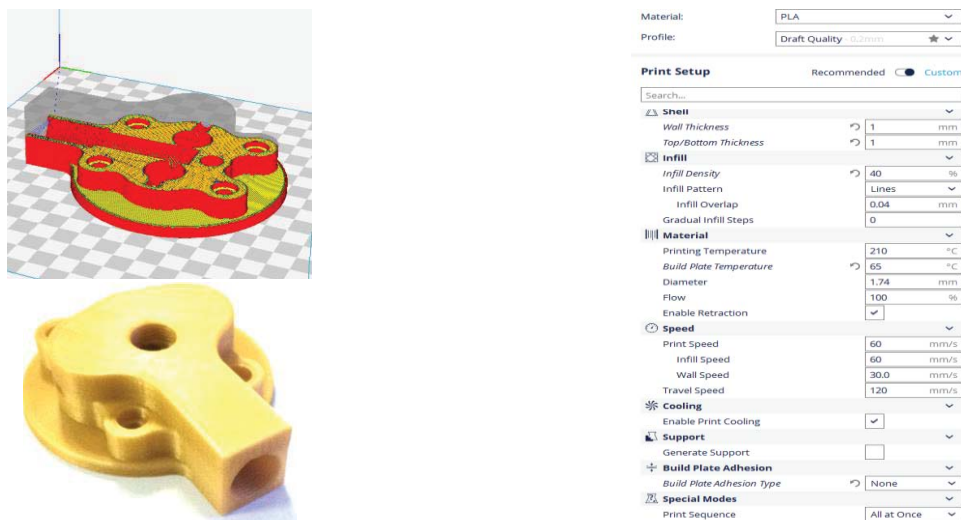


Fig. 12. Capac pompă PCX-03

Bucșele au rolul de a centra bridele de prindere. Acestea sunt prevăzute cu o jumătate de gaură filetată de M4 în care se înfiletează un știft filetat cu rolul de a bloca prezonul. Datorită vitezi de printare mari și a grosimii stratului depus, filetul nu s-a putut realiza din prima încercare, de aceea a fost necesară modificarea parametrilor inițiali: Grosimea stratului depus: 0,1 mm (initiala); 0,06 mm (finala); Densitatea structurii suport interioare: 20%; Viteza de printare : 50 mm/s (initiala); 40 mmm/s (finala); Timp de printare: 3h 10 min.

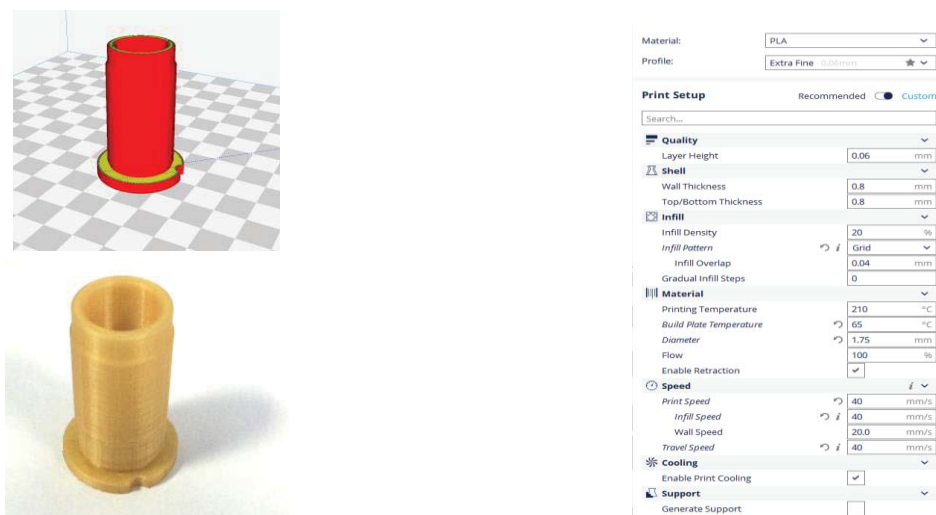


Fig. 13. Bucșe

Corpul de bridă are rolul de a prinde piesa. Datorită geometriei, aceasta se poziționează cu baza înspre capul mașini (Fig. 14.) de printat pentru a nu genera structuri suport. Parametrii de printare pentru

corpurile de brida sunt urmatorii: Grosimea stratului depus: 0,1 mm; Densitatea structurii suport interioare: 50 %; Viteza de printare: 50 mm/s; Timp de printare : 1 h.

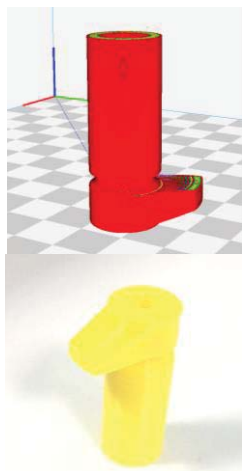


Fig. 14. Brida

Prezonul alături de piuliță are rolul de a antrena brida în mișcare de rotație.

Poziționarea prezonului s-a realizat conform Fig.15., iar pentru o mai bună stabilitate printarea s-a realizat cu structură suport de tip Brim de 2 mm la celălalt capăt al piesei. In Fig.15. se pot observa urmele lasat de structura suport.

La printarea acestui element s-a ținut cont de grosime, aceasta având un diametru de M6, de înălțime și de filet. În funcție de aceste caracteristici s-au adoptat urmatorii parametri: Grosimea stratului depus: 0,06 mm; Densitatea structurii suport interioare: 100 %; Viteza de printare:40 mm/s; Timp de printare: 1h 26 min;

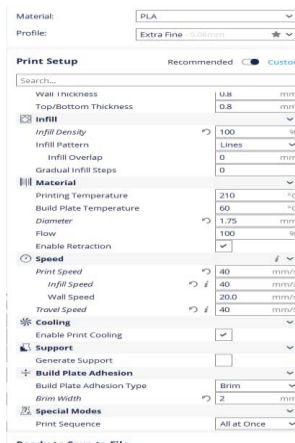
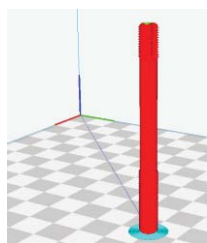


Fig. 15. Prezon

Conul de centrare este susținut de placa laterală prin intermediul știfturilor și șuruburilor și are rolul de fixa dispozitivul pe mașina de strunjit.

Poziționarea conului s-a realizat coform Fig. 16., aceasta fiind orientarea optimă astfel încât sa nu fie generată structura suport. Parametrii de printare pentru conul de centrare sunt următorii: Grosimea stratului depus: 0,2 mm; Densitatea structurii suport interioare: 40%; Viteza de printare: 40 mm/s; Timp de printare: 10h 25 min.

La alegerea parametrilor de printare s-a ținut cont de dimensiuni, de găurile pentru știfturile de Ø4 și de găurile pentru șuruburile M6 x 1 .

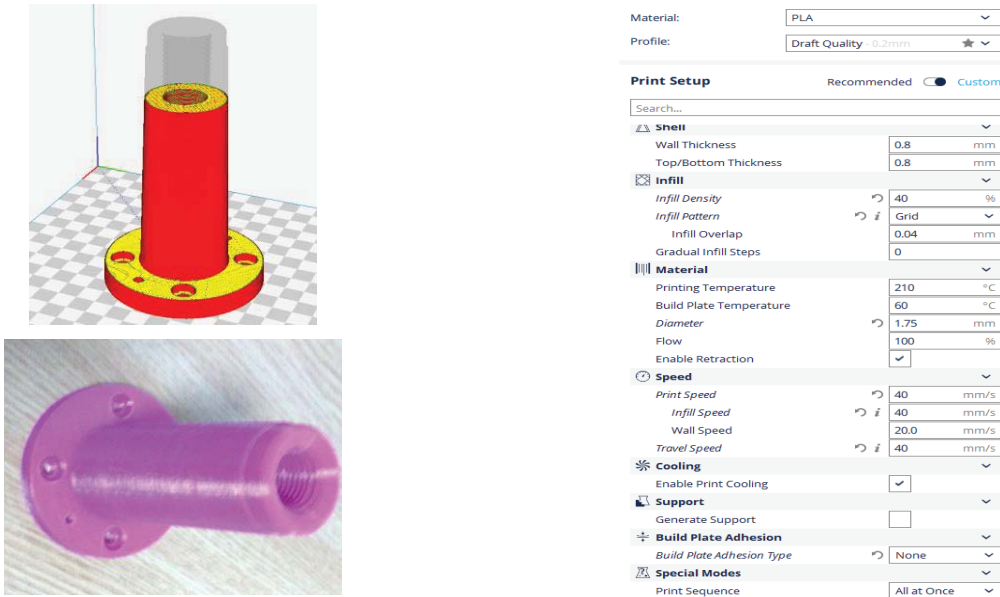


Fig. 16 Con de centrare

Știfturile și șuruburile au rolul de orientare și fixare. Șuruburile au fost poziționate cu baza pe masa mașini de printat, aceasta fiind poziția optimă astfel încât să nu fie necesară structura suport, iar știfturile au fost poziționate conform Fig. 17 , acestea necesitând structură suport de tip Brim de 2 mm.

În cazul șuruburilor, datorită filetelor este necesar să se adopte atât viteza de printare cât și grosimea stratului despus în funcție de dimensiunile acestuia, iar proiectantul trebuie să țină cont de contracția materialului și de jocul dintre șurub și gaură. Spre deosebire de șuruburi, știfturile, datorită dimensiunilor mici, în cazul printării acestor elemente este necesar pe lângă viteza de printare mică să se adopte o densitate a structurii suport interioare cât mai mare .

În funcție de aceste observații, parametrii de printare pentru știfturi sunt următorii: Grosimea stratului despus: 0,1 mm; Densitatea structurilor suport interioare: 100 %; Viteza de printare: 10 mm/s (stift Ø4) și 40 mm/s (stift Ø 6). Parametrii pentru șuruburi sunt următorii: Grosimea stratului despus în jurul gaurilor: 1 mm.



Fig. 17. Știft

Știftul filetat M4 x 0,7 are rolul de a bloca prezonul. Datorită vitezei de printare mari, a densității structurilor suport interioare scăzute, a lipsei structurii suport de tip Brim și a grosimi stratului depus mare, știftul nu s-a putut realiza, de aceea a fost necesară modificarea parametrilor inițiali:

- Grosimea stratului depus: 0,1mm (initial); 0,06 mm (final);
- Densitatea structurilor suport interioare: 70 % (initial); 100% (final);
- Viteza de printare: 40 mm/s (initiala); 10 mm/s (finala);
- Timp de printare: 8 min.

In Fig. 18. Se poate observa știftul filetat cu structura suport de tip Brim.

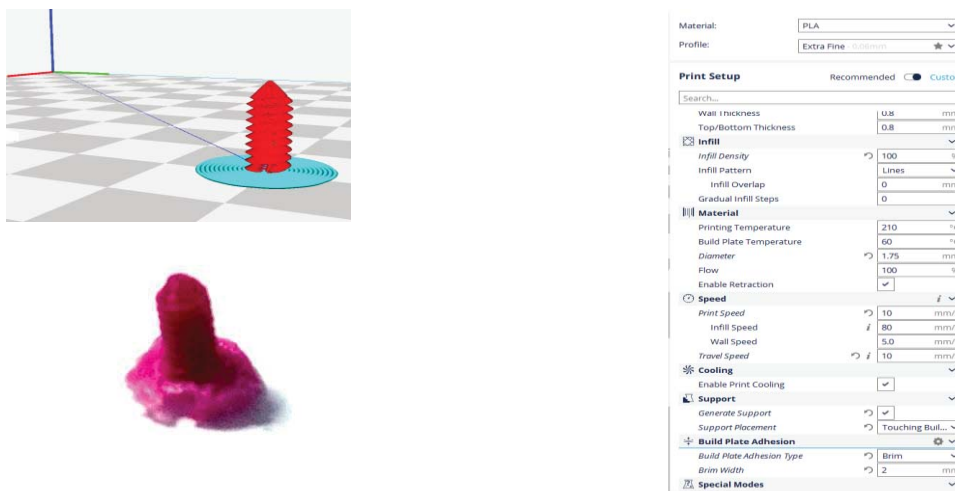


Fig. 18. Știft filetat M4 x 0.70 X 8 mm

În Fig. 19. este reprezentat dispozitivul de fabricare pentru operația de strunjire cu toate elementele printate.

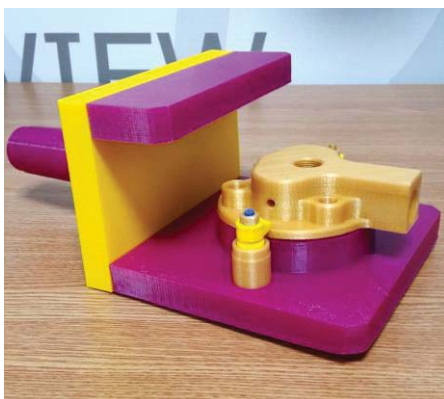


Fig. 19. Dispozitiv de fabricare pentru operația de strunjire

5. Concluzii

În prezenta lucrare de cercetare s-a urmărit dezvoltarea unui dispozitiv pentru operația de strunjire corespunzător piesei capac pompă PCX-03 și s-a cercetat o metodologie de fabricare a prototipului inițial al acestuia. În vederea realizării acestui scop s-a dezvoltat o metodologie alcătuită din 5 pași. Principalele rezultate ale cercetării sunt după cum urmează:

- Proiectarea pentru fabricație aditivă (DfAM) a celor 22 de reperi unici;
- Fabricarea a 22 de piese diferite utilizând tehnologia FDM;

- Realizarea unor teste de fabricație aditivă pentru asamblări filetate, variindu-se grosimea stratului depus, dimensiunea metricului, pasul filetului și viteza de printare 3D;
- Realizarea unor teste de fabricație aditivă pentru elemente de orientare de tip știft și de tip prezon, variindu-se următorii parametri de lucru: grosimea stratului depus, viteza de printare, tipul materialului și gradul densității structurilor suport interioare.

În urma efectuării cercetărilor s-au constatat următoarele aspecte privind fabricarea prototipurilor funcționale din domeniul mecanic:

- Calitatea și funcționalitatea asamblărilor filetate este influențată în principal de 3 parametri: gradul de contractie al materialului, grosimea stratului depus și dimensiunea nominală.
- Calitatea și funcționalitatea asamblărilor cu elemente de tip știft și prezon au fost influențate în principal de 3 parametri: viteza de printare, grosimea stratului și densitatea structurilor suport interioare.
- Cele 3 plăci principale din construcția dispozitivului au prezentat delaminări față de placa de printare în una sau mai multe extremități, din cauza dimensiunilor acestora care sunt la limita maximă a dimensiunilor de gabarit ale plăcii de printare.
- Setarea unui regim de lucru optim al piesei capac pompa PCX-03 a condus la fabricarea filetelor interioare paralele cu placa de printare fără necesitatea proiectării structurilor suport, necesare în mod obișnuit, păstrând astfel o calitate ridicată a suprafețelor filetate.
- Calitatea și omogenitatea filamentului folosit influențează nemijlocit imprimarea 3D a oricărui tip de reper.

6. Bibliografie

- [1]. Cirtu D., (2011) „Prelucrarea aditiva: O noua revolutie industriala ???”, disponibil la <https://www.ttonline.ro/revista/masini-unelte/prelucrarea-aditiva-o-noua-revolutie-industrialia>, accesat la 06.05.2018;
- [2]. ***, (2015), „Additive Manufacturing – a definition”, disponibil la <https://www.spilasers.com/application-additive-manufacturing/additive-manufacturing-a-definition/> accesat la 10.05.2018;
- [3]. Opran C., (2014), „Tehnologii de injectie in matrite”, Curs format electronic, IMST-TCM Universitatea Politehnica din Bucuresti; Romania, disponibil la <http://imst.curs/pub.ro/2014/>;
- [4]. Popescu Diana, (2014), „Fabricarea aditiva prin depunere de filamente de material. Aspecte generale (I)”, disponibil la <https://www.ttonline.ro/revista/fabricatie-aditiva/fabricatia-aditiva-prin-depunere-de-filamente-de-material-aspecte-generale-i> , accesat la 06.05.2018;
- [5]. Doicin C., Ulmeanu Mihaela. (2017), „Tehnologii de fabricare aditiva”, Curs format electronic, IMST-TCM Universitatea Politehnica din Bucuresti; Romania, disponibil la <http://imst.curs/pub.ro/2017/>;
- [6]. ***, (2015) „Istoria Imprimari 3D”, disponibil la <http://prototipare3d.ro/istoria-imprimarii-3d/> , accesat la 10.05.2018;
- [7]. ***, Norelem, disponibil la <https://www.norelem.com/us/en/Home.html> , accesat la 10.05.2018

7. Notații

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

DfAM = Design for Additive Manufacturing;

FDM = Fused Deposition Modeling;

SLA = Stereolithography;

CAD = Computer-aided Design;

PLA = PoliLactic Acid;

ABS = Acrilonitril Butadien Stiren;

PC = Policarbonat.

MODELAREA ȘI SIMULAREA STRUCTURILOR DE TIP LATTICE ALE MODULULUI VERTEBRAL DIN COMPONENTA UNUI EXOSCHELET UȘOR

ENACHE¹ Vlad¹, ENACHE² Andrei², IONESCU³ Raluca³

¹Facultatea de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea Inginerie Economică Industrială, Anul 3, e-mail:enachevlad31@yahoo.com
Conducători științifici: Ș.l. dr. ing. ec. **ULMEANU Mihaela**, Prof. dr. ing. ec. **DOICIN Cristian**

Rezumat: Traumatismele coloanei vertebrale produc diferite leziuni grave: paralizare parțială sau totală a diferitelor părți ale corpului sau complicații neurologice asociate. Tratamentele pentru aceste afecțiuni pot fi foarte scumpe sau dureroase. Cea mai bună alternativă pentru ameliorarea consecințelor acestor traume o reprezintă exoscheletele robotice „portabile”. Lucrarea propune utilizarea structurilor lattice pentru a conduce la scăderea greutateii ansamblului, dar păstrând rezistența acestuia. Elementele de noutate aduse în aceasta lucrare sunt: Proiectarea și modelarea unor structuri lattice de diferite forme ale celulei elementare; Simularea încărcării structurilor lattice; Tipărirea 3D a trei epruvete din aliaj de titan; Realizarea unui plan experimental pentru generarea structurilor lattice de diferite dimensiuni; Definirea și rularea simulărilor la compresiune. Lucrarea are ca scop realizarea unor structuri lattice de diferite forme și dimensiuni și dezvoltarea simulărilor la compresiune.

Cuvinte cheie: Lattice, Structuri, Stres, Compresiune.

1. Introducere

Traumatismele coloanei vertebrale produc leziuni grave, atât prin complexitatea lor, cât și prin complicațiile neurologice asociate. Leziunea coloanei vertebrale poate conduce la paralizarea parțială sau completă a membrilor inferioare și a trunchiului, în unele cazuri fiind afectat întregul corp.

Impactul pe care leziunile coloanei vertebrale îl au asupra vieții unei persoane, dar și a celor din jur, depinde de mai mulți factori, cum ar fi mărimea acesteia, vârsta celui afectat, resursele necesare tratării și mediul în care trăiește. Tratamentele posibile includ medicamente și terapie sau, în cazuri grave, intervenții chirurgicale care pot fi nu doar foarte costisitoare și dureroase, dar și lipsite de certitudinea unei vindecări complete. O alternativă pentru toate aceste proceduri de redare parțială sau totală a capacității motorii, dar și o modalitate preventivă pentru scăderea riscului de accident este reprezentată de diminuarea tensiunii asupra mușchilor, cauzată de încărcături grele, prin furnizarea unui sprijin exterior, pe perioada activităților fizice. Unele dintre echipamentele cele mai noi și mai sofisticate în acest sens sunt reprezentate de către exoscheletele robotice „portabile”.

Exoscheletul este un sistem mobil, antrenat de motoare electrice/pneumatice, pârghii și motoare hidraulice sau combinații, care susține efortul la efectuarea unor activități fizice, sporind capacitatea fizică și rezistența în timp. În prezent s-au dezvoltat mai multe tipuri de exoschelete spinale, care sunt folosite preponderent pentru persoane în vârstă sau cu dizabilități, dar și în domeniul construcțiilor de diferite tipuri.

Pe lângă consumul ridicat de energie și costul de fabricare ridicat, una dintre problemele principale cu care se confruntă producătorii și utilizatorii acestor exoschelete o reprezintă masa acestora, care pentru anumite tipuri de persoane poate fi o problemă majoră. Unele dintre cele mai ușoare exoschelete sunt Indego Personal și Pheonix Exoskeleton [26], care cântăresc cca. 12 kg, dar care oferă doar capacitate motorie a membrilor inferioare, alte modele ajungând să cântărească peste 50 kg, dar crescând stabilitatea și puterea.

Materialele care pot fi utilizate în construirea sistemelor sunt fibrele de carbon și de sticlă care, chiar dacă oferă performanțe bune, sunt foarte scumpe, dar și metal cu un amestec de ABS și policarbonat, ceea ce crește considerabil masa întregii construcții.

Lucrarea prezintă o variantă de reducere a masei unui exoschelet prin utilizarea structurilor lattice, în diverse forme constructive. Se preconizează că reducerea masei ansamblului va determina creșterea numărului de persoane care pot utiliza un astfel de echipament.

Elementele de noutate prezentate în lucrare sunt: 1. Proiectarea și modelarea unor structuri lattice de diferite forme ale celei elementare; 2. Simularea încărcării structurilor lattice în vederea re-proiectării sub această formă a unor reperi din componența unui modul spinal pentru exoschelete portabile; 3. Tipărirea 3D a trei epruvete din aliaj de titan; 4. Realizarea unui plan experimental pentru generarea structurilor lattice de diferite dimensiuni cu scopul testării acestora la solicitarea prin compresiune; 5. Definirea și rularea simulărilor la compresiune.

2. Stadiul actual

Principala arie aplicativă a exoschelelelor este reabilitarea, un număr mic dintre acestea fiind însă concepute și pentru aplicații militare [1]. Utilizarea lor în industrie este limitată din cauza lipsei standardelor de siguranță [2]. Exoschelelele pot fi clasificate ca active sau pasive. Exoschelelele pasive sunt, în principal, menite să suporte spatele inferior, în timp ce exoschelelele active sunt introduse pentru a susține mai multe regiuni ale corpului, incluzând partea inferioară, trunchiul și partea superioară. Exoschelelele pasive pot reduce activitatea mușchilor spatelui cu aproximativ 10 - 40% în timpul ridicării dinamice, în timp ce exoschelelele active pot reduce cu până la 80% activitatea musculară [2]. În plus, exoschelelele robotizate pot fi clasificate [4] după: 1) zonele corporale pe care sunt aplicate 2) nivelul de autonomie (DoF), 3) metoda de acționare, 4) metoda de transmisie a puterii, 5) domeniul de aplicabilitate, 6) configurația legăturilor, și 7) metoda de control. Siguranța este un motiv de îngrijorare major în cazul exoschelelelor [6]. Standardele ISO (ISO/TS 15066, ISO 10218 și 13482) sunt majoritar concepute pentru roboți ce nu pot fi purtați de om, acestea intrând într-o altă categorie de risc.

Utilizarea exoschelelelor în industrie se face în 2 contexte: optimizarea ergonomiei umane și susținerea îmbătrânirii active. Un exemplu popular de tehnologie a exoschelelelor este așa-numita "steady-cam" sau camera suspendată, utilizată în industria cinematografică (figura 1). Exoschelelele suportă întregul corp [7] sau anumite părți ale corpului (picioare în figura 2, trunchi în figura 3, mâini în figura 4) sau pot fi modulare [22]. Pentru a exploata noul potențial inovativ există diverse proiecte de cercetare [8]. Astfel, proiectul RoboMate a introdus criterii de evaluare pentru detectarea căderii, balansarea activă, detașare activă, detectarea coliziunii și frânarea motorului automat [25].

Multe concepte și aplicații sunt destinate domeniilor aerospațial [9] sau auto [3], [12]. Cele mai multe sisteme folosite în industrie sunt exoschelelele inteligente pasive (cântăresc 2-9 kg) pentru compensare mică, care suportă forțe de până la 10 kg [13], [14] și au o structură antropomorfică solidă pentru a redirecționa forțele. În plus, se dorește și implementarea exoschelelelor active (figura 5) cu forțe mai dinamice și forțe de susținere [23].

O prezentare generală a exoschelelelor este redată în [24]. Multe studii ergonomice investighează diferite exoschelele, locuri de muncă și metode [15], [16], [17], [2].



Fig. 1 Exoschelet Steadycam pentru îmbunătățirea situației ergonomice și calității. [27]



Fig. 2 Exoschelet pasiv pentru suportul picioarelor în timpul flexării genunchilor. [10]



Fig. 3 Exoschelet pasiv pentru suportul trunchiului în timpul aplecării. [11]



Fig. 4 Exoschelet pasiv pentru suportul mâinilor în operațiile care necesită muncă deasupra capului. [28]



Fig. 5 Exoschelet activ pentru suportul structurii superioare și inferioare a mâinii. [28]

Un exoschelet trebuie adaptat scopului propus și, în acest sens, este utilizată programarea agilă (PA) pentru personalizarea în masă în cadrul industriei medicale, dentare și aerospațiale. Cele mai multe adaptări pe baza PA sunt realizate prin achiziția de informații de la utilizator pentru ajustarea pe corp sau pentru geometrii relevante ale acestuia [18], ca în personalizarea proiectării măștilor de față protectoare [19] sau în producția șezuturilor personalizate care se ajustează pe corp, folosind scanare cu laser tridimensională, inginerie inversă și PA [20], [21].

În acest context, autorii au ales să propună ideea modelării personalizate a unui modul spinal al unui exoschelet cu structuri lattice, ținând spre industria PA. În acest scop, lucrarea de cercetare analizează cel mai potrivit set de parametri pentru a crea structurile lattice.

3. Metode și etape de realizare

Pentru a realiza simulările necesare structurilor lattice s-a început cu proiectarea unei epruvete, cu ajutorul aplicației software Autodesk Inventor, cu dimensiunile: diametrul $\Phi 20$ și înălțimea $h20$, acestea fiind valorile standard ale unei epruvete supuse la solicitarea de compresiune, pentru a măsura forțele ce apar la solicitarea structurilor lattice aflate în componența exoscheletului.

După modelarea 3D a epruvetei, s-a definit structura acesteia, prin intermediul mai multor tipuri particulare de structuri lattice. S-a utilizat programul software NTopology Element Pro, care permite alegerea dintr-o gamă variată de structuri, permițând și crearea unor structuri proprii de către utilizatori. În program s-au selectat 10 tipuri de structuri lattice: Cube Edge, Cube Vertex Centroid, Cubic Diamond, Cubic Fluoride, Hex Prism Laves Phase, Hex Prism Vertex Centroid, Hex Prism Diamond, Tet Oct Edge, Tet Oct Vertex Centroid, Tet Vertex Centroid (Figura 1), care au fost apoi aplicate pe epruvetă. Pentru că structura rezultată a fost prea densă, s-a utilizat opțiunea Step, mărindu-se numărul de celule de 3 ori, pentru a apropia tipul structurii cât mai bine de cea osoasă. Totodată, s-a stabilit mărimea celulelor lattice. Având în vedere faptul că programul a adaptat mărimea unei celule pe mărimea epruvetei, aceasta fiind de 3.17 mm se vor alege 3 mărimi diferite ale celulelor și anume 2x2x2 mm; 2.5x2.5x2.5 mm; 3x3x3 mm. În etapa următoare se decupează marginile structurii, deoarece celulele lattice, fiind multiplicat de 3 ori în etapa anterioară, depășesc conturul epruvetei și trebuie decupate după conturul acesteia.

Se îndepărtează firele libere (Figura 6) de pe modele, pentru a obține rezultate mai bune la simulări, cu opțiunea Clean Up.

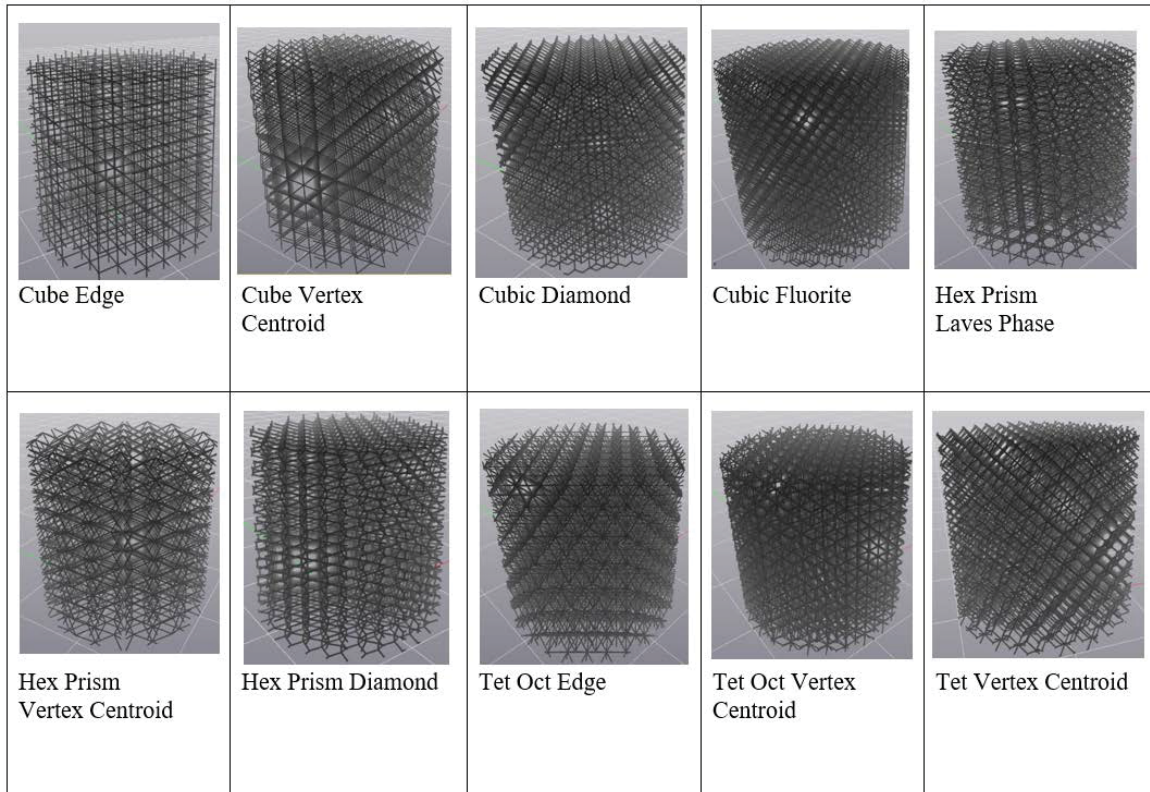


Figura 6. Structuri lattice realizate după dimensiunea epruvetei care au firele netăiate

Pentru analiza structurilor realizate, acestea trebuie supuse unei forțe de 3690 N, valoare care reprezintă forța necesară ridicării unui obiect de 30 de kilograme. Forța astfel aleasă este selectată ca Distributed Force și se acționează pe axa Z a modelului, fiind introdusă cu semnul minus în program deoarece se aplică în sensul opus al axei.

Forța de compresie care acționează pe un disc intervertebral din zona lombară este calculată cu relația (1).

$$F_c = F_m + F_{wx} + F_{lx} \quad [N] \quad (1)$$

- Unde, F_c – forța de compresie exercitată asupra discului [N]
 F_m – forța aplicată de musculatură pentru a menține poziția coloanei vertebrale [N]
 F_w – greutatea trunchiului [N]
 F_l – greutatea obiectului ridicat [N]
 α – unghiul trunchiului față de planul axial [°]

Solicitările s-au calculat utilizând următorii parametri de intrare: $F_m = 3020$ N [29]; $F_w = 380$ N; $F_l = 300$ N; $\alpha = 80^\circ$. S-a considerat ridicarea unui obiect de 30 kg de către o persoană de 80 kg. Astfel, înlocuind în formula (1) se obține valoarea forței distribuite $F_c = 3690$ N.

$$F_c = 3020 + 380 \cdot \sin(80^\circ) + 300 \cdot \sin(80^\circ) \Rightarrow F_c = 3690 \text{ N}$$

Pentru a simula corect această forță, este nevoie ca piesa să fie rezemată, rezemele fiind simulate în partea inferioară a modelului.

În continuare se poate alege dacă se va face simularea pentru Stress sau pentru Efort (Strain). Se pot modifica mai multe opțiuni, cum ar fi Maximum Stress sau Maximum Strain sau pot fi alese alte valori ale modulului lui Young pentru materiale diferite. Momentan, simularea a fost făcută pentru Titan Ti-6Al-4V, acesta fiind materialul necesar pentru exoschelet.

După apăsarea butonului Solve va apărea din nou modelul lattice pe care s-a făcut simularea, dar cu mici modificări în locurile în care programul a decis că solicitările erau prea mari și materialul nu va rezista, așa că în unele locuri se prezintă îngroșări. Structura astfel optimizată va fi importată în program, în tabelul Generate, pentru a o putea vedea mai bine, aceasta fiind salvată ca model. Rezultatul simulării va fi salvat din tabelul de Analysis.

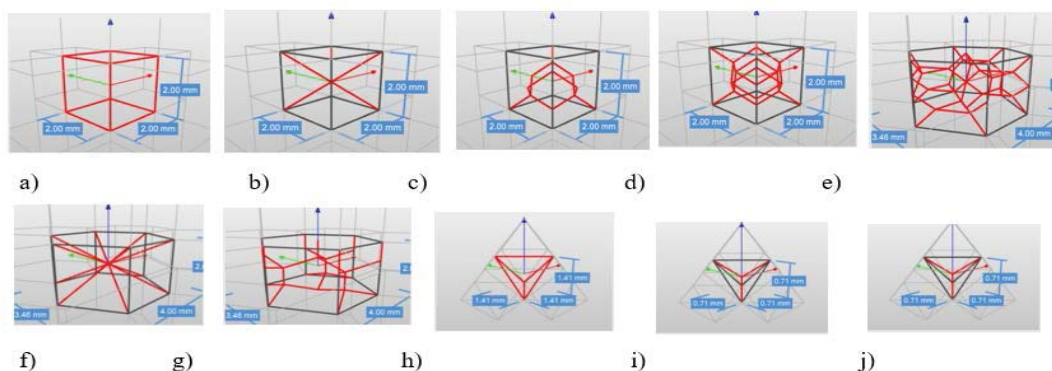


Fig. 7. Elementele modulare utilizate la definirea structurilor lattice: a) Cube Edge b) Cube Vertex Centroid c) Cubic Diamond d) Cubic Fluorite e) Hex Prism Laves Phase f) Hex Prism Vertex Centroid g) Hex Prism Diamond h) Tet Oct Edge i) Tet Oct Vertex Centroid j) Tet Vertex Centroid

4. Date si Rezultate

În Tabelul 1 se pot observa valorile obținute în urma simulărilor realizate.

Tabel 1. Rezultatele simulărilor pentru cele 3 dimensiuni ale celulelor

	2x2x2 [mm]					
	Von Mises		Displacement		Strain	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Cube Edge	894.3632	894.3841	0	0.141465	0.00785908	0.00785908
Cube Vertex Centroid	124.103	3472.41	0	0.15324	0.00109053	0.0305133
Cubic Diamond	50.7617	1545.05	0	0.117423	0.000446061	0.0135769
Cubic Fluorite	18.1996	3585.06	0	0.106373	0.000159926	0.0315032
Hex Prism Laves Phase	0.389013	1585.37	0	0.097748	0.00000342	0.0139312
Hex Prism Vertex Centroid	257.411	1423.1	0	0.222962	0.00226196	0.0125052
Hex Prism Diamond	0	1215.16	0	0.140221	0	0.0106781
Tet Oct Edge	451.082	1057	0	0.209258	0.00396382	0.00928819
Tet Oct Vertex Centroid	19.1439	1108.91	0	0.127105	0.000168224	0.00974442
Tet Vertex Centroid	5.85625	4710.63	0	0.116426	5.15E-05	0.041394
	2.5x2.5x2.5 [mm]					
	Von Mises		Displacement		Strain	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Cube Edge	953.578	953.595	0	0.146641	0.00837942	0.00837957
Cube Vertex Centroid	188.663	4333.6	0	0.152936	0.00165785	0.0380808
Cubic Diamond	50.6656	1432.11	0	0.127165	0.00044522	0.0125844

Cubic Fluorite	24.5163	5661.09	0	0.111804	0.00021543	0.0497459
Hex Prism Laves Phase	14.3762	1520.44	0	0.100192	0.00012633	0.0133606
Hex Prism Vertex Centroid	791.837	1742.84	0	0.231423	0.00695814	0.015315
Hex Prism Diamond	0	1205.64	0	0.144793	0	0.0105944
Tet Oct Edge	573.624	1005.58	0	0.22444	0.00504063	0.00883636
Tet Oct Vertex Centroid	63.4767	1065.94	0	0.151243	0.151243	0.00936681
Tet Vertex Centroid	82.6596	1805.86	0	0.12542	0.00072636	0.0158687
	3x3x3 [mm]					
	Von Mises		Displacement		Strain	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Cube Edge	932.13	932.141	0	0.122865	0.00819095	0.00819105
Cube Vertex Centroid	686.923	1132.86	0	0.155518	0.00603623	0.00995484
Cubic Diamond	43.8176	1148.74	0	0.123102	0.00038504	0.0100944
Cubic Fluorite	19.6432	1992.37	0	0.117415	0.000172611	0.0175077
Hex Prism Laves Phase	0	1323.39	0	0.142432	0	0.0116291
Hex Prism Vertex Centroid	865.802	1375.73	0	0.198608	0.0076081	0.012089
Hex Prism Diamond	0	1130.72	0	0.147357	0	0.00993604
Tet Oct Edge	862.185	983.614	0	0.222659	0.00757632	0.00864335
Tet Oct Vertex Centroid	86.0412	1055.78	0	0.149029	0.000756074	0.00927753
Tet Vertex Centroid	111.497	1490.35	0	0.124214	0.00097976	0.0130962

În următoarele grafice se pot observa rezultatele celor 3 tipuri de simulări: Von Misses (figura 8), Displacement (figura 9) și Strain (figura 10) pe cele 3 dimensiuni ale celulelor 2x2x2 mm; 2.5x2.5x2.5 mm; 3x3x3 mm .

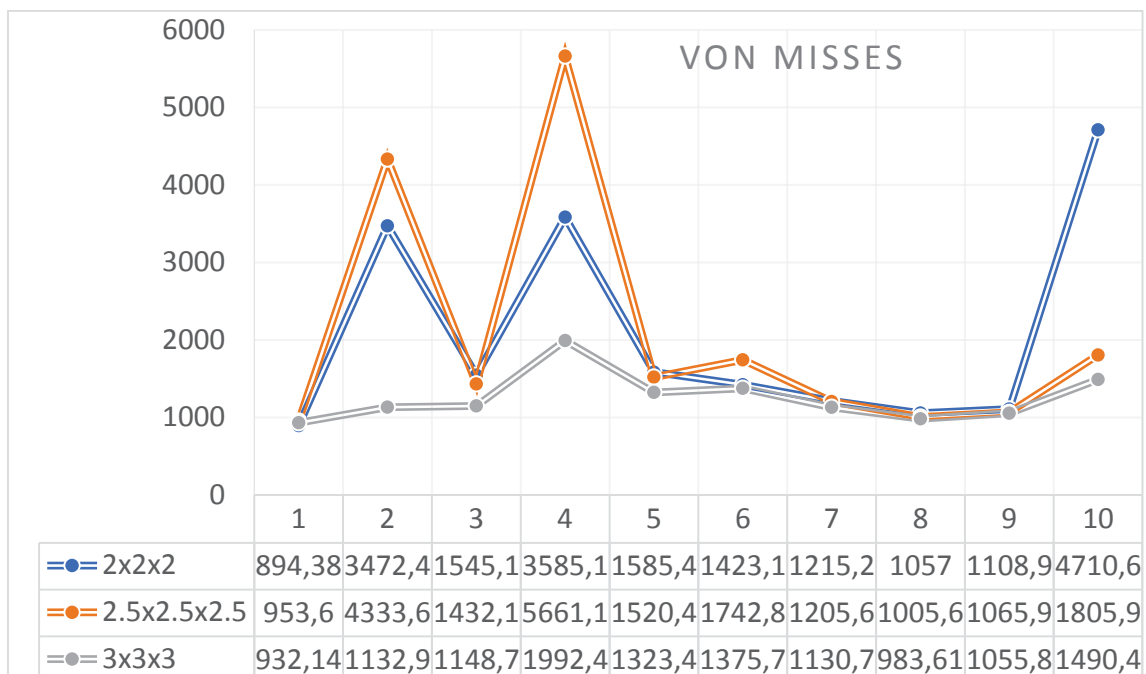


Fig. 8. Graficul rezultatelor la simularea Von Misses

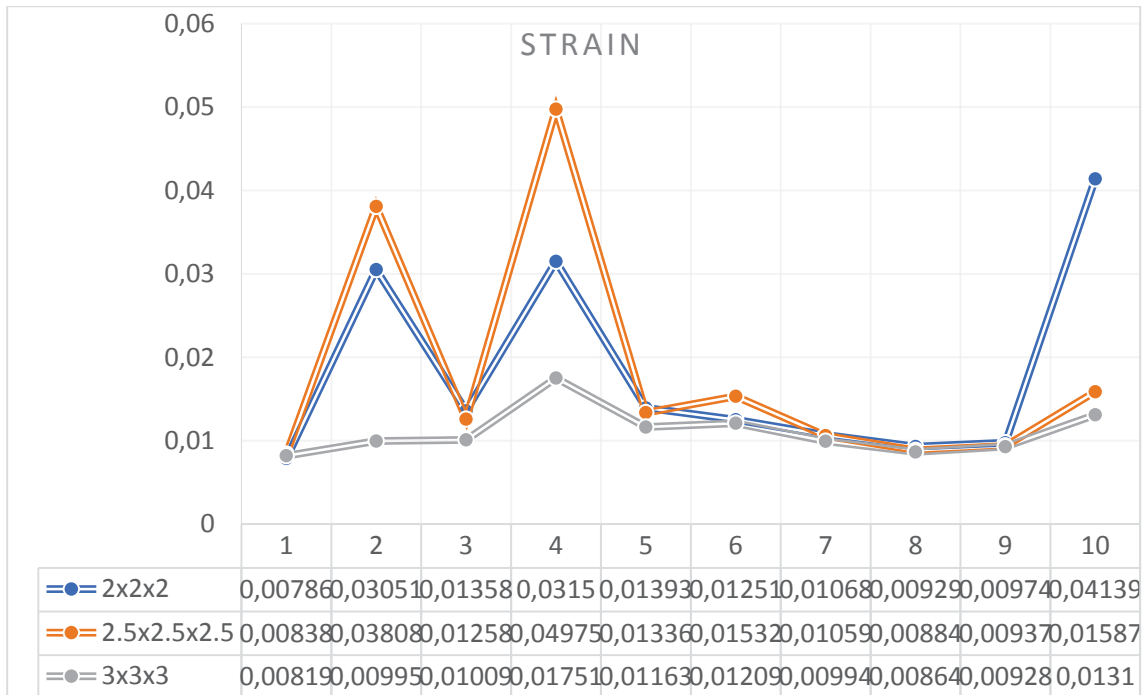


Fig. 9.Graficul rezultatelor la simularea de efort (Strain)

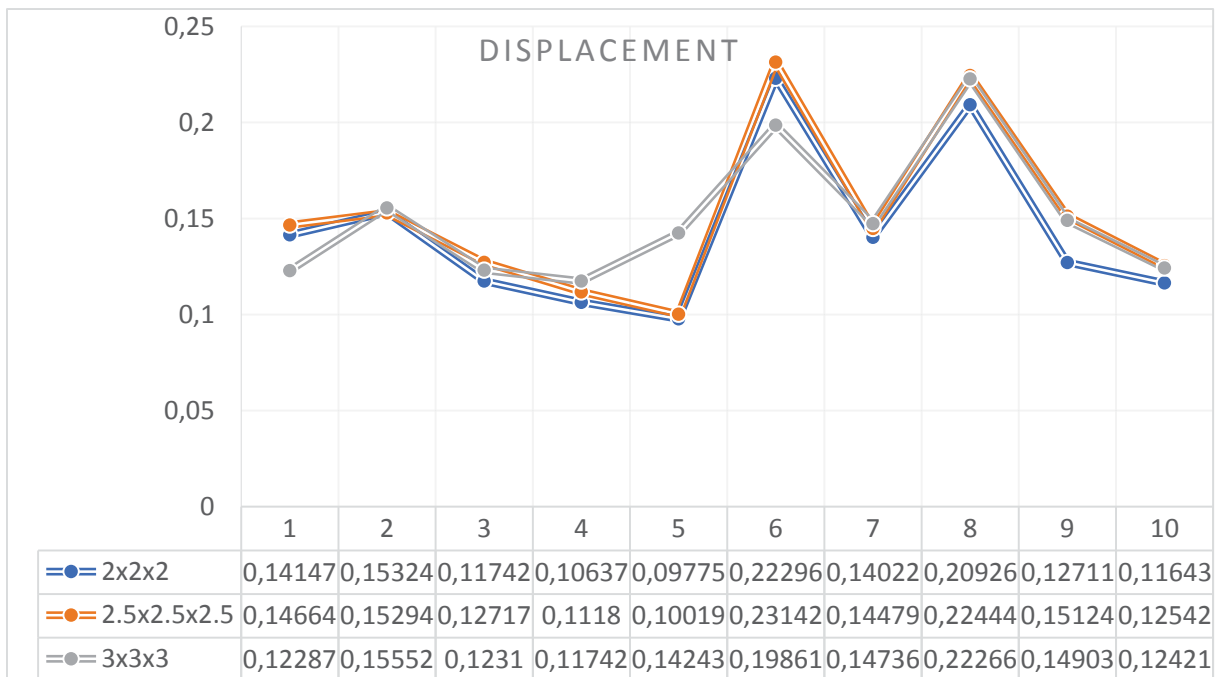
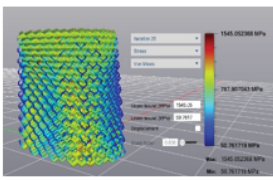
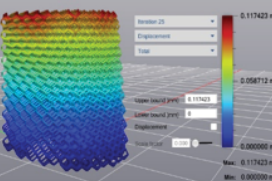
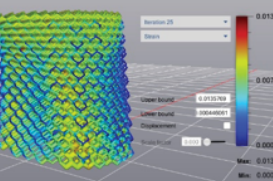
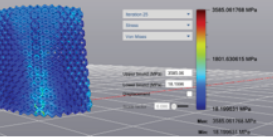
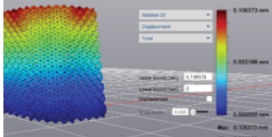
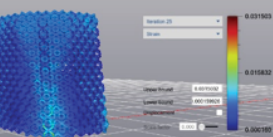
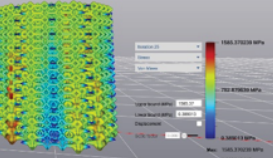
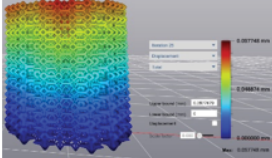
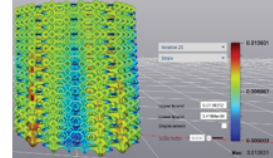


Fig. 10.Graficul rezultatelor la simularea Displacement

Conform acestor grafice se poate observa ca in cazul celulelor de dimensiune 3mm au cele mai bune rezultate in urma simulărilor.

Tabel 2. Simulări Von Mises, Displacement si Strain pentru 2x2x2 mm

Cubic Diamond			
Cubic Fluorite			
Hex Prism Laves Phase			

În prima iterație au fost realizate 54 de rezultate. Pentru a ajunge la rezultatele corecte ale simulărilor a fost nevoie de 2 iterații de simulări, deoarece firele libere din modele influențau valorile finale.

După interpretarea rezultatelor, s-a constatat că trebuie îndepărtate firele libere din modele, deoarece acestea influențau negative rezultatele.

Erorile apărute în urma simulărilor se datorează limitărilor softului, deoarece simulările nu ofereau rezultate concludente dacă modelele lattice nu aveau firele libere decupate (Figura 11). Astfel ca a fost necesară decuparea modelelor (Figura 12), astfel pierzând-se puțin din forma cilindrică a epruvetei.

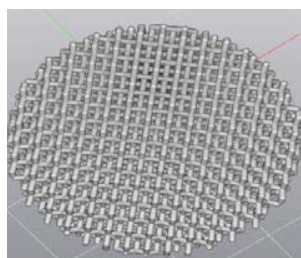


Fig. 12. Cubic Diamond

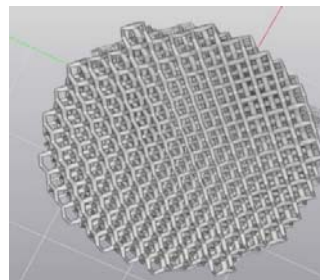


Fig. 11. Cubic Diamond

În prezent s-au fabricat 3 modele de epruvete (Tet Vertex Centroid, Hex Prism Laves Phase, Hex Prism Diamond) utilizând tehnologia aditivă de Topire Selectivă cu Laser (SLM-Selective Laser Melting) pe echipamentul Realizer 150 de la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca. Urmează testarea acestor epruvete la compresiune în condiții de laborator utilizând echipamentul INSTRON 8800. Rezultatele testelor efectuate în laborator vor fi comparate cu rezultatele obținute în urma efectuării simulărilor cu software-ul nTopology Element Pro. În cazul în care rezultatele simulărilor nu vor fi asemănătoare se va căuta o altă soluție software pentru repetarea acestora. În cazul în care

rezultatele vor fi apropiate urmează dezvoltarea unor simulări cu varierea dimensiunilor celulelor elementare până la 10 mm. Acestea se vor fabrica utilizând tehnologia SLM și vor fi testate în condiții de laborator. În urma rezultatelor se va alege structura optimă pentru proiectarea modulului spinal din componența unui exoschelet ușor.

6. Concluzii și direcții viitoare de cercetare

Modelarea și simularea structurilor lattice joacă un rol important în definirea unor produse care să simuleze cât mai realist structura internă a oaselor umane. Lucrarea face un prim pas în acest demers, reușind să prezinte un număr impresionant de variante de structuri interne, dintre care 3 au fost fabricate din titan. Urmează testarea acestora și mărirea gamei de structuri fabricate, astfel încât să se apropie cât mai mult de structura osoasă. Pe baza unui model experimental factorial, să se definească exact modelele care se potrivesc cât mai bine scopului propus. În continuare acestea se vor utiliza, în primul rând pentru realizarea elementelor de forță ale exoscheletului ușor, urmând ca, ulterior, rezultatele cercetărilor să fie transferate către domeniul simulării structurii osoase a pacienților umani.

Bibliografie:

- [1] Viteckova S., Kutilek P., Jirina M. (2013). Wearable lower limb robotics: A review. *Biocybernetics and Biomedical Engineering* 33(2): 96–105.
- [2] Looze M.P. de, Bosch T., Krause F., Stadler K.S., O'Sullivan L.W. (2016). Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load. *Ergonomics* 59(5): 671–681.
- [3] Goergen A. (2017). (Wir sind) die Roboter. See <http://dhl-freight-connections.com/de/we-are-the-robots/> (accessed 15.04.2017).
- [4] Gopura R.A. et al. (2016). Developments in hardware systems of active upper-limb exoskeleton robots: A review. *Robotics and Autonomous Sys.* 75: 203–220.
- [5] Bartenbach V., Wyss D., Seuret D., Riener R. (2015). A lower limb exoskeleton research platform to investigate human-robot interaction. In *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics Vol. 2015–September*, 600–605.
- [6] Veneman J. F. (2017). Safety Standardization of Wearable Robots—The Need for Testing Methods. *BIOSYSROB* 16: 189–193.
- [7] ROBRADY - Lockheed Martin (2017) Exoskeleton Technologies: Industrial · Lockheed Martin. See <https://www.lockheedmartin.com/us/products/exoskeleton/industrial.html> (accessed 12.04.2018).
- [8] Accelopment AG - RoboMate (2017) Robo-Mate. See <http://www.robo-mate.eu/> (accessed 24.04.2018).
- [9] Nördinger S. (2017). Exoskelette verleihen Superkräfte. See <https://www.produktion.de/trends-innovationen/exoskelette-verleihen-superkraefte-226.html> (accessed 2.04.2018).
- [10] Perry J. (2017) Man or machine? - Automotive Manufacturing Solutions. See <https://automotivemanufacturingsolutions.com/technology/man-or-machine> (accessed 21.04.2018).
- [11] Volkswagen AG (2017). Audi Produktion: Rückenschonend arbeiten mit dem Exoskelett. See https://www.volkswagenag.com/de/news/2017/12/audi_exoskelett.html (accessed 21.03.2018).
- [12] FedEx (2017). FedEx Forecasts Annual Global Economic Megatrends. See <http://about.van.fedex.com/newsroom/fedex-forecasts-annual-global-economic-megatrends/> (accessed 21.02.2017).
- [13] Constantinescu C., Muresan P.C., Simon G.-M. (2016). JackEx: the new digital manufacturing resource for optimization of Exoskeleton-based factory environments. 26th CIRP Design Conference. Stockholm. 508-511.

- [14] Constantinescu C., Popescu D., Muresan P.C., Todorovic O. (2016). Optimisation of advanced manufacturing environments with integrated intelligent Exoskeletons. 4th International Conference on Production Research - Regional Conference Africa, Europe and the Middle East.
- [15] Constantinescu C., Muresan P.C., Ginta, S., Todorovic, O. (2014). Modelling and simulation of advanced factory environments integrating intelligent exoskeleton. International Conference on Production Research - Regional Conference Africa, Europe and the Middle East 53: 109-114.
- [16] Rashedi E. et al. (2014). Ergonomic evaluation of a wearable assistive device for overhead work. *Ergonomics* 57(12): 1864–1874.
- [17] Bosch T., van Eck J., Knitel K., de Looze M. (2016). The effects of a passive exoskeleton on muscle activity, discomfort and endurance time in forward bending work. *Applied Ergonomics* 54: 212–217.
- [18] Ko H. et al. (2015). Design knowledge representation to support personalised additive manufacturing. *Virtual and Physical Prototyping* 10(4): 217–226.
- [19] Cazon A., Aizpurua J., Paterson A., Bibb R., Campbell R.I. (2014). Customised design and manufacture of protective face masks combining a practitioner-friendly modelling approach and low-cost devices for digitising and additive manufacturing. *Virtual and Physical Prototyping* 9(4):251– 261.
- [20] Deradjat D., Minshall T. (2017). Implementation of rapid manufacturing for mass customisation. *J. of Manufacturing Technology Management* 28(1): 95-121.
- [21] Wohlers T., Caffrey T. (2014). Wohlers Report 2014: 3D printing and additive manufacturing state of the industry; Fort Collins, Col.: Wohlers Associates.
- [22] Smith M. (2017). suitX Named 2017 Gold Edison Award Winner For Innovative Exoskeleton. Industry tap into news. Available at: <http://www.industrytap.com/suitx-named-2017-gold-edison-award-winner-innovative-exoskeleton/42323>, last accessed 15.04.2018
- [23] Fraunhofer IPA. (2017). DRIVE SYSTEMS AND EXOSKELETONS. Fraunhofer IPA. Available at: https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/en/documents/Expertises/Biomechatronische-Systeme/Product_sheet_Drive_Systems_Exoskeletons_offen.pdf. last accessed 17.04.2018
- [24] Marinov B, Dao T. (2017). Exoskeleton Report. Available at: <http://exoskeletonreport.com/>. last accessed 08.04.2018.
- [25] S. Toxiri, J. Ortiz, J. Masood, J. Fernandez, L. A. Mateos, D. G. Caldwell. (2015). A Wearable Device for Reducing Spinal Loads during Lifting Tasks: Biomechanics and Design Concepts. International Conference on Robotics and Biomimetics. Zhuhai, China: 2295–2300
- [26] Carlson T. (2018). Exoskeletons: The Best Available for SCI Survivors. *SpinalCord*. Available at <https://www.spinalcord.com/blog/exoskeletons-the-best-available-for-sci-survivors>. last accessed at 10.04.2018
- [27] Voostore A.B. (2017). Steadycam Leopard IV Standard Le401 - Voostore. See <https://www.voostore.com/de/steadycamstabilizer/steadycam-leopard-ii-standard-le201> (accessed 21/12/2017).
- [28] Gonzalez C. (2017). Manufacturing Workers Become More than Human with Exoskeletons. *MachineDesign*. Available at: <http://www.machinedesign.com/motion-control/manufacturing-workers-become-more-human-exoskeletons>. Last accessed 02.04.2018
- [29] M. Nordin, V.H. Frankel, *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*, 4th Edition, LWW Publisher, ISBN-13: 978-1609133351 (2012)

STUDII PRIVIND DEFINIREA UNOR ALGORITMI PENTRU IDENTIFICAREA ȘI AUTOMATIZAREA PROCESELOR DE FABRICARE CU LASER PULSAT (CETAL - PW LASER)

FABRICAREA ADITIVA SI SUBSTRACTIVA

IVAN Bogdan Paul, RAILEANU Mihail

¹Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Nanotehnologii și sisteme neconventionale, Anul de studii: IV, e-mail: lotxcsp@gmail.com

Conducător științific: **Conf.dr.ing Elena LACATUS**

REZUMAT: Lucrarea prezintă studii privind fabricarea aditivă și substractivă prin imprimare 3D cu utilizarea pulberilor metalice (SLS) și prin stereolitografie (SLA).

Pentru a realiza imprimarea 3D cu utilizarea echipamentelor din dotarea INFLPR-CETAL Centrul de Tehnologii Avansate Laser, s-a realizat un software dedicat care să medieze interfața dintre modelele 3D(CAD) și layer-ele succesive din aplicațiile considerate.

CUVINTE CHEIE: Printare 3D, Laser, Pulbere metalica, Lab-on-a-chip, CAD, SLS, SLA

1. Introducere

Printarea 3D este unul dintre diversele procedee de fabricare prin topire și/sau solidificare a unor materiale precursoare pentru a crea obiecte tridimensionale prin aditionare (ex: moleculele lichidului sau grauntele de pulbere care sunt “lipite” unele de altele)

Printarea 3D este utilizată atât în prototiparea rapidă (RP-Rapid Prototyping) cât și în fabricarea aditivă (AM- Additive Manufacturing). La printarea 3D obiectele pot avea aproape orice formă (cu unele restricții geometrice pentru grosimea peretilor, unghiuri active ale structurilor , etc) și în mod obișnuit sunt realizate folosind datele digitizate din modelul 3D sau alta bază de date electronice , cum este cazul datelor pentru fabricare aditivă (fișiere AMF- de obicei plane 2D secvențiale).

În prezent sunt utilizate diverse tehnici de printare 3D:

- stereolitografie(STL)
- depunerea de material topit(FDM)

Deci, spre deosebire de materialul îndepărtat din semifabricat în cazul prelucrării convenționale, printarea 3D sau fabricarea aditivă (AM) se realizează prin construirea unui obiect tridimensional cu ajutorul unor modele CAD sau fișiere AFM, aditionând materialul strat cu strat (layer-by-layer)

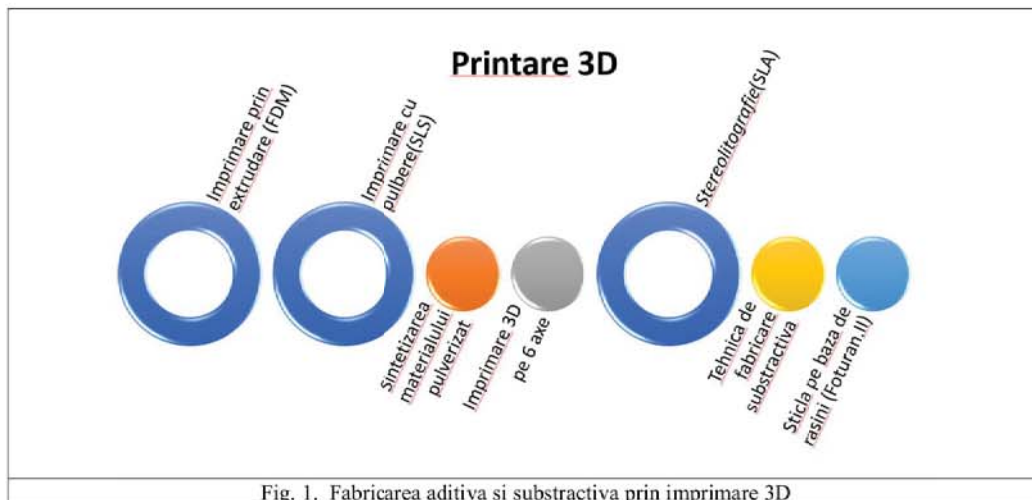


Fig. 1. Fabricarea aditiva si substractiva prin imprimare 3D

Există mai multe tehnologii de imprimare 3D:

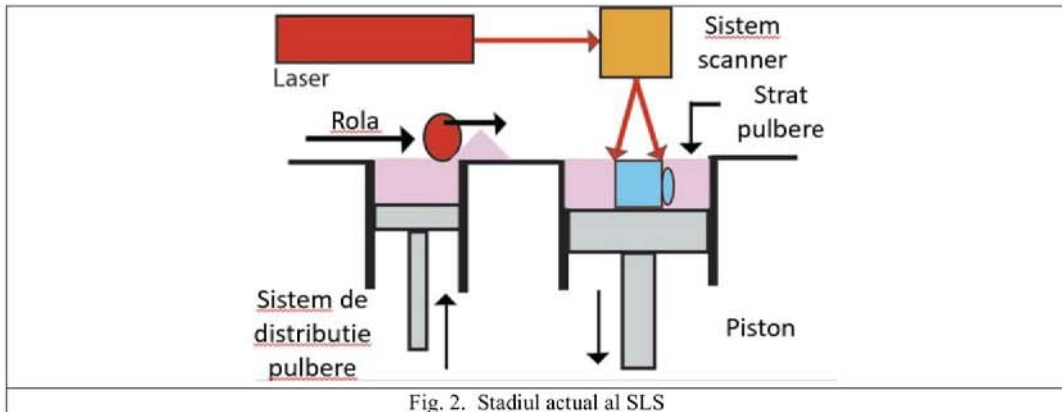
- prin depunere de flux de material (FDM) - procedeu conventional
- cu pulbere metalica (SLS)
- prin stereolitografie (SLA)

Tehnica de sinterizare cu laser (SLS) este o tehnică de fabricare a aditivului (AM), care utilizează un laser ca sursă de alimentare pentru a sinteriza materialul pulverulent (de obicei, nailon/poliamidă), vizând laserul automat la punctele din spațiu definite de Modelul 3D, care leagă materialul împreună pentru a crea o structură solidă. Este similară cu sinterizarea directă cu laser a metalului (DMLS); cele două sunt instanții ale aceluiași concept, dar diferă în detalii tehnice. Tăiere selectivă cu laser (SLM) folosește un concept comparabil, dar în SLM materialul este complet topit, mai degrabă decât sinterizat, permițând diferite proprietăți (structura cristalului, porozitatea și așa mai departe). SLS este o tehnologie relativ nouă, care până acum a fost utilizată în principal pentru prototipuri rapide și pentru producția redusă de componente. Rolurile de producție se extind pe măsură ce se îmbunătățește comercializarea tehnologiei.

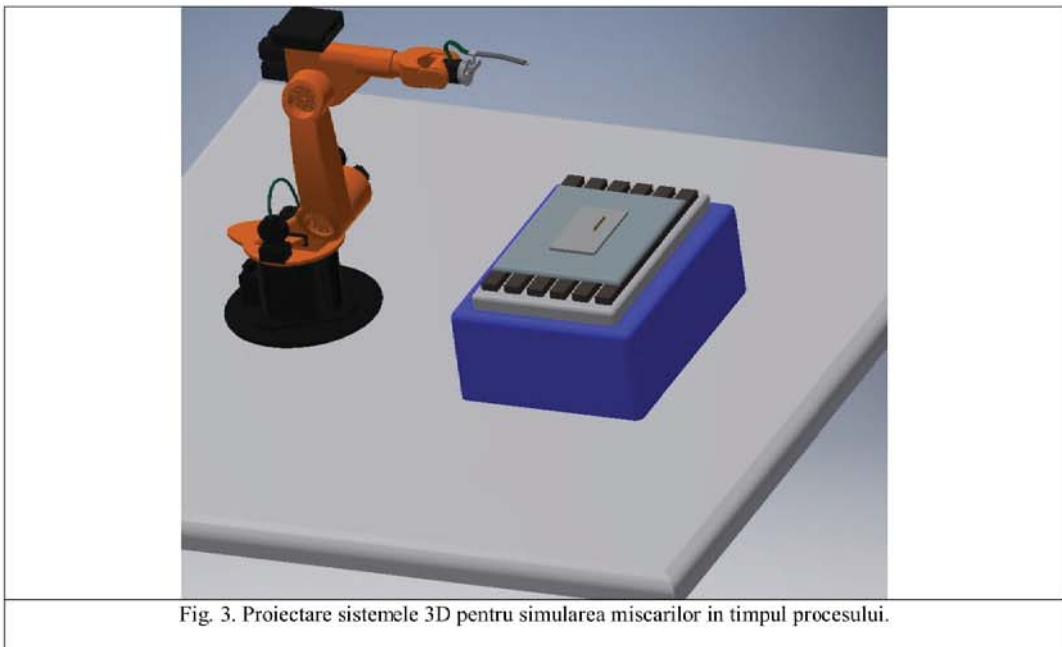
Stereolitografia (SLA sau SL, cunoscută și sub denumirea de aparat de stereolitografie, fabricare optică, foto-solidificare sau imprimare pe bază de rășini) este o formă de tehnologie de tipărire 3D utilizată pentru crearea de modele, prototipuri, modele și producția de piese. Fotopolimerizare, un proces prin care lumina provoacă legarea lanțurilor de molecule, formând polimeri. Acești polimeri formează apoi corpul unui solid tridimensional. Stereolitografia poate fi utilizată pentru a crea lucruri precum prototipurile produselor în designul timpuriu, modelele medicale și hardware de calculator, precum și multe alte aplicații. În timp ce stereolitografia este rapidă și poate produce aproape orice proiect, poate fi costisitoare.

2. Stadiul actual

Stadiul actual la imprimarea SLS reprezintă depunerea de straturi subțiri, fără ca robotul să recunoască întregul ansamblu și să creeze geometrii complexe.



Lipsa unui software care să facă transpunerea modelului Cad în limbajul proprietar al aparatului. La momentul actual robotul nu poate efectua depuneri pe mai multe layer-uri pentru a alcătui un corp 3D întreg. Soluția ce trebuie implementată este modificarea soft-ului pentru a recunoaște toate layer-urile, pentru a le integra într-un ansamblu. Acest lucru ar ajuta robotul care printează, să înțeleagă exact geometria pe care o are de construit.



La imprimarea SLA stadiul actual este de a printa in sticla doar 2D.

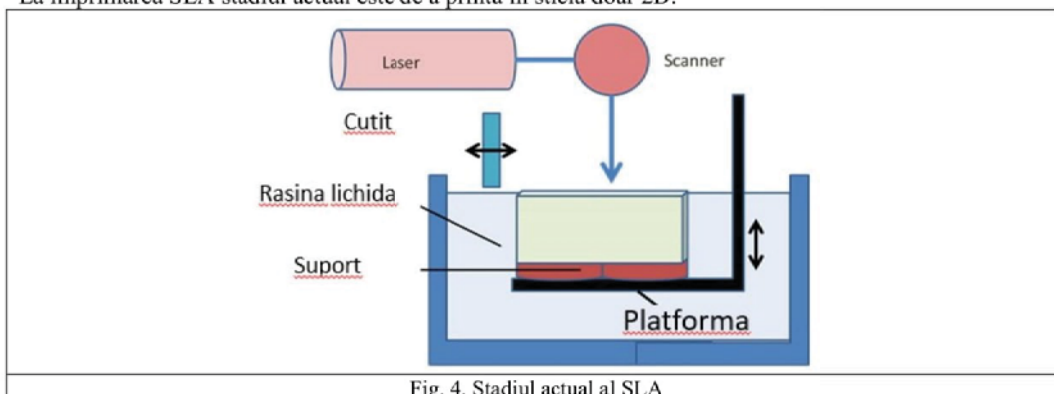


Fig. 4. Stadiul actual al SLA

Pentru a crea forme complexe in aceasta este necesara modificarea software-ului pentru a permite modificarea si ajustarea in timp real a parametrilor precum: Frecventa, Amplitudine si Lungimea de unda. Simultan cu cele mentionate mai sus este necesara implementarea posibilitatii de a executa miscari dupa o traiectorie sinusoidala fata de cea liniara la momentul actual.

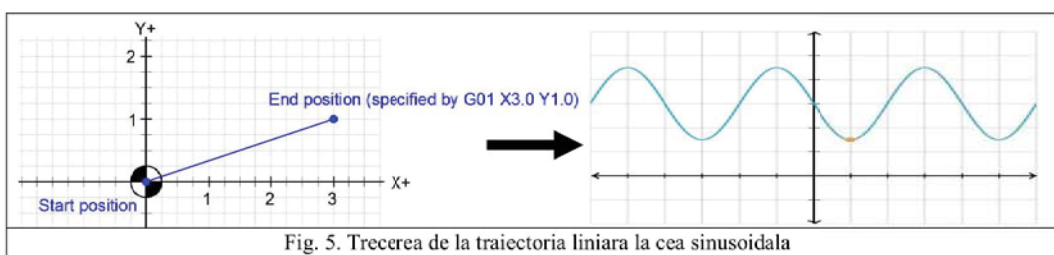


Fig. 5. Trecerea de la traiectoria liniara la cea sinusoidala

3. Date experimentale

Am obtinut structuri metalice din Ti6Al4V sub forma unor ziduri de 10x5x1 cm prin imprimare laser 3D (LMD – engl. Laser Metal Deposition) plecand de la material pulbere Ti6Al4V cu granule cu diametru <math><90 \mu\text{m}</math>. Structurile solide au fost obtinute cu o sursa laser Yb:YAG TruDisk 3001 (Trumpf, Germania) cu emisie in modul continuu si lungimea de unda de 1030 nm. Puterile laser utilizate au fost de intre 0.3-1.2 kW, iar spotul de ~0.6 mm diametru (Fig. 6) [1]. Fasciculul laser a fost livrat prin fibra optica, iar pulberea prin furtune de $\Phi=6$ mm la un sistem robotic TruLaser Robot 5020 (Trumpf, Germania), constand dintr-un robot Kr30HA (Kuka, Germania) cu 6 axe de miscare si o duza de livrare a pulberii cu 3 canale (Trumpf, Germania) (Fig. 7) [2]. Pulberea a fost trimisa la robot printr-un sistem de livrare cu platane. Viteza de rotatie a platanului a fost de 1 rot/min, debitul de gaz purtator (He) a fost de 3 l/min, iar cel de gaz tampon (argon) de 8 l/min (Fig. 8) [3]. Cele 3 duze au fost orientate astfel incat fasciculul laser si pulberea sa se intalneasca pe suprafata de iradiat (Fig. 9) [4].



Fig. 6. Sursa laser TruDisk 3001



Fig. 7. Robot TruLaser Robot 5020



Fig. 8. Dispozitiv de livrare a pulberii

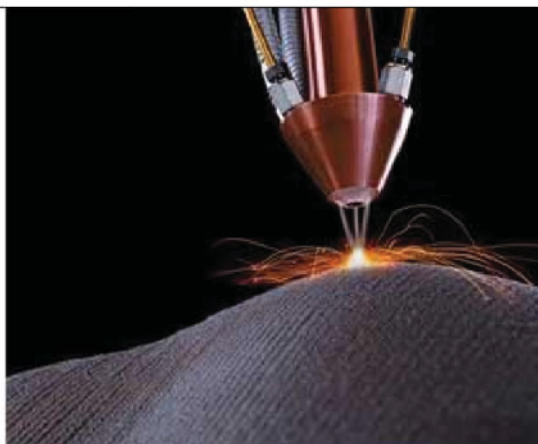


Fig. 9. Intalnirea fascicului laser cu pulberea metalica

Depunere cu ajutorul laserului de material metalic compact plecand de la pulbere. Cele 3 fluxuri de pulbere se intalnesc cu fascicului laser pe suprafata iradiata (Imaginea este oferita de Trumpf)

Experimentele LMD au fost efectuate intr-o incinta de sticla securizata de 6 mm grosime. Dimensiunile incintei au fost de 60x60x25 cm. Aceasta a fost umpluta cu Ar pentru a preveni oxidarea probelor. Butelia de Ar a fost deschisa cu 5 minute inaintea experimentelor de depunere laser. Debitul de gaz a fost de 10 l/min, gasit optim prin spectroscopie de masa pentru a nu induce aer prin intermediul turbulentei in atmosfera protectoare. Fig. 10 prezinta o imagine cu un experiment LMD in desfasurare.

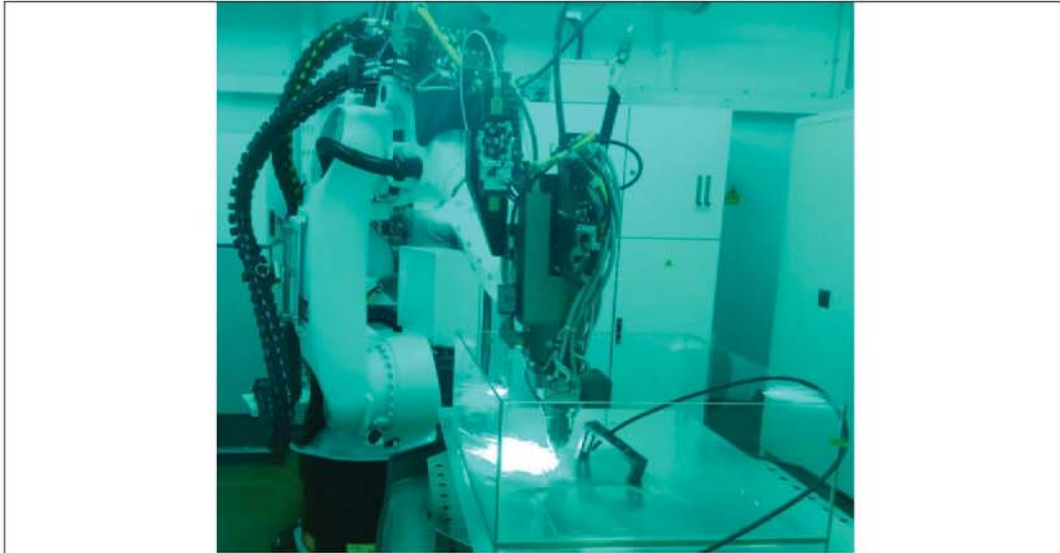


Fig. 10. Experiment LMD in desfasurare

Montajul folosit pentru experimente de imprimare 3D prin metoda LMD

Miscările robotului au fost programate prin intermediul TruTops Cell, un program generator de cod citit de controller-ul mașinii. Forma structurilor de construit a fost generată în Solid Works (Dassault Systems, Franța) (Fig. 11). Structurile 3D au fost importate în TruTops Cell, care în urma recunoașterii suprafețelor și muchiilor formei a generat codul pentru mișcările robotului.

STUDII PRIVIND DEFINIREA UNOR ALGORITMI PENTRU IDENTIFICAREA ȘI AUTOMATIZAREA
PROCESELOR DE FABRICARE CU LASER PULSAT (CETAL - PW LASER)

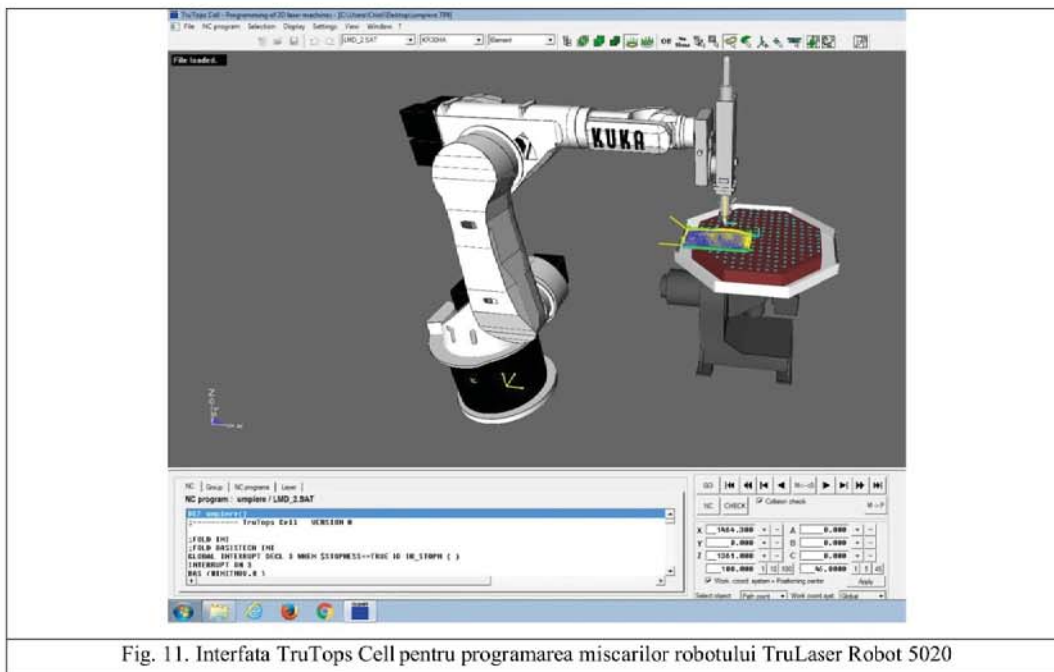


Fig. 11. Interfața TruTops Cell pentru programarea mișcărilor robotului TruLaser Robot 5020

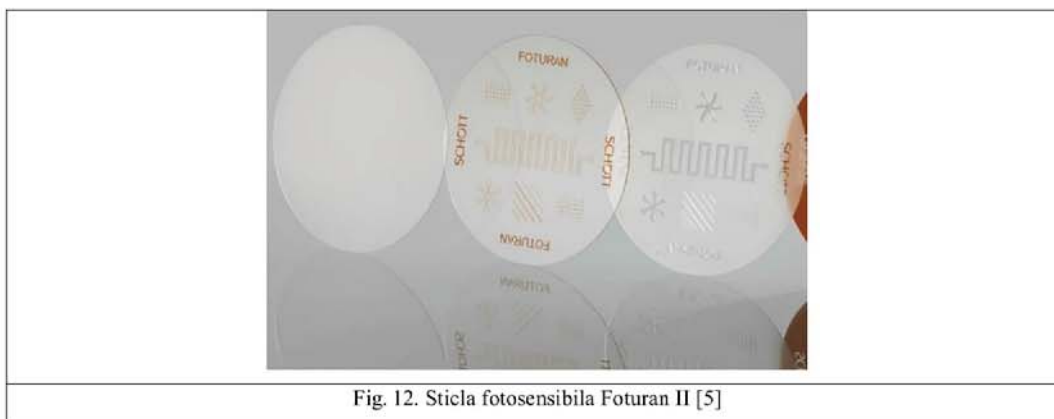


Fig. 12. Sticla fotosensibilă Foturan II [5]

FOTURAN II este o sticlă fotosensibilă. Este produsă într-un proces de topire continuă cu o omogenitate optimă.

FOTURAN II este o sticla folosita in tehnica ce cristalizează după expunerea la UV și procese cu o anumita temperatură. Zonele cristalizate pot fi gravate cu o calitate foarte buna, ducând la structuri extrem de fine. După un al doilea proces de expunere și revenire, FOTURAN® II poate fi transformat într-un ceramică din sticlă.

Structurile formate pot fi folosite in chip-uri semiconductoare. Fluxul procesului funcționează fără fotorezistență și poate fi utilizat cu semiconductori standard.

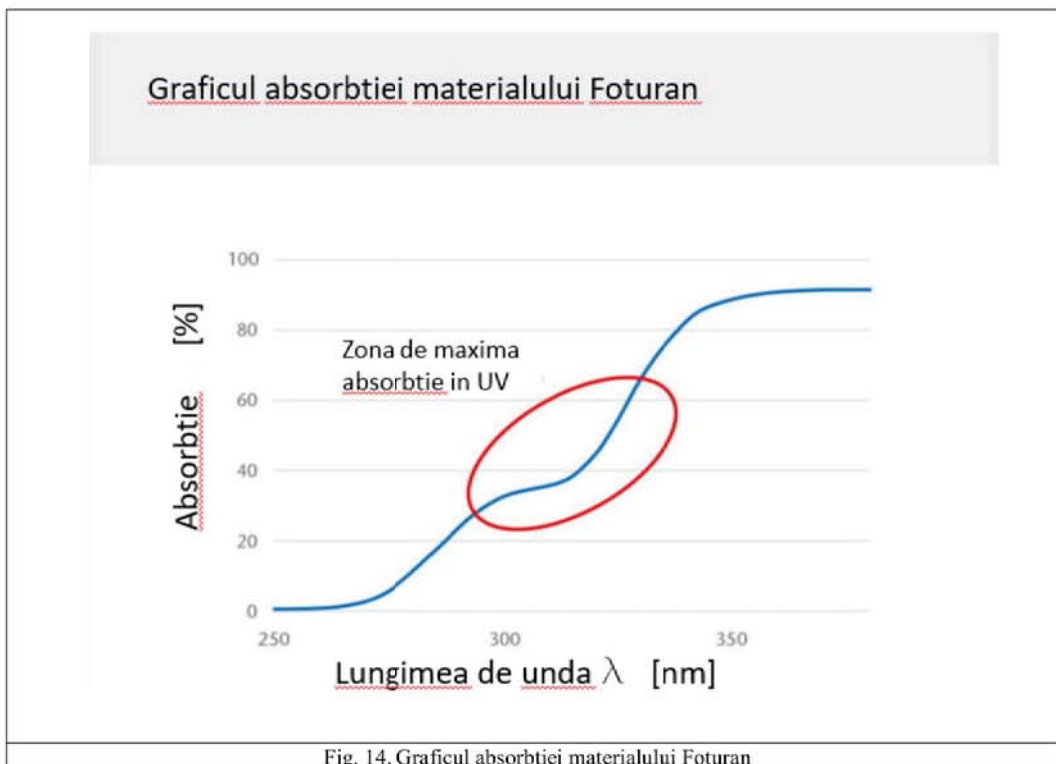




Fig. 15. Laser Coherent HyperRapid 50 -fabricare substractiva [7]

Tabelul 1. Proprietatile laserului Coherent HyperRapid 50

Lungimea de unda	1064 (nm) ; 532 (nm) ; 355 (nm)
Rata de repetitie a pulsurilor	400 - 1000 (kHz)
Durata pulsului	<15 (ps)

Culorile substructive se obtin prin extragerea unor lungimi de unda din lumina pe baza proprietatii unor substante de a absorbi anumite lungimi de unda. Practic, se extrag (se scad) din lumina selectiv, prin absorbtie, anumite lungimi de unda pentru a fi reflectate pe directia ochiului uman numai cele care determina culoarea dorita.

Culori substructive primare sunt: galben, magenta (purpuriu), cyan (albastrui). Fiecare dintre cele trei culori substructive se formeaza prin substragerea unei culori aditive primare, astfel:

Suprapunerea celor trei filtre substructive (galben, magenta, cyan) duce la negru.

În cadrul sintezei substructive, culoarea se obtine prin filtrari succesive ale unei surse albe prin filtre de diferite culori si „tarii” ale filtrarii.

4. Concluzii

Proiectare 3D a modelelor prezentate si obtinerea lor prin ambele metode de fabricare aditiva si substructiva.

Definirea si implementarea unui software care transforma modelul 3D in layere succesive.

Definirea distantei dintre layere astfel incat noul strat depus sa nu afecteze coerenta si integritatea straturilor deja depuse.

Definirea nivelului de putere a laserului pentru a modifica structura moleculara a sticlei layer-by-layer.



Fig. 16. Obținere proba prin fabricare aditiva

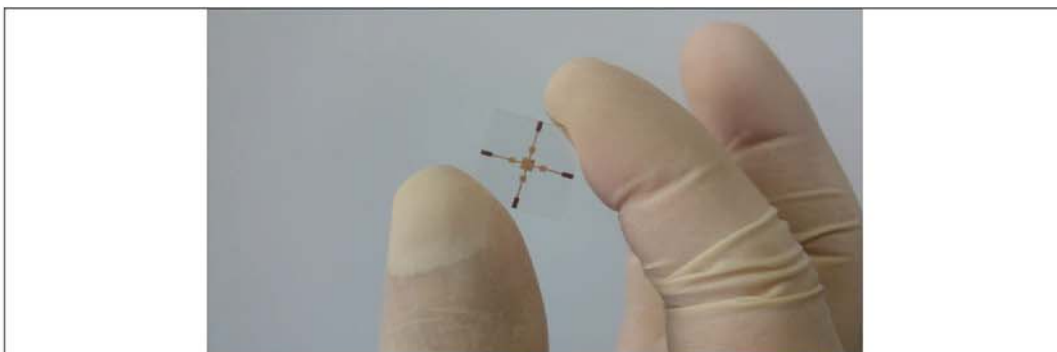


Fig. 17. Obținere proba prin fabricare substractiva

5. Bibliografie

- [1] [2] [3] [4] INFLPR-CETAL Centrul de Tehnologii Avansate Laser
[5] [6] [7] 3-D microstructuring inside photosensitive glass by femtosecond laser excitation m. MASUDA
, K. SUGIOKA, Y.CHENG N.AOKI, M.KAWACHI 4 Decembrie 2002

PRINTARE 3D FOLOSIND INSTRUCȚIUNILE DE LA PROGRAMAREA IN LIMBAJ ISO

FRÎNCU Bogdan-George, MARIN Valentin

Facultatea:IMST, Specializarea:TCM, Anul de studii: III, e-mail:bogdanfrincu2@gmail.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. Sergiu TONOIU, S.L. dr. ing. Diana BĂILĂ

REZUMAT: Lucrarea de față are rolul de a prezenta și verifica anumite noțiuni care definesc limbajul ISO folosit de o imprimantă 3D în procesul de realizare al unui solid.

Imprimanta 3D, proiectată și realizată de către autorii lucrării folosește codul G pentru realizarea fizică a unei piese, dar interesant de urmărit sunt aspectele legate de programarea imprimantei și legătura calculator-imprimantă folosind programe specifice de proiectare a piesei și realizare a limbajului ISO.

CUVINTE CHEIE: CNC, codul G, imprimantă 3D, limbaj, programare.

1. Introducere

Programarea convențională a sistemelor tehnologice de prelucrare are ca scop realizarea automată a unor activități pe baza unui program.

Programul este un ansamblu de informații pe baza căruia elementele sistemului tehnologic execută anumite activități.

Pe lângă prezentarea noțiunilor generale ale limbajului ISO pentru programarea utilajelor cu comandă numerică, se va exemplifica capitolul aferent imprimării 3D

Ca și obiective principale, se regăsesc:

- Prezentarea noțiunilor de bază ale programării convenționale pentru o mașină cu comandă numerică folosind limbajul ISO;
- Prezentarea limbajului convențional al imprimantei folosind ramura aferentă imprimării 3D.
- Modelarea unei piese, folosind limbajul propriu al imprimantei 3D.

2. Stadiul actual

Comanda numerică poate fi definită ca o treaptă superioară al nivelului de control a mașinilor și utilajelor[1].

Controlul unei mașini-unelte sau a unui utilaj implică domenii precum tipul de acționare, modul de control sau limitarea mișcărilor pe fiecare axă și modul de control al vitezelor, principală sau de avans.

De-a lungul timpului se pot identifica 6 niveluri de performanță ale unei mașini-unelte:

- A. Nivelul 0, întâlnit la primele mașini-unelte care prelucrează prin așchiere, unde controlul este exclusiv manual;
- B. Nivelul 1, acest nivel este asociat mașinilor care sunt acționate cu ajutorul roții hidraulice sau a unui motor electric prevăzut cu comandă de tipul pornit/oprit;
- C. Nivelul 2, include majoritatea mașinilor-unelte convenționale.
In acest caz, operatorul uman are un rol decisiv, calitatea suprafețelor prelucrate depinde în mare măsură de calificarea acestuia.
- D. Nivelul 3 este specific mașinilor bazate pe sisteme de comandă prin came, copiere electrică sau hidraulică, comandă secvențială de tipul matrice cu fișe, tambur cu bile.
- E. Nivelul 4 este reprezentat de mașini-unelte care pot efectua control în timpul prelucrării;
- F. Nivelul 5 cuprinde mașini-unelte CNC.

Apariția comenzii numerice marchează o etapă nouă în dezvoltarea sistemului de control al mașinilor-unelte.

Comanda numerică face parte din categoria comenzilor după program. Controlul deplasărilor sculei sau a piesei, a secvențelor de prelucrare, gestionarea sculelor se realizează într-o formă standardizată, în echipamentul numeric, folosind limbajul de programare al mașinilor-unelte, G.



Fig. 1. Masina CNC de gravat și frezat [3]

3. Programarea convențională folosind codul G

Limbajul utilizat la programarea convențională este constituit din [2]:

- Adresele geometrice: X,Y,Z, A,B,C se notează cu litere asociate axelor de coordonate și mișcării controlate numeric indicând mărimea deplasărilor în raport cu axele respective.

ex: x20; x20, 35 ; x35y20; z – 30; A120 ($\alpha = 120^\circ$, sens pozitiv); A – 90(sens negativ)

- Adresele tehnologice: Acestea definesc parametrii regimului de așchiere și sculele utilizate la prelucrare. Acestea sunt următoarele:

F – se codifică avansul sau viteza de avans

S – se codifică turația sau viteza de așchiere

T – se codifică scula utilizată pentru prelucrare

- Adresele pregătitoare : Se notează cu G și sunt destinate pentru programarea condițiilor de traiectorie.

Funcțiile sunt de două feluri : modale și singulare.

Cele singulare acționează doar în fraza respectivă, în timp ce cele modale acționează până la apariția unei alte funcții din grupa respectivă.

Câteva exemple de astfel de adrese modale:

G00 – Interpolare liniară cu avans rapid

G01 – Interpolare liniară cu avans de lucru

G02 – Interpolare circulară în sens orar

G03 – Interpolare circulară în sens antiorar

G33 – Filetare cu pas normal

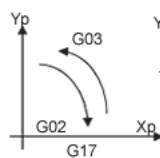


Fig. 2. Comenzile G02 si G03

- Adresele auxiliare sunt notate cu litera M.
Cateva exemple de adrese auxiliare:
M02–Sfarsit de program
M03–Rotirea arborelui principal in sens orar
M04–Rotirea arborelui principal in sens antiorar
M08–Pornirea lichidului de racire
- Ordinea de aparitie a adreselor
N–Numarul frazei
G–Conditii generale de traiectorie
!–Sfarsit de program

4. Codul G aferent imprimarii 3D

Codul G pentru prelucrarea unei piese include majoritatea adreselor specificate mai sus, dar și anumite adrese care se intalnesc doar la un program de realizare a unei piese prin imprimare 3D. [4]

In continuare se vor prezenta anumite comenzi, specifice programului utilizat pentru intocmirea codului G aferent realizarii piesei.

In lista de mai jos se pot observa adrese care se pot utiliza inclusiv pentru programarea mașinilor CNC, dar si adrese care funcționeaza doar pentru programarea imprimantelor 3D.

- *X90,6 Y13,8 E22, G04* - reprezintă deplasarea pe axa x până în coordonata 90, deplasarea pe axa y până în coordonata 13,8 și extrudarea de 22,4 mm a materialului.
- *F3000* - reprezintă accelerarea la 3000mm/min
- *G2 X90.6 Y13.8 I5 J10 E22.4* – reprezintă mișcarea circulară în sens orar până în punctul 90,6 pe axa X și 13,8 pe axa Y, arcul de cerc format având centrul în punctul 5 pe axa X, respectiv 10 pe axa Y și se realizează extrudarea de 22,4 mm a materialului.
- *G4 P200* – reprezintă staționarea capului care extrudă material timp de 200 milisecunde
- *G10* - este o comandă specifică imprimării 3D, aceasta retrage filamentul pe o distanță aleasă.
- *G17-G19* - ca și la Mașinile-unelte CNC aceste comenzi setează planul curent. *G17 – XY (prestabilit)*, *G18- ZX*, *G19-YZ*
- *G28*- Reprezintă dispunea în origine a capului de extrudare.

5. Programarea imprimantei 3D

Pentru programarea imprimantei 3D s-au folosit 2 programe specifice:

- Marlin 1.1 ;
- Simplify 3D (S3D).

Marlin 1.1 este un cod de programare a imprimantei 3D scris în programul Arduino și are rolul de a introduce o serie de parametrii legați de:

- stabilirea dimensiunilor maxime a suprafeței de lucru;
- configurarea limitatoarelor de poziție pentru stabilirea originii axelor X,Y,Z;

- stabilirea vitezei maxime de deplasare a capului de extrudat [fig. 3];
- stabilirea temperaturii maxime a capului de extrudare;
- stabilirea existentei patului electric incalzit [fig. 4];
- stabilirea numarului de capete de extrudat [fig. 4];
- stabilirea sensurilor pozitive ale axelor X,Y,Z;

```

Marlin Conditional.h Conditional_LCD.h Conditional_post.h Configuration.h Configuration_s
* total number of extruders, the last value applies to the rest.
*/
// #define DISTINCT_E_FACTORS

/**
 * Default Axis Steps Per Unit (steps/mm)
 * Override with M92
 *
 * X, Y, Z, E0 [, E1[, E2[, E3[, E4]]]]
 */
#define DEFAULT_AXIS_STEPS_PER_UNIT { 80, 80, 2560, 94.69 }

/**
 * Default Max Feed Rate (mm/s)
 * Override with M203
 *
 * X, Y, Z, E0 [, E1[, E2[, E3[, E4]]]]
 */
#define DEFAULT_MAX_FEEDRATE { 300, 300, 5, 25 }

/**
 * Default Max Acceleration (change/s) change = mm/s
 * (Maximum start speed for accelerated moves)
 * Override with M201
 *
 * X, Y, Z, E0 [, E1[, E2[, E3[, E4]]]]
 */
#define DEFAULT_MAX_ACCELERATION { 2000, 2000, 100, 10000 }

/**
 * Default Acceleration (change/s) change = mm/s

```

Fig. 3

```

Marlin Conditional.h Conditional_LCD.h Conditional_post.h Configuration.h
* Use these for Testing or Development purposes. NEVER for production!
* 998 : Dummy Table that ALWAYS reads 25°C or the temperature defined below
* 999 : Dummy Table that ALWAYS reads 100°C or the temperature defined below
*
* :{ '0': "Not used", '1':"100k / 4.7k - EPCOS", '2':"200k / 4.7k - ATC Sem:
*/
#define TEMP_SENSOR_0 1
#define TEMP_SENSOR_1 0
#define TEMP_SENSOR_2 0
#define TEMP_SENSOR_3 0
#define TEMP_SENSOR_4 0
#define TEMP_SENSOR_BED 0

// Dummy thermistor constant temperature readings, for use with 998 and 999
#define DUMMY_THERMISTOR_998_VALUE 25
#define DUMMY_THERMISTOR_999_VALUE 100

// Use temp sensor 1 as a redundant sensor with sensor 0. If the readings
// from the two sensors differ too much the print will be aborted.
// #define TEMP_SENSOR_1_AS_REDUNDANT
#define MAX_REDUNDANT_TEMP_SENSOR_DIFF 10

```

Fig. 4

Simplify 3D este un program care are rolul de a realiza codul G aferent crearii piesei si transmiterii informatiilor necesare catre placuta Arduino 2560.

Piesele modelate in programe de proiectare CAD precum : Autodesk Inventor, Catia, SolidWorks trebuie sa fie convertite la un format cu extensia “.stl”.

Programul necesita o serie de date de intrare inainte de inceperea procesului de realizare a piesei.

Interfata programului este compusa din:

1. Pe interfata programului se mai poate observa si suprafata de lucru si cu piesa aferenta pozitionata corespunzator.
2. Bara de meniu, aceasta dispune de mai multe ferestre prin care se navigheaza in programul Simplify 3D
3. Meniul Models prezinta piesele care sunt importate in program cu ajutorul butonului Import, aflat sub fereastra respectiva, de aici se pot selecta sau deselecta piesele care urmeaza a fi realizate.
4. In meniul Processes se pot intocmi programe in limbaj ISO pentru piesele importate. Adaugarea proceselor respective se realizeaza cu ajutorul butonului ADD
5. Bara de comanda denumita Toolbar aflata in partea dreapta a programului prezinta o serie de butoane de acces folosite in mod frecvent catre diferite comenzi. In cadrul acestei ferestre intalnim comenzi precum: miscarea pisei pe diferite directii, schimarea scarii piesei (initial fiind la scara 1:1), vizualizarea piesei din diferite plane (ex: planul XY, planul ZX, etc) vizualizarea piesei sub alta forma (ex: Wireframe, Point Cloud , etc)[fig. 5][7].

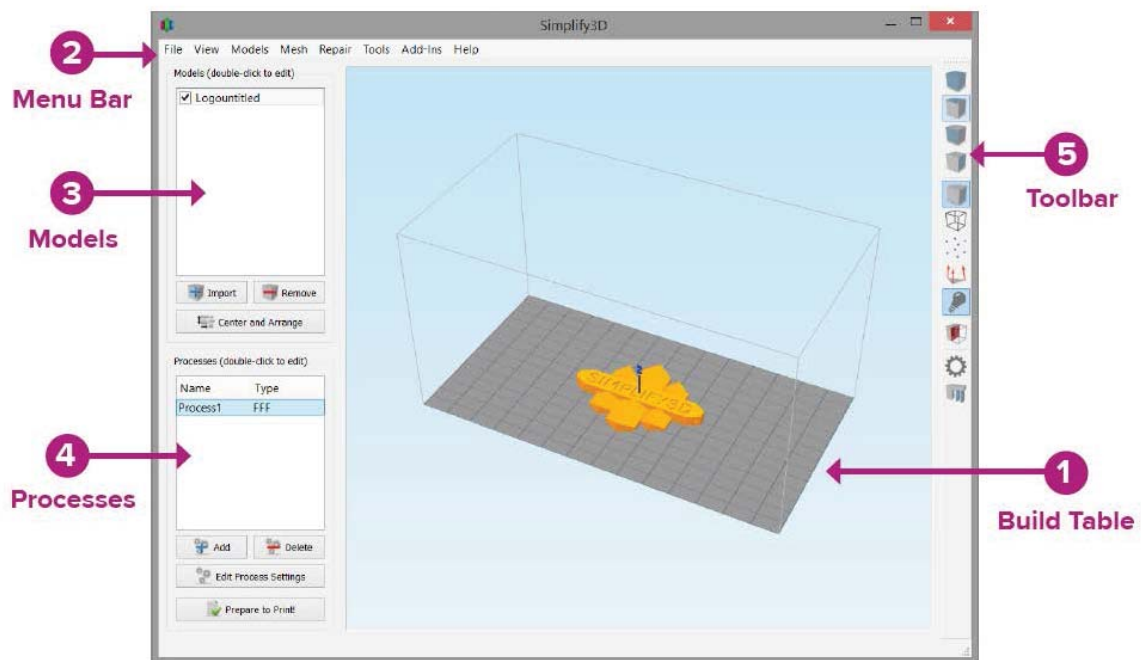


Fig. 5

6. Procesul de realizare al unei piese pe imprimanta 3D

Pentru a realiza o piesa cu ajutorul imprimantei 3D trebuie sa se respecte urmatoorii pași de lucru:

1. Se va modela piesa într-un program de proiectare : Autodesk Inventor, Catia, Solidworks, etc;

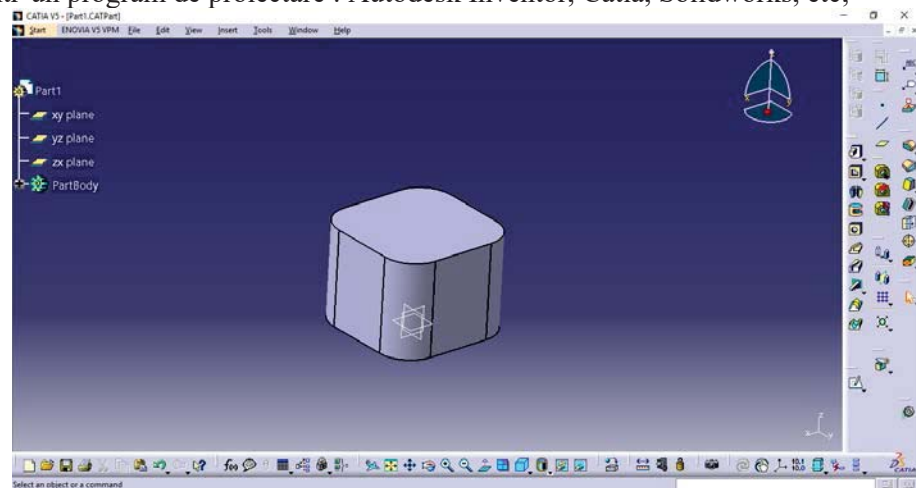


Fig. 6. Piesa modelată în CATIA

2. Se va salva piesa într-un fișier cu extensia .stl;
3. Se introduce piesa într-un program de realizare a codului G;

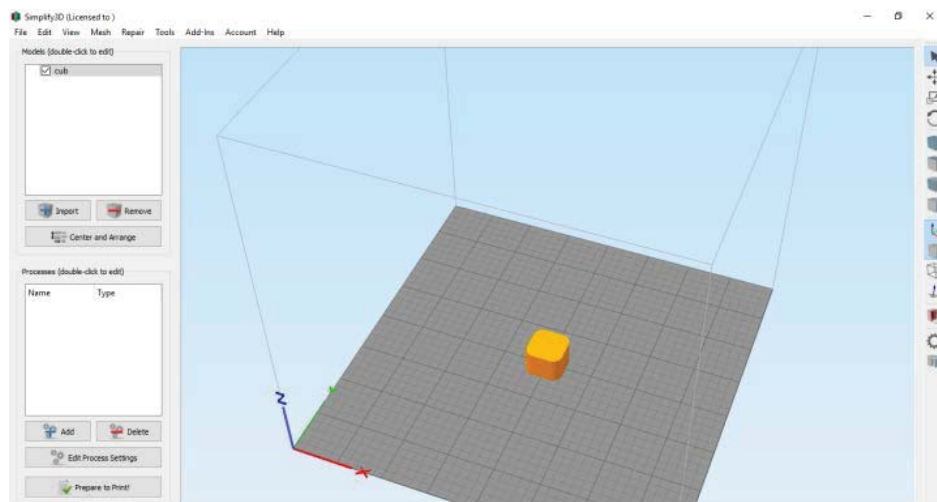


Fig. 7. Piesa in Simplify 3D

4. Alegerea unor parametri de executare a codului G;

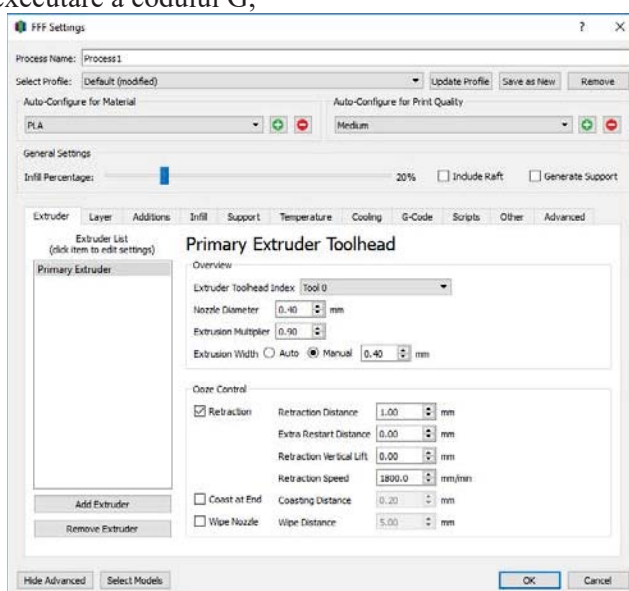


Fig. 8 Alegerea parametrilor de realizare a codului G

5. Executarea programului de printare a piesei.

7. Concluzii

În concluzie, în lucrarea prezentă am încercat să facem referire și la ramura programării unei imprimante 3D folosind codul G, parte a codului care este mai puțin cunoscută de către majoritatea utilizatorilor.

Studiul efectuat asupra subiectului prezentat va continua, dorindu-se aprofundarea noțiunilor legate de Codul G aferent unei imprimante 3D și îmbunătățirea imprimantei și a programării acesteia în scopul realizării pieselor cu precizie ridicată.

De asemenea se dorește și efectuarea unei cercetări asupra modului de depunere a materialului care poate să fie pe diferite direcții.

Astfel efectuată cercetarea respectivă și pusă în practică este interesant de observat și analizat proprietățile fizico-mecanice ale pieselor create în diferite moduri.

De asemenea este interesant de observat posibilitatea limitării materialului în zona interioară a piesei, analizând în același fel proprietățile fizice ale piesei.

8. Bibliografie

- [1]. <https://www.scribd.com/doc/78243588/Programare-CNC> - accesat la data de 6-05-2018
- [2]. TONOIU Sergiu Cursul „Tehnologia Fabricării Produselor 2”
- [3]<http://www.holzmetall.eu/masina-cnc-de-gravat-si-frezat-routermax-mini-6090-deluxe-winter.html> - accesat la data de 7.05.2018
- [4] TONOIU Sergiu „Programarea convențională a sistemelor tehnologice comandate numeric”
- [5] TONOIU Sergiu „Tehnologia fabricării” Ed. Bren, 2010
- [6] TONOIU Sergiu „Programarea convențională a sistemelor de producție”
- [7]***”Simplify 3D Quick Start Guide” disponibil la https://www.simplify3d.com/wp-content/uploads/2014/06/S3D_QuickStartGuide_092314.pdf - accesat la data 06.05.2018
- [8]***disponibil la <http://marlinfw.org/docs/basics/introduction.html> - accesat la data 06.05.2018

SCHIMBAREA DE PARADIGMĂ A SECOLULUI XXI: SISTEMUL DE PRODUCȚIE FAȚĂ ÎN FAȚĂ CU RESURSA UMANĂ

BADEA Constantina - Cristina¹

¹Facultatea:IMST, Specializarea:TCM, Anul de studii: IV; e-mail: cristinabadea333@yahoo.com

Conducător științific: Conf.dr.ing. **Liliana POPA**

REZUMAT: Lucrarea își propune ca în contextul schimbării de paradigmă în domeniul general al sistemelor de producție și al managementului acestora să prezinte care sunt cerințele impuse resursei umane. Ținând seama de faptul că specialiștii din industria secolului XXI au parcurs un proces complex de formare în sistemul de învățământ universitar, vor fi prezentate opiniile și propunerile de îmbunătățire ale unui absolvent preocupat atât de adaptarea sistemului educațional la noile cerințe, cât și de creșterea șanselor de integrare pe piața forței de muncă a absolvenților, dar și de satisfacția pe care o pot avea absolvenții prin desfășurarea unei activități motivante.

CUVINTE CHEIE: paradigmă, sistem de producție, resurse umane, economie digitală, fabricare inteligentă.

1. Introducere

În abordarea acestei lucrări, care la prima vedere, ar putea apărea ca un studiu bibliografic al evoluției sistemelor de producție și al modificărilor necesare a fi făcute în pregătirea specialiștilor care să răspundă cerințelor economiei secolului XXI, s-a pornit de la câteva idei aparținând unor nume care au marcat cultura umanității și evoluția României și a Europei.

Acestea vor fi enunțate în cele ce urmează.

„Le véritable voyage de découverte ne consiste pas à chercher de nouveaux paysages, mais à voir avec de nouveaux yeux.” Marcel Proust, A la recherche du temps perdu

„Alege-ți profesia care îți place și nu va trebui să muncești nici măcar o zi din viața ta.” Confucius (551–479 IH)

„Nu văd România de astăzi ca pe o moștenire de la părinții noștri, ci ca pe o țară pe care am luat-o cu împrumut de la copiii noștri.” Discursul Regelui Mihai în Parlamentul României în 25.10.2011.

Referitor la primul citat, mesajul care s-a preluat este acela că, în orice domeniu, chiar acolo unde s-au făcut multe studii și analize, schimbarea modului de abordare, definirea unui alt scop ce ar trebui atins, abordarea problemei prin analiza rațională a altui cercetător, se pot releva aspecte noi, se poate ajunge la alte puncte de vedere și se pot deschide noi domenii de cercetare.

Această abordare din partea unui proaspăt absolvent, arată preocuparea pentru viitorul specialiștilor, absolvenți ai Facultății IMST, nu numai pentru inserția fizică pe piața forței de muncă, dar și pentru creșterea creativității printr-un punerea în valoare a potențialului fiecăruia, în mod particular (cel de al doilea citat).

Deși ar putea părea o abordare pretențioasă, se poate face o parafrază la cele spuse de Regele Mihai în Parlamentul României. Astfel, fiecare absolvent ar trebui să aibă o preocupare pentru dezvoltarea facultății pentru generațiile ce vor urma, ținând seama că facultatea nu este o moștenire de la antecesorii noștri – profesori și studenți – ci o organizație luată cu împrumut de la succesorii noștri – profesori și studenți. Această abordare indică necesitatea unei abordări responsabile a provocărilor legate de schimbarea de paradigmă referitoare la resursa umană în contextul schimbărilor apărute și previzionate în domeniul sistemelor de producție. Absolventul nu își propune să schimbe sistemul de învățământ, ci să prezinte percepția celui direct implicat în proces asupra cunoștințelor predate, respectiv, modul în care i se proiectează viitorul profesional.

2. Stadiul actual

Analiza schimbărilor din noua economie, așa cum s-a prezentat în lucrarea Schimbarea de paradigmă în managementul sistemelor de producție prezentată la Sesiunea științifică studențească în anul 2017, ne indică fără echivoc faptul că problematica dinamicii sistemelor de producție devine o problemă de cultură în care abordarea riguroasă inginerescă se îmbină firesc cu abstractizarea filosofică. Noțiuni ca paradigmă și schimbare de paradigmă, holism se asociază firesc cu cele de tipul economie digitală, fabricare inteligentă etc.

Nu se poate începe abordarea temei prezente fără a reaminti faptul că prin schimbarea condițiilor de piață, prin globalizare, sistemul de producție și modelul de afaceri trebuie concepute astfel încât să poată răspunde prompt unor modificări neprevăzute și organizate printr-o strategie globală care să determine ce produse trebuie dezvoltate, pentru care regiuni de pe glob, unde trebuie amplasate fabricile și cum să se integreze lanțurile de aprovizionare. Aceste probleme reprezintă esența revoluției industriale în producție și creează condițiile pentru schimbarea de paradigmă, ceea ce se poate observa și din fig.1. [1].

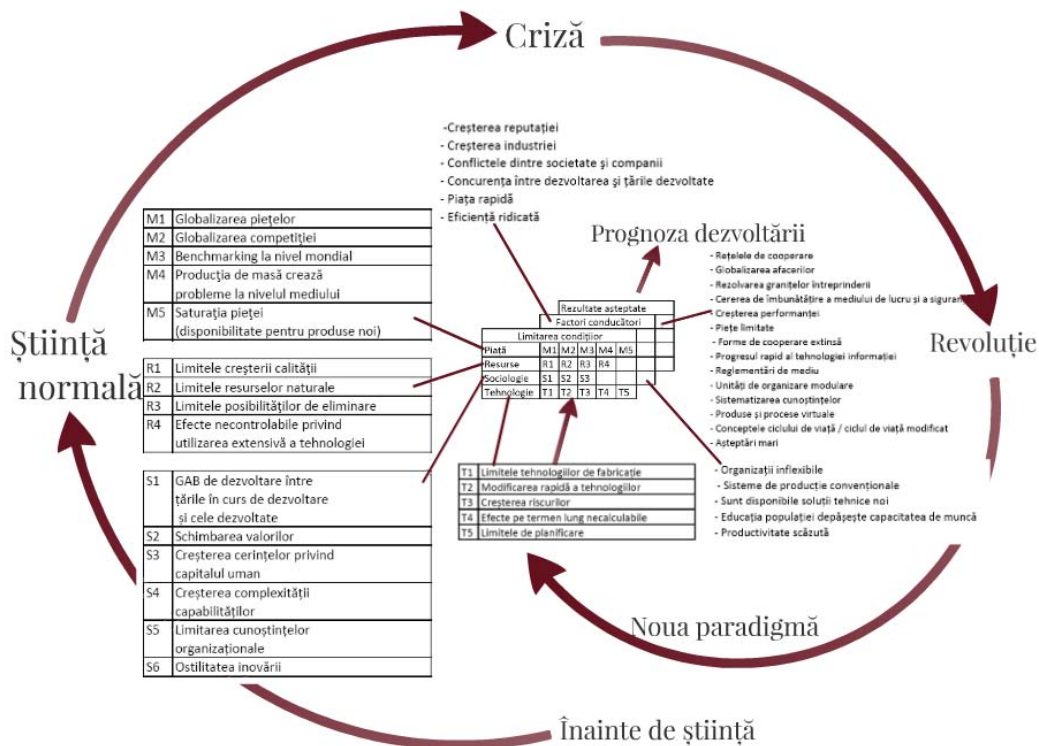


Fig.1 Dezvoltarea unei paradigme [1]

O privire de ansamblu asupra dezvoltării generale a sistemelor de producție se poate observa în fig.2. Ceea ce este de remarcat, este faptul că se pune în evidență și perioada pre-paradigmatică, 1970-1995. Aceasta prezintă importanță prin acumulările sale și prim modul în care fiecare etapă și-a pus amprenta pe sistemul de producție creat.

Fiecare nouă paradigmă de producție a apărut în urma construirii unui nou sistem de producție, care, la rândul său, a fost posibilă datorită implementării unui element sau instrument tehnic nou la momentul respectiv.

Pentru a ajunge la nivelul de dezvoltare al secolului XXI nu trebuie uitate etapele premergătoare, etape care coincid cu cele trei revoluții industriale și se continuă cu ultima revoluție tehnico-științifică, cunoscută sub denumirea de industrie 4.0, figura 3.

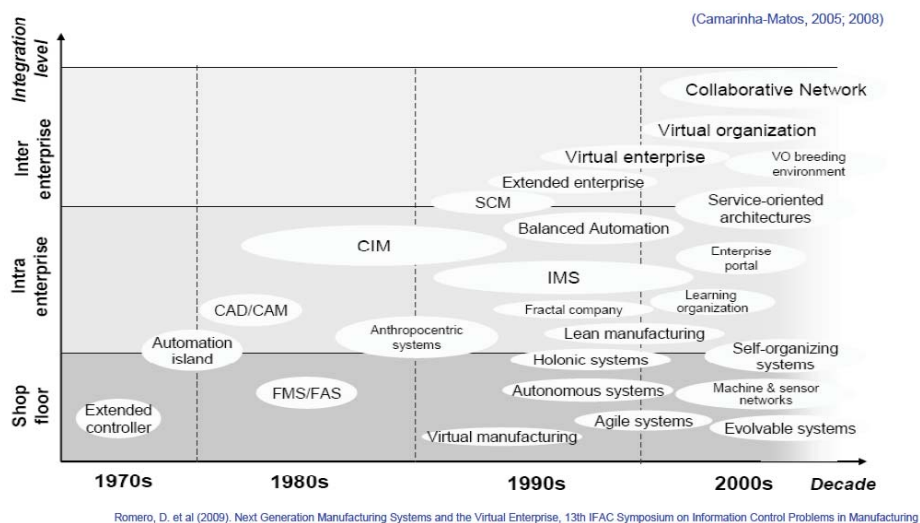


Fig.2. Tabloul general al dezvoltării sistemelor de producție [6]

Pentru a înțelege sistemul de producție în dinamica sa și pentru a poziționa resursa umană în acest context, figura 5 oferă o privire de ansamblu asupra factorilor cu rol de motor al evoluției. De asemenea, figura indică, într-o prezentare sintetică multe dintre aspectele de care trebuie să se țină seama în formarea specialiștilor secolului XXI.

3. Tehnologiile celei de a patra revoluții industriale

Tehnologiile celei de-a patra revoluții industriale sunt acele tehnologii care șterg limitele dintre sferele fizicii, digitalizării și biologiei în sistemele globale de producție.

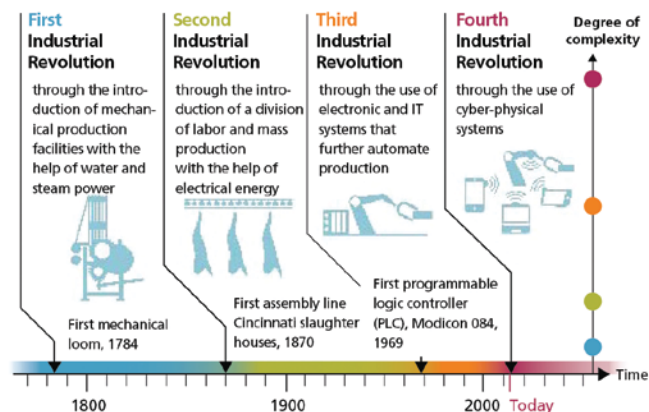


Figura 4. Revoluțiile industriale și sistemele de producție [7]

Ritmul actual al dezvoltării tehnologice exercită schimbări profunde asupra modului în care trăiesc și muncesc oamenii. Ea afectează toate disciplinele, economiile și industriile, poate nu mai mult decât producția și cum, ce, de ce și unde indivizii produc și livrează produse și servicii.

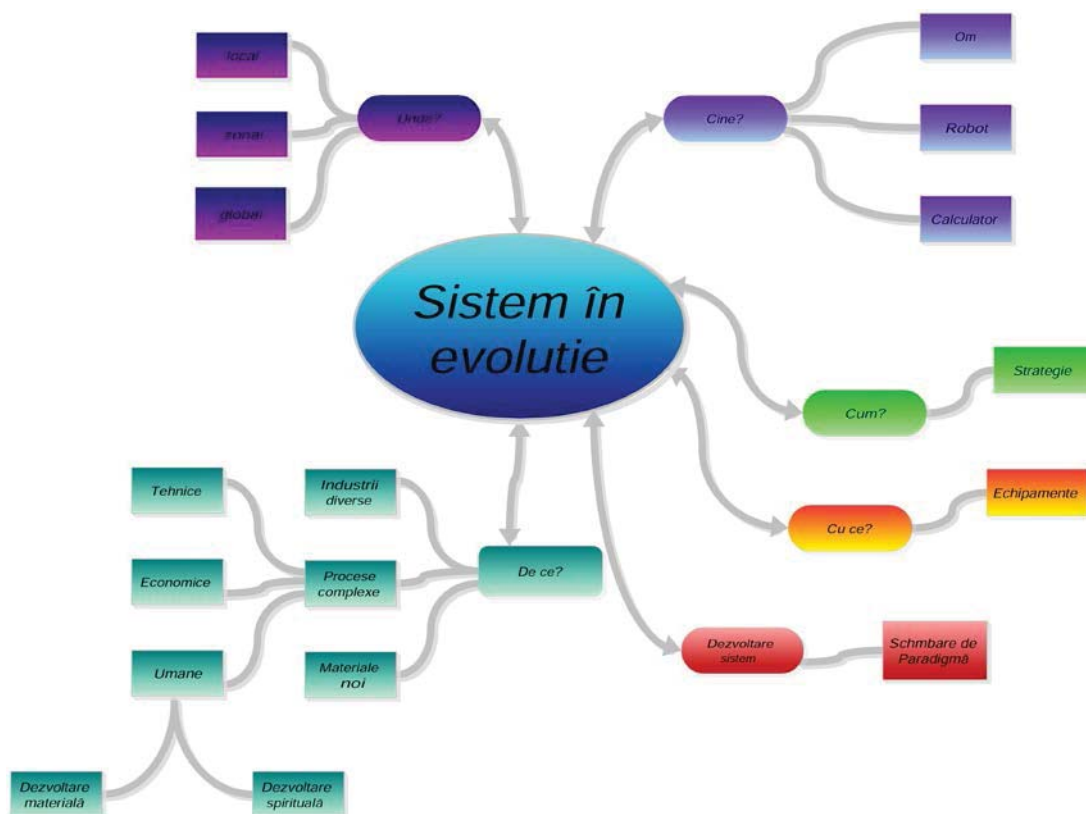


Fig. 5 Factori de influență în configurarea sistemelor de producție

În anul 2017, Forumul Economic Mondial, organizat de Organizația Internațională de Cooperare Public - Privat, propune un „radar” al tehnologiilor, figura 6.

Analizând acest „radar al tehnologiilor” se pune în mod automat problema pregătirii specialistului care va trebui să se implice în aplicarea și dezvoltarea acestor tehnologii.

Chiar și după o analiză amănunțită, apare cu claritate faptul că tehnologia viitorului privită prin prisma cunoașterii, aplicării, dezvoltării nu mai este strict o problemă de specialitate, ci este o problemă de cultură.

Specialistul trebuie să aibă o privire de ansamblu asupra dezvoltării tehnologice, să aibă suficiente cunoștințe pentru a previziona impactul fiecărei tehnologii asupra mediului social, asupra mediului fizic, asupra oamenilor etc. De asemenea, trebuie să aibă cunoștințe suficiente pentru a putea aborda multidisciplinaritatea noilor tehnologii, dar și pentru a conștientiza potențialele riscuri ale acestor noi abordări tehnologice.

4. Importanța pregătirii viitoarelor generații de ingineri pentru economia secolului

XXI

Exelența în economia secolului XXI a devenit un obiectiv strategic pentru anii următori cu impact atât asupra industriei, în particular, dar și asupra societății, în general. De asemenea, este recunoscut rolul industriei prelucrătoare, dar și al pregătirii cadrelor pentru această industrie.

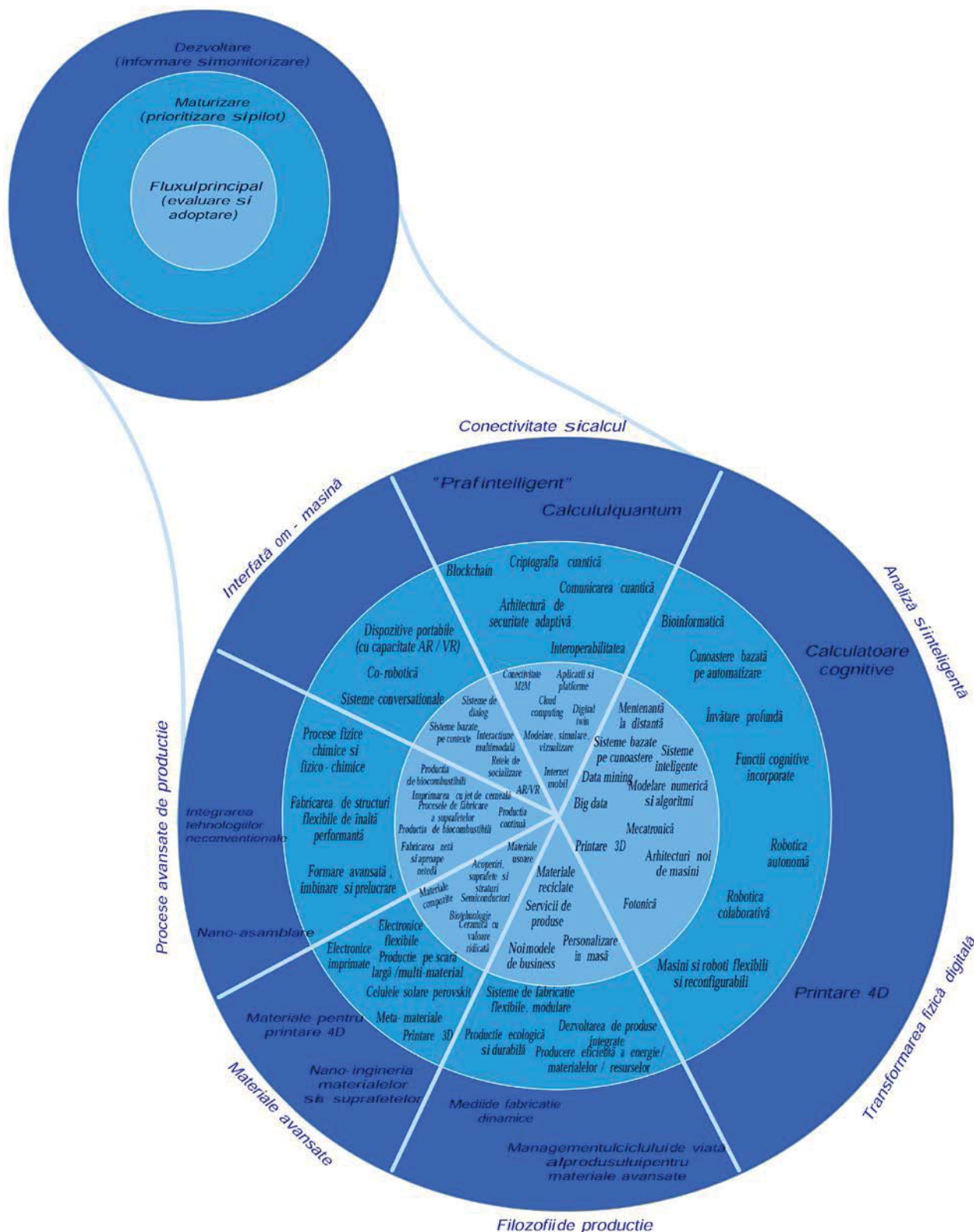


Fig.6 Radarul tehnologiilor [4]

În acest context, specialiştii de pe piaţa forţei de muncă au constatat că ritmul economic, social şi schimbările tehnologice au sporit decalajul dintre competenţele necesare industriei şi cele oferite de programele universitare. Această constatare a deschis calea unei abordări integrate

mediu academic – industrie pentru definirea conceptului de competență tehnică și pentru realizarea unui model de arhetip uman capabil să facă față unei producții inteligente și durabile.

În cele ce urmează, s-a încercat ca pe baza unor idei care sunt prezente în diferite studii consultate să se particularizeze o abordare pentru absolventul facultății IMST. Această aplicație nu se poate realiza decât după ce s-a răspuns la întrebările: „Cine” – profilul inginerului, destinat preponderent, industriei prelucrătoare a secolului actual; „Ce” – elemente din sistemul educațional vor configura profilul inginerului; „Cum” – modul în care se realizează pregătirea acestuia pentru crearea de competențe adecvate.

Preocuparea pentru eficientizarea instruirii se bazează pe unele observații care se cer a fi relevate, după cum urmează.

Industria prelucrătoare a jucat un rol fundamental rol în toate economiile de la revoluția industrială și continuă să fie una dintre sursele majore de bogăție pentru orice națiune, iar producția este responsabilă de creșterea bogăției precum și de satisfacerii cerințelor sociale [5].

În economiile moderne se apreciază că în anul 2065, generalizarea digitizării va înscrie întreprinderea într-o dublă dimensiune în care realul și virtualul se completează reciproc, într-un mod sistemic și holistic. Întreprinderea digitală combină tehnologia, ecologia și calitatea vieții și este o organizație ce combină ce este mai bun în cele două lumi (fizică și digitală).

Noua generație de ingineri va trebui să implementeze o nouă generație de metode și mijloace care să sprijine dezvoltarea de noi produse, luând în considerare întregul ciclu de viață al produsului, costurile acestuia și amprenta pe mediu a acestuia.

Pentru o inovație radicală în configurarea capitalului uman care se realizează în institutele de învățământ superior trebuie prezentată perspectiva istorică în care are loc această dezvoltare, tabelul 1, [4].

Tabelul 1. Schimbarea de paradigmă în economie și în educația inginerască

	Economia industrială	Economia digitală	Vectori ai schimbării	Societatea cunoașterii durabile
Perioada	Sec. XIX - XX	Sec. XX - XXI		Sec. XXI
Tip produs	Cost redus al produsului	Produse personalizate	Reducerea costurilor de fabricație; Timpul de dezvoltare al produsului	Produse ecologice, cu valoare adăugată mare
Tehnologie	Sisteme automatizate, calculatoare, celule flexibile	Tehnologia informației și a cunoașterii (TIC)	Reparația – reutilizarea –recuperarea - reciclarea produselor și materialelor utilizate	Tehnologii nano – bio – info - cogno
Educația inginerască	Institute cu profil tehnic bazate pe practici industriale	Știința în Educația inginerască : Universitatea și Industrie entități diferite	Progresele tehnologice	Cercetarea – inovare integrată
Profilul inginerului	Specialist în tehnologie cu puternice abilități practice	Specialist în știința tehnologiei cu specializare pe verticală într-un singur domeniu	Creșterea demografică Criza energetică	Transdisciplinaritate, viziune holistică și sistemică
Procesul de dezvoltare a cunoștințelor	Prin practici industriale	Studii universitare de masterat , doctorat	Resurse critice limitate Creșterea șomajului	Învățare pe tot parcursul vieții

5. Provocări pentru educația inginerilor în domeniul fabricației

În literatura de specialitate,[2] se relevă faptul că programele continuă să-și asume un set de competențe pe baza datelor de acum zeci de ani care nu pot să concureze în mediul de afaceri competitiv de astăzi. Concluzia este că abilitățile necesare pentru o anumită piață trebuie să fie identificate în mod activ împreună cu industria pentru a oferi un plan educațional de realist.

Pornind de la aceste analize, așa cum s-a prezentat anterior, se vor oferi câteva răspunsuri la întrebările cheie: „cine, ce și cum”

Cine: Profil

În trecut, schimbările în tehnologie și în societate se reflectau în pregătirea inginerilor prin crearea de noi curricule și prin introducerea de noi discipline.

În zilele noastre, scenariul societății s-a schimbat. Inginerii trebuie să fie pregătiți din punct de vedere tehnic dar, în același timp, trebuie să înțeleagă implicațiile economice și tehnice ale deciziilor lor [3].

Inginerul viitorului ar trebui să aibă abilități analitice puternice, ca și inginerii de ieri dar, ar trebui să prezinte și ingeniozitate practică, creativitate în termeni de invenție, inovare și gândirea în afara domeniului sau în domenii de graniță, abilități de comunicare, abilități de afaceri și de management, leadership, un nivel ridicat al standardului etic, profesionalism, dinamism, agilitate, reziliență, flexibilitate și capacitatea și disponibilitatea de învățare pe tot parcursul vieții .

Competențele antreprenoriale ale noului trebuie să îi permită să poată identifica, dobândi, dezvolta, proteja, și tehnologia de transfer, gestionarea proiectelor și să dezvolte idei noi, generând tehnologii noi bazate pe oportunități, pentru a crea economii și valoarea socială.

Ce: Conținut

Soluțiile pentru problemele mari de inginerie vor fi abordate interdisciplinar. Uneori, titularii disciplinelor de specialitate în ingineria fabricării pot fi conservatori în cursurile pe care le oferă și, în acest context, absolvenții pot fi lipsiți de o pregătire concordantă cu " lumea reală" a noilor tehnologii. Se generează astfel un dezechilibru din cauza distanței tot mai mari dintre sistemul educațional și mediul din industrie prin uzura competențelor. Din consultările întreprinse în marile universități din lume [4] s-a desprins un set de competențe specifice fabricației care se referă la : dezvoltarea extinsă a produselor, afaceri digitale de-a lungul lanțului de aprovizionare, resurse de producție și managementul ciclului de viață al produselor, proiectarea sistemelor inteligente de fabricație, modelarea și simularea produselor și a întreprinderilor, inovarea, spiritul antreprenorial. Toate acestea indică faptul că, pe lângă abilitățile tehnice fundamentale, inginerului viitorului trebuie să proiecteze în mod pro activ sisteme inovatoare și de înaltă tehnologie pentru a satisface nevoile pieței.

Cum: abordarea învățării

Educația pentru formare trebuie să depășească abordarea învățării pasive și să fie bazată pe proiecte și pe acțiuni. Capacitățile viitorilor ingineri ar trebui dezvoltate în practici pentru a satisface în mod pro activ competențele necesare realității industriale. În plus, față de transmiterea bazelor disciplinelor de inginerie, universitățile ar trebui să implice studenții lor în proiecte, dobândind astfel experiența practică în companii. Aceasta vizează dezvoltarea capacității lor de rezolvare a problemelor în proiectarea și fabricarea produselor complexe.

De primă importanță este introducerea de stagii de practică industrială în domeniul de studiu pentru a oferi cunoștințe și înțelegere practică, fapt care nu este posibil în sala de curs. Aceasta activitate practică va determina o cunoaștere profundă a managementului complex al sistemelor, o viziune holistică și o abordare integrată a soluționării problemelor. Studenții trebuie să ia în considerare toți factorii de management și tehnici asociate cu dezvoltarea produsului -

chiar folosind instrumente de simulare - luând în considerare aspectele legate de impactul asupra mediului, durabilitatea, analizarea ciclului de viață al produsului și un lanț de aprovizionare simplificat. Integrarea nevoilor tehnice și organizaționale se află la baza dezvoltării următoarei generații ingineri pentru a servi industria secolului XXI.

Cum: Strategie

Concepția modernă asupra strategiei de realizare a noului specialist separă actul de învățare de activitatea practică de aplicare a cunoștințelor. Exisă așadar o „fabrică de învățare” care este facultatea și o unitate virtuală, „fabrica de învățare practică”, în care studenții, în special din anii terminali să își pună în valoare competențele dobândite privitoare la producția bazată pe cunoaștere, competitivă și durabilă.

Se depășește astfel modelul tradițional de includere a problemelor industriale existente la un moment dat în mediul academic. Studentul (absolventul) va fi pus față în față cu noua industrie, va avea o privire de ansamblu asupra problemelor cu care se va confrunta ca specialist, oferindu-i-se astfel posibilitatea de a înțelege mai bine ansamblul cunoștințelor dobândite.

Tabelul 2 Tendințe și schimbări pentru procesul educațional

Itemul	Tendința	Schimbarea
Cine : Profilul	Învățământul de producție trebuie să creeze un profil "holistic" cu o perspectivă sistemică.	Inginerul viitorului ar trebui să posede capacități de afaceri și antreprenoriale pentru a reuși în societatea durabilă și a cunoașterii.
Ce : Conținut	Educația pentru producție trebuie să adopte o abordare interdisciplinară pentru a depăși separațiile tradiționale dintre discipline.	Universitatea are nevoie să conceapă și să gestioneze modele de învățare pentru a integra dinamic domenii diferite de specializare, de la managementul de afaceri la tehnologie.
Cum : Învățare	Educația pentru producție trebuie să depășească abordarea învățării pasive și să fie orientată spre proiect și acțiune.	Universitatea trebuie să regândească abordările de predare și învățare pentru a oferi viitorilor ingineri posibilitatea de a gestiona în mod pro activ probleme și sisteme complexe.
Cum : Strategie	Sistemul educațional trebuie să se deplaseze în ceea ce privește rețelele complexe și relațiile și integrarea simbiotică între cercetare, educație și inovare.	Educația în domeniul educației poate beneficia doar de parteneriat și de relaționarea cu contextul industrial.

6. Studiu de caz pentru Facultatea IMST

Modul în care Facultatea IMST, respectiv Departamentul TCM, se încadrează în exigențele dezvoltării ingineresti a secolului XXI nu poate fi prezentat fără a face o scurtă trecere în revistă a istoricului Departamentului. Aceasta se va face prin prisma celor prezentate anterior.

Analizând monografia Departamentului TCM, care cuprinde, în același timp, și aspecte din istoricul Facultății TCM (IMST), se pot observa aspectele ce vor fi prezentate în continuare.

Înființarea catedrei și a facultății reprezintă o reacție la dezvoltarea economică a țării și relevă importanța tehnologiei în ansamblul economiei românești. Acest fapt ar putea părea o dezvoltare locală (națională) dacă nu s-ar ține seama că pregătirea inițiatorilor și întemeietorilor facultății și specializării TCM îmbina pregătirea inginerescă în școlile de inginerie vestice cu pregătirea din estul Europei, respectiv URSS. Pe lângă pregătirea de specialitate, toți cei implicați în dezvoltarea domeniului tehnologic au reprezentat și modele umane deosebite, cu tărie de caracter și o mare dragoste pentru meseria de inginer, dar și cea de dascăl. S-au cultivat astfel, prin exemplu personal, valorile morale și etice la viitorii ingineri.

Toate aceste elemente plus dorința de performanță au generat și o determinare extraordinară pentru alinierea învățământului tehnic românesc, de multe ori cu mijloace limitate, la cerințele naționale și internaționale.

Referitor la actualul Departament TCM, a pornit de la gestionarea unei singure specializări – TCM, urmând apoi, ca răspuns al cerințelor, apariția altor specializări: Tehnologii și echipamente neconvenționale, Inginerie economică industrială, iar în ultimul an Informatică aplicată în ingineria industrială.

Această preocupare pentru pregătirea tinerilor a fost dublată de înființarea a 8 specializări de masterat.

Încă de la înființarea specializării s-a urmărit realizarea unei strânse legături cu problemele industriei prin contracte și parteneriate cu institutele de cercetări și întreprinderi reprezentative ale economiei românești.

Cunoașterea profundă a direcțiilor și a tendințelor de dezvoltare, dar și a problemelor cu care se confrunta economia s-a reflectat și în structura planurilor de învățământ. Astfel, s-au introdus discipline care să completeze pregătirea studenților, un exemplu fiind cele din categoria Proiectare asistată de calculator, o parte din proiectele de diplomă erau realizate pe bază de contract cu diferite întreprinderi, studenții aveau în planul de învățământ o activitate numită „Atelier de Cercetare – Proiectare (ACP) timp de trei zile pe săptămână, activitate care se desfășura în cadrul întreprinderilor. La această activitate, sub îndrumarea unui cadru didactic și cu suportul asigurat de specialiștii din producție, studenții își realizau proiectele de an, dar și proiectul de diplomă, iar susținerea acestora se realiza tot în întreprindere.

O analiză a acestei etape de dezvoltare ne conduce la concluzia că exista o preocupare permanentă de acordare a pregătirii studenților cu cerințele de pe piața muncii. O observație importantă este aceea că în perioada anterioară anilor '90 pregătirea studenților era centrată majoritar către proces.

Deschiderea oferită de schimbările politice, sociale și economice de după anii '90 a permis un acces mult mai ușor la realitățile economice europene și la noi surse de informare. Alături de aceste schimbări, accelerarea procesului de globalizare, posibilitățile extinse de mobilitate a forței de muncă au determinat o schimbare esențială de optică privind pregătirea studenților, atât în privința ariei curriculare, dar și în structura învățământului.

De asemenea, prin programele de studii, chiar și prin modificarea denumirii facultății (din TCM în IMST) indică o altă abordare a pregătirii studenților, pregătire axată pe sistem.

Faptul că practica studenților se desfășoară preponderent după anul 3 de studii pe o perioadă mai lungă de timp arată preocuparea pentru eficientizarea acestei activități în sensul că studenții au dobândit deja cunoștințele de bază în pregătirea inginerescă și pot urmări și înțelege mult mai bine activitățile care se desfășoară în societățile în care își satisfac stagiul.

Iminența digitalizării economiei, despre care s-a vorbit anterior, s-a reflectat în înființarea specializării de Informatică aplicată în inginerie. Absolvenții acestei secții, prin programul lor de pregătire, vor reprezenta interfața dintre specialistul în TCM și informatician.

Ca absolvent al specializării TCM, care a avut dorința de a studia și a vedea cum îi va fi proiectată devenirea profesională în viitor, îmi voi exprima, cu modestie, în continuare, câteva gânduri care reflectă percepția celui „din bancă” asupra unor aspecte din ciclul de pregătire de licență.

Necesitatea unei abordări sistemice a pregătirii ingineresti. Astfel, încă din anul I să se conceapă un „radar” al disciplinelor studiate pe parcursul celor patru ani cu prezentarea rolului lor, chiar dacă studenții nu au încă o viziune clară asupra domeniului lor de specializare. De asemenea, la începutul fiecărui curs, pe această structură să se prezinte **în detaliu locul și rolul disciplinei** în ansamblul pregătirii lor, dar și **legătura** cu alte discipline din programul de studii.

Pentru eficientizarea practicii. Programa de practică să introducă obligatoriu necesitatea cunoașterii societăților în ansamblul lor, cu toate serviciile funcționale. Studentul va trebui să afle care este legătura tehnologului cu aceste servicii și care este impactul deciziilor lui asupra

funcționării, în ansamblu, a firmei. De asemenea, s-ar simți necesară prezența cadrelor didactice care să evidențieze cum se articulează cunoștințele teoretice predate în facultate cu aspectele practice studiate în firmă.

Pentru dobândirea unor competențe utile absolventului pentru activitatea de cercetare – dezvoltare. Alături de cursul Bazele cercetării experimentale să existe o formă de instruire practică referitoare la redactarea unei lucrări științifice, la „tehnologia de cercetare” etc.

Pentru îmbunătățirea abilităților de comunicare. Să se extindă finalizarea unor cursuri cu proiecte care să fie susținute în cadrul grupei, și, eventual să crească ponderea disciplinelor la care să se desfășoare și examen oral.

Pentru îmbunătățirea abilităților de a lucra în echipă. Inițierea de activități în care să fie implicați cu sarcini precise toți membrii unei echipe, existând posibilitatea de a aprecia implicarea fiecăruia în rezolvarea unei probleme.

Pentru profilul moral al absolventului. În toate activitățile desfășurate în cadrul programului de studiu să se accentueze importanța cultivării valorilor morale, a eticii, a valorilor, a patrimoniului cultural și științific național și internațional.

7. Concluzii

Ca un corolar al celor prezentate în lucrare, se pot menționa următoarele:

- pregătirea inginerului în secolul XXI iese din problematica strictei specialități și devine o problemă de cultură;
- abordarea holistică a formării profesionale devine o necesitate stringentă;
- noțiunile de interdisciplinaritate, transdisciplinaritate devin și ele niște coordonate ale pregătirii viitorului inginer și conduc la construirea unei viziuni integrative a domeniului studiat;
- necesitatea cultivării valorilor etice ale profesiei și a respectului pentru oameni și munca lor.

8. Bibliografie

- 1 Kuehnle, H. (2007) Post mass production paradigm (PMPP) trajectories Journal of Manufacturing Technology Management, Volume 18, Number 8, 2007, pp. 1022-1037(16)
- 2 R. I. Lerman, Building a wider skills net for workers: A range of skills beyond conventional schooling are critical to success in the job market, and new educational approaches should reflect these non cognitive skills and occupational qualifications, *Issues in Science and Technology*, 24(4), 2008, pp. 65–72.
- 3 G. Mason, Results of an industry survey on manufacturing engineering and manufacturing engineering education, *Journal of Engineering Education*, 87(3), 1998, pp. 211–214.
- 4 Secundo, G., Passiante, G., Romano, A., Moliterni, P. Developing the Next Generation of Engineers for Intelligent and Sustainable Manufacturing: A Case Study *International Journal of Engineering Education* Vol. 29, No. 1, pp. 248–262, 2013
- 5 D. O’Sullivan, A. Rolstada’s and E. Filos, Global education in manufacturing strategy, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 22(5), 2011, pp. 663–674.
- 6 *** control.org/5/3/events/incom2009-folder/presentations-at-the-ein-track/session-we-c6/INCOM09_NGMSVE_Presentation.pdf (accesat 2018)
- 7 ***://www.eenewseurope.com/news/realizing-industry-40-essential-system-considerations

ANALIZA SITUAȚIEI FINANCIAR PATRIMONIALE A UNEI SOCIETĂȚI COMERCIALE ȘI CALCULUL INDICATORILOR DE PERFORMANȚĂ

BARBU Diana-Maria

Facultatea: IMST, Specializarea: Inginerie Economică Industrială, Anul de studii: IV, e-mail: b.diana195@gmail.com

Conducător științific: Asist.dr.ing. Petre-Gheorghe TIRIPLICĂ, Conf.dr.ing. Mădălin-Gabriel CATANĂ

REZUMAT: În prezenta lucrare intitulată "Analiza situației financiare patrimoniale a unei societăți comerciale și calculul indicatorilor de performanță" se realizează o analiză a activității unei societăți comerciale existente. În această analiză este surprinsă evoluția departamentelor de bază ale societății, cu identificarea aspectelor principale care influențează rentabilitatea acesteia.

CUVINTE CHEIE: Analiză financiară, indicatori de performanță, analiza cash-flow-ului.

1. Introducere

Analiza financiară reprezintă un mijloc indispensabil în elaborarea unor planuri reale, temeinice fundamentate din punct de vedere științific [2].

Analiza financiară patrimonială constă în studiul metodic al situației și evoluției unei întreprinderi, sub aspectul structurii financiare și al rentabilității, plecând de la bilanț, contul de rezultate și alte informații oferite de întreprindere, mai ales în anexele la bilanț și raportul anual [2].

În continuare, se va folosi numele fictiv S.C. AMIRAL ICEE S.A. din motive de confidențialitate.

S.C. AMIRAL ICEE S.A. este o societate pe acțiuni, cu capital social integral privat mixt (romano-italian), înființată în 2005, având o activitate cu o tradiție de peste 30 de ani în producție de componente electronice pasive. [4]

S.C. AMIRAL ICEE S.A., a început activitatea în 2005 cu 24 de angajați, având ca obiect principal de activitate comercializarea produselor de uz casnic și gospodăresc, produselor electronice și electrotehnice, aparataj electric de joasă tensiune etc. [4]

Ulterior, în 2008 societatea își extinde activitatea și în domeniul de producție cu un număr de 280 de angajați, prin fabricarea de :

- produse electrice și electrotehnice (Fig. 1): ciocane de lipit, aparate de alungat țâțari, incubatoare electrice, etc.;



Fig. 1 Produse electrice și electrotehnice [4]

- produse de uz casnic și gospodăresc (Fig. 2): mori agricole, robot agroforest, zdrobitor de fructe, zdrobitor manual de struguri, storcator manual de sfeclă, răzătoare de nuci și legume, răzătoare de varză etc.;



Fig. 2 Produse de uz casnic și gospodăresc [4]

- aparataj electric de joasa tensiune (Fig. 3): prize, întrerupatoare, prelungitoare electrice, derulatoare, ștehere, cuple, doze, etc..



Fig. 3 Aparataj electric de joasa tensiune [4]

2. Stadiul actual

În prezent, societatea desfășoară o activitate continuă și profitabilă. Deși activitatea societății a fost profitabilă, se pune problema de evaluare și de reglare a procesului. Această analiză își propune identificarea stării de echilibru la nivelul firmei.

3. Analiza situației financiar patrimoniale a unei societăți comerciale prin calculul indicatorilor de performanță

Obiectivul acestei analize este acela de a stabili și urmări evoluția ponderilor diferitelor elemente patrimoniale. În continuare se vor nota anii analizați, respectiv 2016 cu t_0 , iar anul, 2017, cu t_1 .

3.1 Întocmirea și prezentarea bilanțului financiar

Bilanțul financiar derivat din bilanțul contabil este prezentat pentru anii t_0 și t_1 , după cum urmează.

3.1.1 Elemente patrimoniale ale activului

La data de 31.12.2016 și, respectiv 31.12.2017 patrimoniul societății avea următoarea structură:

a) Active immobilizate

Activele immobilizate reprezintă bunurile și valorile cu o durată de utilizare mai mare de un an și care nu se consumă la prima utilizare [1], acestea fiind împărțite în trei categorii:

- immobilizări corporale;
- immobilizări necorporale;

- imobilizări financiare.

Valorile activelor imobilizate ale societății sunt prezentate în tabelul 1:

Tabelul 1 Valoarea activele imobilizate

	Valoare [lei]	
	2016	2017
Active imobilizate	3607520	4121028
Imobilizări corporale	1369815	1883323
Imobilizări necorporale	7906	7906
Imobilizări financiare	2229799	2229799

Ponderea activelor imobilizate pentru anul t_0 respectiv, anul t_1 se prezintă în Fig. 4:

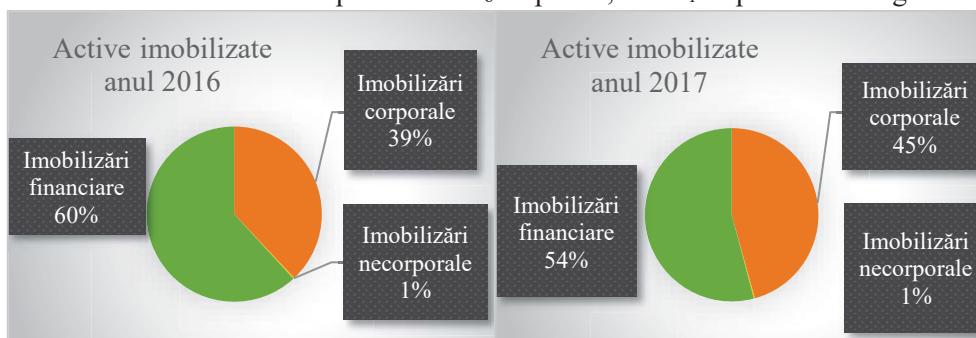


Fig. 4 Ponderele activelor imobilizate

Activele imobilizate ale societății aveau valoarea 4121028 lei la sfârșitul anului t_1 , înregistrând o creștere în valoare de 513508 lei față de anul anterior, t_0 . Imobilizările financiare și imobilizările necorporale au aceeași valoare în anii analizați. Imobilizările corporale au crescut în anul t_1 cu 5%, deoarece costul transportul a crescut considerabil față de anul anterior.

Rata activelor imobilizate se calculează ca raport între activele imobilizate și totalul bilanțului, această rată arătând de fapt ponderea elementelor patrimoniale ce servesc întreprinderea în mod permanent [1].

Acest indicator măsoară gradul în care capitalul a fost investit în imobilizări [1]. Valorile acestei rate, calculate cu relația (1) [1] sunt prezentate în tabelul 2:

$$R_{Ai} = \frac{AI}{TA} * 100 [\%] \quad (1)$$

unde:

- R_{Ai} - rata activelor imobilizate;
- AI – activele imobilizate;
- TA – total activ.

Tabelul 2 Calculul ratei activelor imobilizate

Anul	Calculul ratelor activelor imobilizate
2016	$R_{Ai0} = \frac{3607520}{10348082} * 100 = 34,86\%$
2017	$R_{Ai1} = \frac{4121028}{10861590} * 100 = 37,94\%$

În anul t_1 rata activelor imobilizate crește cu 3,08% față de anul t_0 deoarece cresc activele imobilizate.

b) Activele circulante

Activele circulante sunt bunuri și valori care participă la un singur circuit economic, fiind deținute pe termen scurt de către societate. Din punct de vedere al structurii, activele circulante se împart în stocuri, creanțe, investiții pe termen scurt, casa și conturi în bănci [1]. Valorile activelor circulante ale societății sunt prezentate în tabelul 3:

Tabelul 3 Valorile activelor circulante

	Valoare [lei]	
	2016	2017
Active circulante	6386032	6740562
Stocuri	3750658	3899689
Creanțe	1985254	2165977
Disponibilitatea din casă și bănci	650120	674896

Ponderea activelor circulante pentru anul t_0 respectiv anul t_1 este reprezentată în Fig. 5:

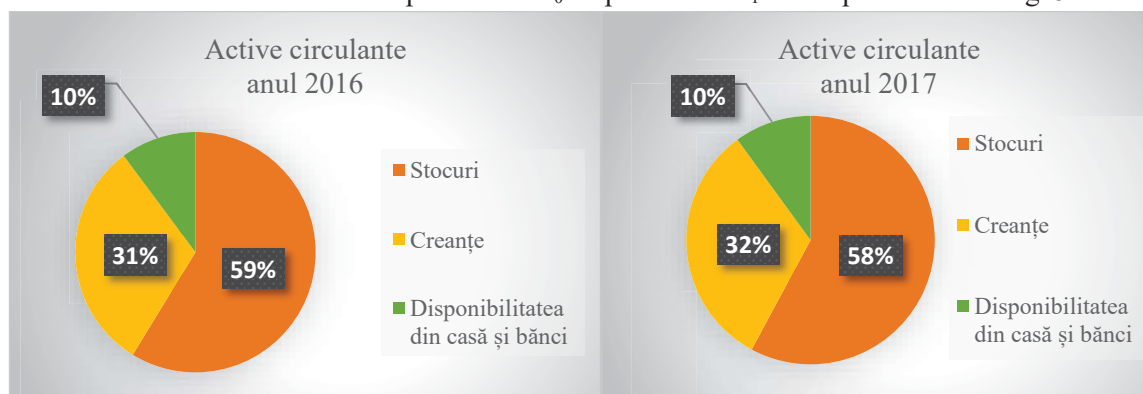


Fig. 5 Ponderea activelor circulante

Fluxul de numerar din cursul anilor analizați t_0 și t_1 demonstrează abilitatea societății de a acoperi cheltuielile curente și investițiile.

Rata activelor circulante (RAC) reflectă ponderea activelor circulante în totalul mijloacelor economice [1]. Rata se calculează cu relația (2) [1], iar valorile ratei sunt prezentate în tabelul 4.

$$R_{AC} = \frac{AC}{TA} * 100 [\%] \quad (2)$$

unde:

- R_{AC} - rata activelor circulante;
- AI – activele circulante;
- TA – total activ.

Tabelul 4 Calculul ratei activelor circulante

Anul	Calculul ratelor activelor circulante
2016	$R_{AC0} = \frac{6386032}{10348082} * 100 = 61,71\%$
2017	$R_{AC1} = \frac{6740562}{10861590} * 100 = 62,06\%$

Se observă o creștere de 0,34% în anul t_1 față de anul t_0 , creștere datorată majorării activelor circulante.

3.1.2 Pasivul bilanțului

Pasivul patrimonial al S.C. AMIRAL ICEE S.A. în anul t_0 și anul t_1 :

a) Capitaluri proprii

La 31.12.2017 societatea înregistrează capitaluri proprii în valoare de 9.134.790 lei, în creștere față de anul trecut cu valoarea de 470.690 lei. Valorile capitalurilor proprii pentru anii t_0 și t_1 sunt prezentate în Fig. 6:

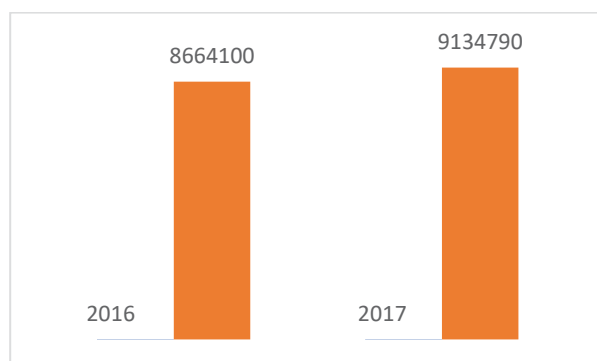


Fig. 6 Valori capitaluri proprii

Rezultatul exercițiului este profit în sumă de 2.047.192 lei. În condițiile actuale pe piață este un rezultat mai mult decât satisfăcător.

b) Datoriile societății

În anii analizați societatea a avut datoriile către furnizori și către bugetul de stat. Valoarea acestor datorii este prezentată în tabelul 5:

Tabelul 5 Calculul datoriilor

DATORII	Valoare [lei]	
	2016	2017
Datoriile societății	2216684	1745994
Datorii către furnizori	1421237	1021237
Datorii la bugetul de stat	795447	724757

Reprezentarea grafică a datoriilor societății din anii t_0 și t_1 (Fig. 7):

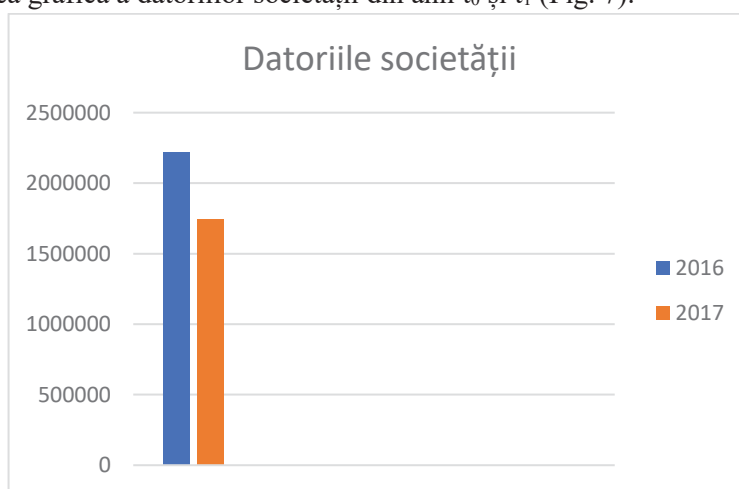


Fig. 7 Datoriile societății în anul 2016 și 2017

În Fig. 7 se observă o scădere a datoriilor în anul t_1 față de anul t_0 , deoarece în anul t_1 cheltuielile au fost mai mici, iar veniturile mai mari rezultând un profit mai mare ceea ce a oferit societății comerciale posibilitatea de a reduce datoriile către furnizori și bugetul de stat.

3.2 Contul rezultatului exercițiului

3.2.1 Venituri

Veniturile societății din anii t_0 și t_1 sunt reprezentate în Fig. 8:

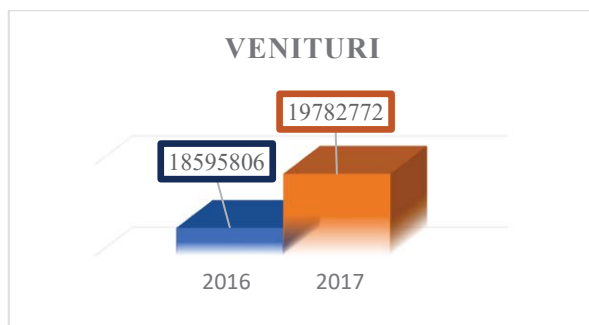


Fig. 8 Compararea veniturilor din anul t_0 și t_1

SC AMIRAL ICEE a înregistrat în anul t_1 venituri în valoare totală de 19.782.772 lei, în creștere față de anul t_0 cu 6%.

3.2.2 Cheltuieli

În anul t_1 , cheltuielile totale s-au situat la nivelul sumei de 17.716.088 lei, în scădere față de anul anterior cu 3,8%. Compararea cheltuielilor din anii analizați este reprezentată în Fig. 9.

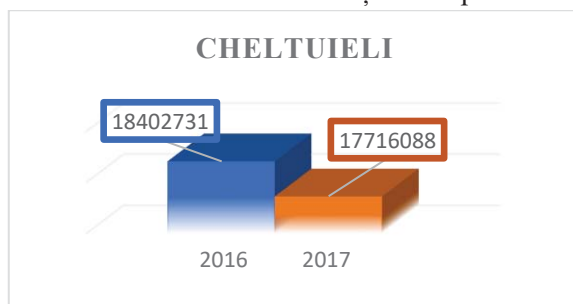


Fig. 9 Compararea cheltuielilor din anul t_0 și t_1

Cheltuielile din anul 2016 și anul 2017 (tabel 6) sunt împărțite astfel:

- cheltuielile cu alte servicii executate de terți;
- cheltuielile cu personalul;
- cheltuielile cu materiile prime și materiale;
- cheltuielile cu amortizările.

Tabelul 6 Valoarea cheltuielilor

	Valoare [lei]	
	2016	2017
Cheltuieli totale	18402731	17716088
Cheltuieli executate de terti	752123	686643
Cheltuieli cu personalul	6467146	6467146
Cheltuieli cu amortizari	228095	228095
Cheltuieli cu materii prime și materiale	10955367	6996136

Ponderile cheltuielilor sunt prezentate în Fig. 10:

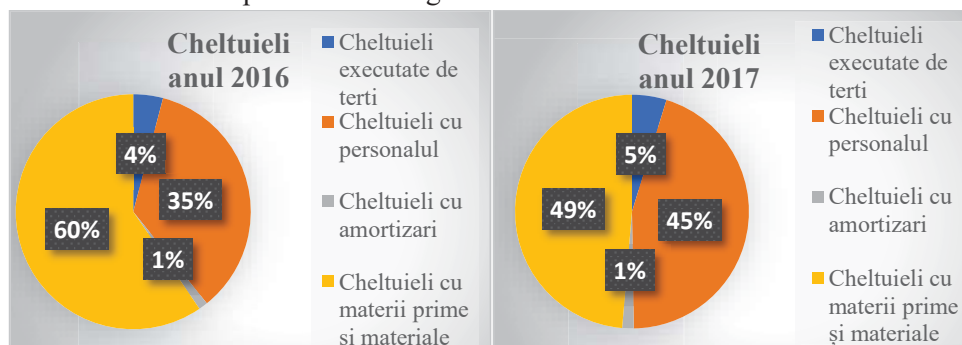


Fig. 10 Ponderea cheltuielilor din anul t_0 și t_1

Ponderea cea mai mare în cadrul cheltuielilor o ocupă cheltuielile cu materiile prime și materiale cu un procentaj de 60% din totalul cheltuielilor în anul t_0 respectiv 49% în anul t_1 . Cheltuielile cu personalul și cheltuielile cu amortizările au aceeași valoare în anii t_0 și t_1 .

3.2.3 Profit

S.C. AMIRAL ICEE S.A. a desfășurat, în anii 2016 și 2017, o activitate continuă și profitabilă. În Fig. 11 se prezintă profitul net obținut de societate în cei doi ani analizați.

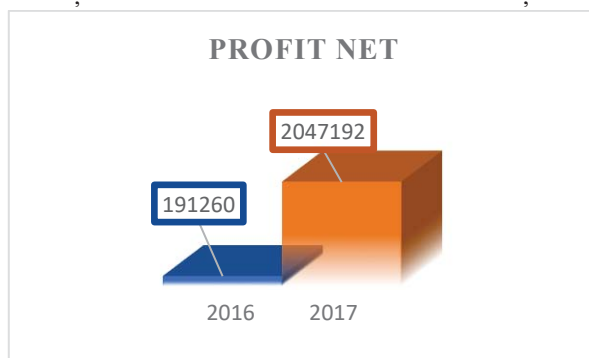


Fig. 11 Valorile profitului net

Repartizarea profitului pentru anii 2016-2017 este prezentată în tabelul 7, iar reprezentarea grafică în Fig. 12:

Tabelul 7 Repartizarea profitului

	Valoare [lei]	
	2016	2017
Investiții	41260	420153.92
Dividende	150000	1627038.08

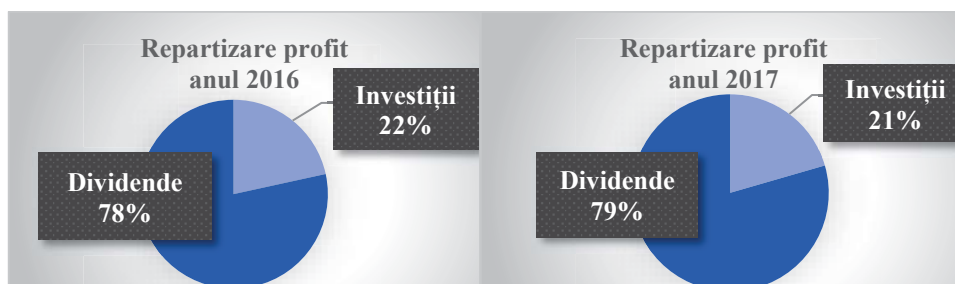


Fig. 12 Repartizarea profitului

În schema de mai sus se observă că majoritatea profitului a fost repartizat la dividende, respectiv 78% în anul t_0 și 79% în t_1 . Diferența a fost repartizată pentru investiții.

3.3 Analiza echilibrului financiar

Echilibrul financiar reprezintă legătura dintre nevoile întreprinderii pe de-o parte și resursele de care dispune aceasta pentru a desfășura activitatea pe o anumită piață, pe de altă parte. O condiție pentru asigurarea echilibrului financiar este aceea ca activele pe care le obține întreprinderea să fie acoperite de capitalurile care rămân la dispoziție pe o perioadă de timp cel puțin egală cu durata de viață a respectivelor active [2].

Pentru analiza echilibrului financiar se folosesc indicatori precum situație netă (SN), fond de rulment (FR), nevoie de fond de rulment (NFR), trezorerie netă (TN) [2]. Calculul acestor indicatori se efectuează în tabelul 8.

Tabelul 8 Calculul echilibrului financiar

Denumire indicatori	Formula calcul	2016	2017
Situație netă (SN)	$SN = \text{Capital propriu (CP)}$	8664100	9134790
Fond de rulment (FR)	$FR = \text{CP} + \text{Datorii pe termen lung} - \text{Imobilizări (IMO)}$	6477817	6034999
Fond de rulment propriu (FRP)	$FRP = \text{CP} - \text{IMO}$	5056580	5013762
Fond de rulment împrumutat (FRI)	$FRS = \text{FR} - \text{FRP}$	1421237	1021237
Nevoie de fond de rulment (NFR)	$NFR = (\text{stoc} + \text{creanțe}) - \text{Datorii curente}$	3519228	4319672
Trezorerie netă TN	$TN = \text{FR} - \text{NFR}$	2958589	1715327

Situația netă exprimă averea acționarilor. Valoarea acesteia pozitivă evidențiază faptul că societatea are o gestiune economică sănătoasă. Indicată ar fi ca situația netă, pe lângă o valoare pozitivă, să fie și crescătoare de la an la an [2]. Acest lucru se întâmplă în cazul societății. Faptul că indicatorul este crescător se datorează existenței și reinvestirii profitului net. Această creștere de la an la an redă o îmbogățire a patrimoniului întreprinderii.

Fondul de rulment exprimă realizarea echilibrului financiar pe termen lung. Acest lucru este exprimat prin valoarea pozitivă a acestuia [2]. Compania are un fond de rulment pozitiv, ceea ce înseamnă că există o marjă a capitalurilor permanente pentru finanțarea activelor curente nete. Se remarcă o descreștere a fondului de rulment reflectată prin atragerea suplimentară de resurse, prin creșterea mai rapidă a datoriilor pe termen scurt în raport cu creșterea activelor curente. Fondul de rulment poate fi analizat pe baza capitalului propriu, dar și a datoriilor pe termen lung și a provizioanelor [2]. În acest fel reies două componente ale acestuia: fondul de rulment propriu pe de-o parte și fondul de rulment împrumutat pe de altă parte. Fondul de rulment propriu reprezintă surplusul de capitaluri proprii față de imobilizările nete. Cel

împrumutat este diferența dintre fondul de rulment și cel propriu. Societatea are aceste două componente pozitive, ceea ce înseamnă că se apelează la împrumuturi pe termen lung și la capitalul propriu.

Nevoia de fond de rulment este expresia realizării echilibrului financiar însă pe termen scurt [2]. Faptul că acest indicator are o valoare pozitivă indică o creștere economică sănătoasă.

Fondul de rulment este mai mare ca valoare față de nevoia de fond de rulment. Faptul că fondul de rulment poate acoperi orice variație a nevoii fondului de rulment este puțin costisitor. De altfel excedentul de finanțare se regăsește sub forma de trezorerie netă. Aceasta exprimă echilibrul atât pe termen scurt cât și pe termen lung. Valoarea pozitivă a acesteia exprimă succesul companiei pe plan economic și o situație favorabilă a disponibilităților. Această valoare pozitivă se reflectă și în mărirea profitului. Deși reflectă o valoare pozitivă, aceasta scade în anul 2017 cu aproximativ 58%.

Analiza echilibrului financiar în anii t_0 și t_1 este prezentată în Fig. 13.

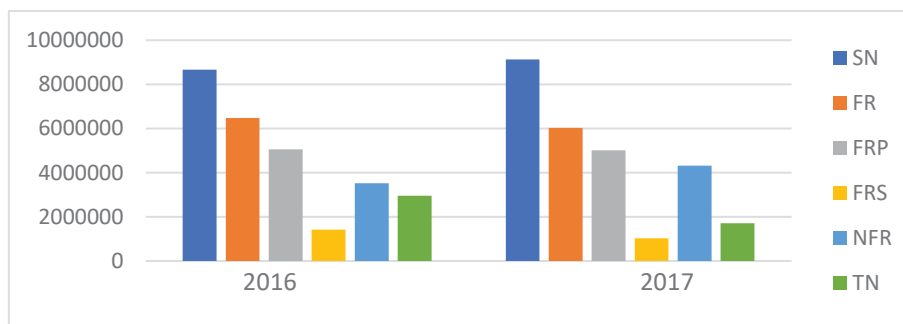


Fig. 13 Analiza echilibrului financiar

3.4 Analiza cash-flow-ului societății

Cash-flow-ul este reprezentat de diferența dintre încasări și plăți, pe când profitul(sau pierderea) este reprezentat de diferența dintre venituri și cheltuieli [2]. Calculul cash-flow-ului este prezentat în tabelul 9.

Tabel 9 Calculul cash-flow-ului

Denumire	Formula calcul	2016	2017
CF op.	$PN + Amo. - \Delta NFR$	-3099873	-2044385
CF inv.	$-(\Delta Imo. + Amo.)$	-3835615	-4349123
CF fin.	$\Delta CP + \Delta DTL - PN$	9894077	8108835
CF	$CF_{op.} + CF_{inv.} + CF_{fin.}$	2958589	1715327
CF expl.	$PB + Amo$	449957	2602838
CFD	$CF_{expl.} - Imo.brute - \Delta ACR nete$	-9543595	-8918117

În determinarea variației trezoreriei se folosesc trei categorii de fluxuri de numerar: operațional, investițional și financiar.

Cash-flow-ul operațional oferă informații cu privire la calitatea activității de gestiune curentă și capacitatea de a genera profit[2]. Valoarea cash-flow-ului din activitatea operațională este negativă, ceea ce arată o lipsă a performanței companiei.

Cash-flow-ul investițional oferă informații cu privire la politica de dezvoltare a întreprinderii[2]. La nivelul activităților de investiții, întreprinderea înregistrează în perioada analizată un deficit al încasărilor față de plăți datorat în principal de investițiile realizate de companie.

Cash-flow-ul de finanțare are valori pozitive datorită faptului că profitul net nu depășește valorile variațiilor capitalurilor proprii și a datoriilor pe termen lung.

În final cash-flow-ul întreprinderii este suma celor trei cash-flow-uri de gestiune, de investiții și de finanțare și este egal cu modificarea trezoreriei nete[2]. Valoarea pozitivă a acestuia arată o îmbogățire a activului, o creștere a averii proprietarilor.

Cash-flow-ul aferent activității de exploatare este pozitiv și crescător.

Cash-flow-ul disponibil reprezintă rezultatul diferenței dintre încasărilor și plățile rezultate din întreaga activitate a întreprinderii de gestiune (exploatare, financiare, excepționale) și operații de capital (investiții, dezinvestiții, finanțare)[2]. Acesta are valori negative în ambii ani.

Cash-flow-ul este un indicator foarte important pentru întreprindere. Pe baza acestuia se pot evalua proiectele de investiții. Cu cât acesta înregistrează valori mai mari, cu atât probabilitatea ca un proiect să fie fezabil este mai mare, având în vedere o investiție moderată, cu un cost al capitalului favorabil[2].

Analiza cash-flow-ului este reprezentată în Fig. 14.

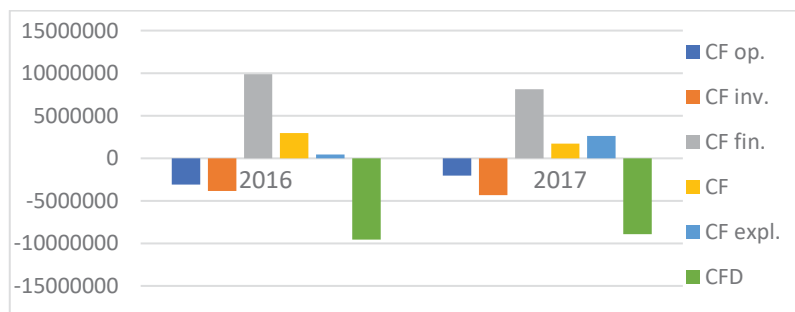


Fig. 14 Analiza cash-flow-ului

În Fig. 14 se observă variație asemănătoare a cash-flow-urilor pe parcursul celor doi ani analizați.

3.5 Analiza indicatorilor de performanță

Evoluția indicatorilor de performanță se va stabili după calcularea acestora. Principalii indicatori ce vor fi utilizați în aprecierea performanțelor societății comerciale sunt: rata rentabilității financiare, rata rentabilității economice, efectul de pârghie, rata profitului și rata utilizării activelor[3]. Pentru a calcula acești indicatori se utilizează datele din bilanțurile anuale ale societății din anii 2016 și 2017. Datele necesării calculului indicatorilor de performanță se află în tabelul 10.

Tabelul 10 Date pentru calculul indicatorilor

An	Profit net (PN) [lei]	Total venituri (V) [lei]	Total active (A) [lei]	Capital propriu (CP) [lei]
2016	191260	18595806	10348082	8664100
2017	2047192	19782772	10861590	9134790

- Rata rentabilității financiare (RRF) reprezintă eficiența utilizării capitalului pe care acționarii l-au investit în activitatea societății și se calculează cu relația (3) ca raport procentual între profitul net (PN) și capitalul propriu (CP) [3].

$$RRF = \frac{PN}{CP} * 100 [\%] \quad (3)$$

Evoluția ratei rentabilității financiare în anii t_0 și t_1 este prezentată în tabelul 11:

Tabelul 11 Rata rentabilității financiare în anii t_0 și t_1

Anul	Modul de calcul	Rezultat
2016	$RRF_0 = \frac{191260}{8664100} * 100$	$RRF_0 = 2,20\%$
2017	$RRF_1 = \frac{2047192}{9134790} * 100$	$RRF_1 = 22,41\%$

În cazul societății comerciale S.C. AMIRAL ICEE S.A., rentabilitatea financiară a înregistrat o creștere semnificativă în anul t_1 față de anul t_0 . Cauza diferenței mare a ratei rentabilității financiare în perioada analizată este faptul că capitalul propriu a crescut într-o pondere mai mare față de profitul net în anul 2016.

- Rata rentabilității economice (RRE) arată dacă resursele financiare au fost utilizate la capacitate maximă pentru a obține profit [3]. Acest indicator exprimă cel mai bine dacă activitatea este eficientă și se calculează cu relația (4) ca raport procentual între profitul net (PN) și total active (A) [3].

$$RRE = \frac{PN}{A} * 100 [\%] \quad (4)$$

Evoluția ratei rentabilității economice a societății comerciale în anii t_0 și t_1 este prezentată tabelul 12.

Tabelul 12 Rata rentabilității economice în anii t_0 și t_1

Anul	Modul de calcul	Rezultat
2016	$RRE_0 = \frac{191260}{10348082} * 100$	$RRE_0 = 1,8\%$
2017	$RRE_1 = \frac{2047192}{10861590} * 100$	$RRE_1 = 18,85\%$

Se poate observa cum în această perioadă, evoluția ratei rentabilității economice (RRE) este asemănătoare cu cea a ratei rentabilității financiare (RRF), astfel că valoarea mai mică s-a realizat în 2016, respectiv 1,8%, acest nivel fiind datorat crizei economice, activitatea societății devine ușor ineficientă.

Valoare mai ridicată înregistrată în anul 2017, respectiv 18,85% semnifică evoluția favorabilă a activității financiare, bazată pe creșterea semnificativă a profitului net și creșterea activelor.

- Efectul de pârghie (EP) este un important indicator pentru activitatea societății care exprimă cât de utilizate au fost resursele suplimentare care au ca efect mărirea rentabilității financiare. Dacă utilizarea respectivelor resurse este avantajoasă, adică costul acestora este mai mic sau egal cu rentabilitatea economică atunci EP este pozitiv. În caz contrar, efectul de pârghie va fi negativ. Efectul de pârghie se calculează cu relația (5) ca raport procentual între total active (A) și capitalul propriu (CP) [3].

$$EF = \frac{A}{CP} * 100 [\%] \quad (5)$$

Efectul de pârghie în anii t_0 și t_1 este prezentată tabelul 13.

Tabelul 13 Efectul de pârghie în anii t_0 și t_1

Anul	Modul de calcul	Rezultat
2016	$EP_0 = \frac{10348082}{8664100} * 100$	$EP_0 = 11,94\%$
2017	$EP_1 = \frac{10861590}{9134790} * 100$	$EP_1 = 11,89\%$

Putem observa cum acest indicator a înregistrat o ușoară scădere în anul 2017 față de anul 2016, ajungând la valoarea de 11,89%, cel mai probabil din cauza creșterii capitalului propriu în total pasive, determinând astfel diminuarea apelării la resursele suplimentare.

- Rata profitului (RP) se calculează cu relația (6) [3] ca un raport procentual între profitul net (PN) și total venituri (V) și reprezintă mărimea relativă a profitului (cât de profitabilă este activitatea totală a societății comerciale). Acest indicator mai este numit și marja netă a profitului. Rata profitului ne ajută să aflăm cât la sută din venituri este cu adevărat profitul. Costurile înregistrate în activitatea societății influențează mărimea ratei profitului. Dacă rata profitului este mică înseamnă că societatea înregistrează o activitate neprofitabilă și ineficientă, iar cu cât rata este mare, atunci societatea are o activitate eficientă, deci este mai stabilă. De regulă, valoarea acestui indicator se situează în intervalul 1%-15%, potrivit căruia se încadrează întreprinderile stabile [3].

$$RP = \frac{PN}{V} * 100 [\%] \quad (6)$$

Rata profitului în anii t_0 și t_1 este prezentată tabelul 14.

Tabelul 14 Rata profitului în perioada 2016-2017

Anul	Modul de calcul	Rezultat
2016	$RP_0 = \frac{191260}{18595806} * 100$	$RP_0 = 1,02\%$
2017	$RP_1 = \frac{2047192}{19782772} * 100$	$RP_1 = 10,34\%$

După cum se poate observa, în anul t_0 nivelul ratei profitului a fost destul de scăzut, respectiv 1,02%. În anul t_1 se observă o creștere semnificativă față de anul precedent, ceea ce înseamnă că situația societății comerciale s-a îmbunătățit. Cu cât nivelul indicatorului este mai ridicat, cu atât societatea are o activitate eficientă, deci este mai stabilă.

- Rata utilizării activelor (RUA) se calculează cu relația (7) ca raport procentual între total venituri (V) și total active (A) [3] și arată randamentul plasamentelor realizate (capacitatea societății de a genera venit) [3].

$$RUA = \frac{V}{A} * 100 [\%] \quad (7)$$

Rata utilizării activelor în anii t_0 și t_1 este prezentată tabelul 15.

Tabelul 15 Rata utilizării activelor în perioada 2016-2017

Anul	Modul de calcul	Rezultat
2016	$RUA_0 = \frac{18595806}{10348082} * 100$	$RUA_0 = 17,9\%$
2017	$RUA_1 = \frac{19782772}{10861590} * 100$	$RUA_1 = 18,2\%$

Pe parcursul perioadei analizate se poate observa cum nivelul ratei utilizării activelor are valori apropiate. Se observă o creștere în anul t_1 cu 0,3% față de anul t_0 .

4. Concluzii

Analiza financiară și patrimonială efectuată pentru S.C. AMIRAL ICEE S.A. a relevat faptul că majoritatea indicatorilor calculați se situează la niveluri bune și foarte bune, raportat la performanțele medii din piață, evidențiând astfel performanța managerială a echipei de conducere a societății.

Profitul reprezintă sursa importantă de finanțare a dezvoltării unei activități, cât și de recompensare a acționarilor societății. Faptul că acesta are un trend ascendent este un element favorabil pentru întreprindere, ținând cont de mediul concurențial global în care activează.

În urma analizelor prezentate putem concluziona că societatea comercială a înregistrat o creștere semnificativă a rentabilității financiare în anul 2017, a rentabilității economice cât și a ratei profitului. Efectul de pârgie a înregistrat o ușoară scădere în anul 2017 față de anul 2016, iar rata utilizării activelor a înregistrat o creștere de 0,3% în anul 2017.

5. Bibliografie

- [1]. DOICIN, C. (2009), *Analiza economică în inginerie*, Ed. BREN, București, ISBN 9789736488429
- [2]. DOICIN, C. (2009), *Analiza proiectelor de investiții în inginerie*, Ed. BREN, București; ISBN 9789736488535
- [3]. COCRIȘ, V., CHIRLEȘAN, D. (2013), *Managementul bancar și analiza de risc în activitatea de creditare*, Ed. UNIVERSITĂȚII "ALEXANDRU IOAN CUZA", Iași, ISBN 9789737033642
- [4]. *** site-ul companiei: <https://www.ipee.ro/> . Accesat la data: 29/04/2018

ANALIZĂ PRIVIND GRADUL DE SATISFACTIE AL STUDENȚILOR/ABSOLVENȚILOR LA LOCUL DE MUNCĂ. AȘTEPTĂRI VS REALITATE

BADEA Mihaela¹

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Inginerie economică industrială, Anul de studii: IV, e-mail: mihaela.badea144@gmail.com

Conducător științific: Conf. Dr. Ing. **Magdalena ROȘU**

REZUMAT: Lucrarea prezintă un studiu privind gradul de satisfacție al studenților din Universitatea Politehnica din București, privind viziunea acestora în ceea ce privește angajabilitatea după absolvire. Studenții ingineri, tinerii care își încep parcursul academic, au multe așteptări în ceea ce privește viitorul lor în carieră. Care sunt aceste așteptări? Care este dorința lor în ce privește salariul? Si mai ales, câți dintre aceștia se angajează conform dorințelor și alegerilor personale? Inginerii absolvenți de astăzi vor rezolva problemele de mâine, cu dorința de a schimba ceva într-o lume care se schimbă neîncetat. Astfel, se creează o cerere foarte mare pe piața muncii în ce-i privește.

CUVINTE CHEIE: Satisfacție, angajare, așteptări, absolvenți

1. Introducere

Studiul inginerului este necesar pentru a evolua modul de educare și învățare al acestuia. Pentru a înțelege exact ce anume gândește un inginer, trebuie să îi privim pe aceștia în momente cheie a dezvoltării lor, să observăm motivarea acestora și modul lor de învățare. [3]

Scopul acestui studiu de caz este de a cunoaște dorințele studenților/absolvenților în inginerie pentru angajare și de a compara numărul celor ce își urmează aceste dorințe și numărul celor ce nu reușesc. Prin cunoașterea acestor numere, se poate îmbunătăți modul în care studenții sunt ghidați în parcursul lor academic, de a-i pregăti în timpul anilor de studii pentru a putea lua cele mai bune decizii după absolvire.

2. Stadiul actual

Fiecare viitor student își alege facultatea ghidându-se după principii proprii sau insuflăte de cei apropiați, de familie, de comunitate sau chiar de societatea sau țara în care trăiește. Aceste principii se referă la rapiditatea de a găsi un loc de muncă după absolvirea facultății, găsirea unui loc de muncă în domeniu, ținând cont de evoluția societății prezente, aspectele economice, culturale, sociale sau politice, gradul de dezvoltare al ramurii sau domeniului în care ar urma să activeze viitorul absolvent sau posibilitatea de a avansa la locul de muncă sau de a avea un salariu cât mai mare [2].

Cercetarea experienței studenților este fundamentală pentru a informa evoluția ingineriei în educație. O înțelegere largă a experienței studenților în inginerie implică gândirea despre căile universitare diverse, navigarea acestor căi și punctele de decizie - cum aleg studenții programele de inginerie, navighează prin programele lor și apoi continuă la locul de muncă și în carieră [4].

În 2017, la Universitatea Politehnica din București au absolvit aproximativ 3000 de ingineri, dar se primesc de 4 ori mai multe cereri de angajare. Mulți s-au înscris la programele de masterat, iar dintre aceștia, foarte mulți s-au angajat part-time sau full-time, cu scopul de a-și începe o carieră în domeniu.

Însă sunt câțiva care au abandonat acest domeniu și și-au pornit parcursul în carieră orientându-se spre foarte multe alte domenii, cum ar fi: domeniul bancar, comunicare și relații cu clienții, publicitate, poliție, design vestimentar, IT și lista continuă.

Deși Politehnica are peste 2700 de acorduri semnate cu firme, de la multinaționale până la firmele mici și mijlocii, deopotrivă românești și companii străine, întrebarea cea mai mare pe care o putem gândi este: De ce se orientează studenții spre alte domenii decât cel ingineresc și care este principala lor preocupare în ce privește angajarea?

Privind salarizarea, foarte mult timp s-a vorbit în România despre atracția pe care o reprezintă forța de muncă ieftină și de foarte bună calitate. Și în inginerie se poate observa același fenomen care atrage companiile internaționale să facă investiții în țara noastră, astfel nu se pune problema unui nivel de salarizare dezavantajos pentru specialiștii noștri, chiar aceștia beneficiază de condiții mult mai bune decât în alte domenii de activitate, atât din punct de vedere financiar, cât și al condițiilor de muncă [1].

Facultatea sau universitatea este cea care, într-o mare măsură, îi asigură studentului condițiile și mijloacele necesare pentru ca acesta să-și stabilească un standard de viață la care să se raporteze față de alți studenți de la alte facultăți sau universități. De asemenea, facultatea sau universitatea îi oferă studentului servicii și facilități pe care să le utilizeze cât mai eficient în scopuri personale, dar și academice (în cadru universitar) pentru a avea performanțe academice cât mai mari. Acesta este, în ultimă instanță, scopul suprem al studentului și anume să aibă note cât mai mari, să se implice în activitatea școlară și extra-școlară și să acumuleze un set consistent de cunoștințe care să-i folosească la finalul studiilor în vederea inserției sale pe piața muncii [2].

3. Dezvoltarea subiectului

Pentru a analiza actualele dorințe și nevoi ale studenților la inginerie, am aplicat următorul chestionar pe 100 de studenți și absolvenți ai Universității Politehnica din București, din 7 facultăți: Facultatea de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Facultatea de Știința și Ingineria Materialelor, Facultatea de Ingineria Sistemelor Biotehnice, Facultatea de Automatică și Calculatoare, Facultatea de Antreprenariat, Ingineria și Managementul Afacerilor, Facultatea de Inginerie Mecanică și Mecatronică și Facultatea de Inginerie Electrică.

1. Ce te-a motivat să urmezi ingineria?

Această întrebare este deschisă și își propune să înțeleagă identitatea studentului. Se analizează răspunsurile și astfel se conturează următoarea diagramă:

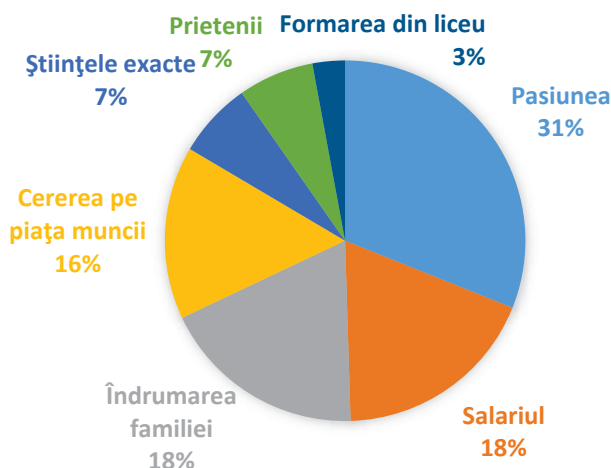


Fig. 1 Diagrama răspunsurilor: Ce te-a motivat să urmezi ingineria?

2. Care a fost primul impact pe care l-ai avut în învățarea ingineriei?

Întrebarea cu numărul 2 este de asemenea deschisă și este propusă pentru a observa cum văd studenții de anul I bazele ingineriei. Diagrama următoare arată analiza răspunsurilor acestora.

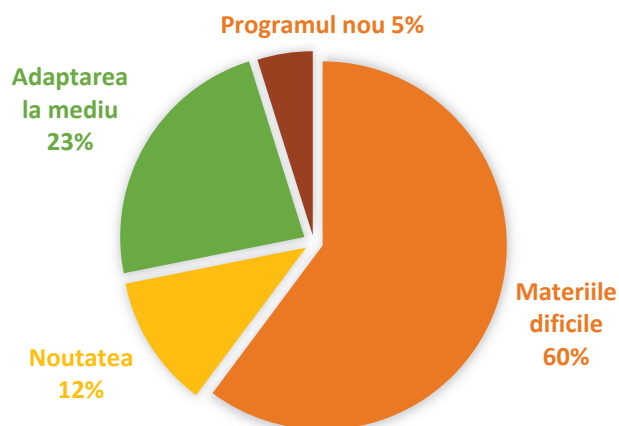


Fig. 2 Diagrama răspunsurilor: Care a fost primul impact pe care l-ai avut în învățarea ingineriei?

3. Spune-mi câte ceva despre viziunea ta din anul I

Această întrebare are scopul de a descoperi ce anume își propuneau studenții la începerea facultății, după ce au cunoscut cerințele și programul. Următoarea diagramă prezintă clar procentele pe care le ocupă răspunsurile studenților, după analizare.

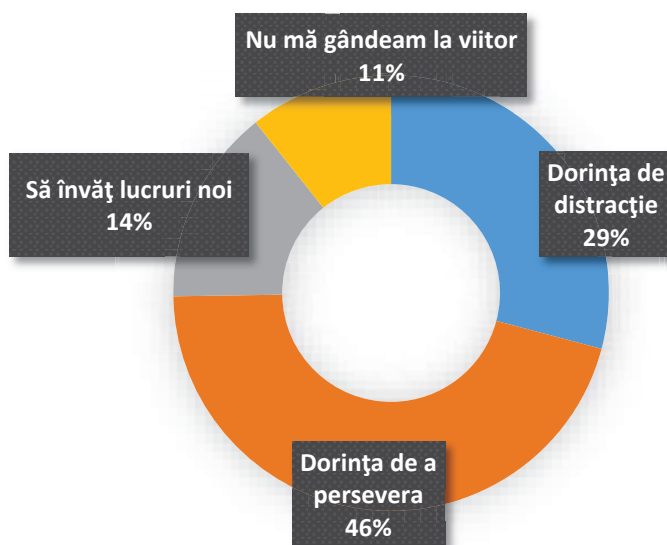


Fig. 3 Diagrama răspunsurilor: Spune-mi câte ceva despre viziunea ta din anul I

4. Care sunt dorințele tale în legătură cu anul 4? Bifați toate variantele aplicabile.

- Să mă angajez
- Să știu câte ceva din toate domeniile
- Să mă pricep la un program de proiectare
- Să mă pricep să lucrez în programare
- Să termin facultatea
- Să îmi încep propria mea afacere

Această întrebare își propune să descopere ce anume doresc studenții pentru anul terminal. Mai jos se poate citi diagrama răspunsurilor acestora.

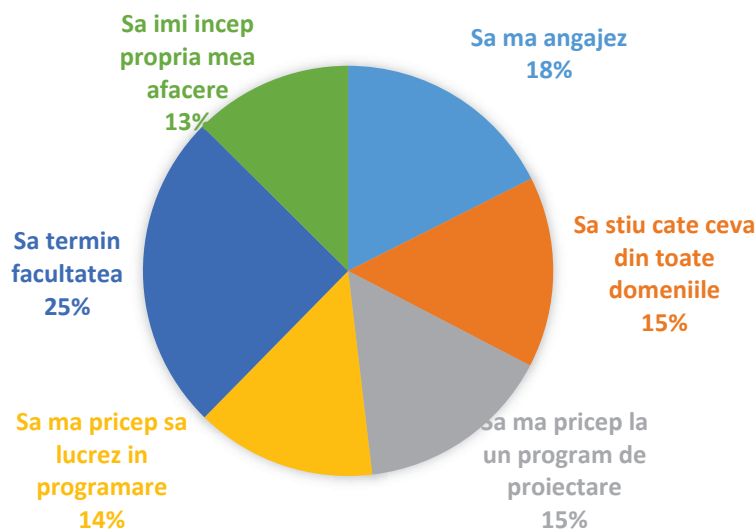


Fig. 4 Diagrama răspunsurilor: Care sunt dorințele tale în legătură cu anul 4?

5. Te-ai implicat până acum în activități extrașcolare? Marcați un singur oval.

- Nu
- Da

Întrebarea cu numărul 5 analizează de asemenea studentul prin observarea dorinței sale de a se implica în problemele societății. Diagrama rezultată analizând răspunsurile lor este următoarea:

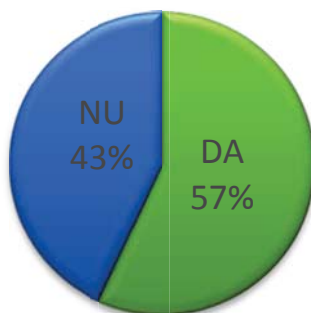


Fig. 5 Diagrama răspunsurilor: Te-ai implicat până acum în activități extrașcolare?

6. Câte limbi străine cunoști?

Această întrebare este una deschisă și lasă decizia utilizatorului de a scrie numărul exact de limbi străine pe care acesta le cunoaște, indiferent de nivelul de cunoaștere a acestora. Răspunsurile au variat între 0 și 6 limbi străine. Importanța acestei întrebări este aceea că un inginer are nevoie să cunoască cel puțin o limbă străină la nivel conversational pentru a putea profesa. Răspunsurile la această întrebare se află în următoarea diagramă:

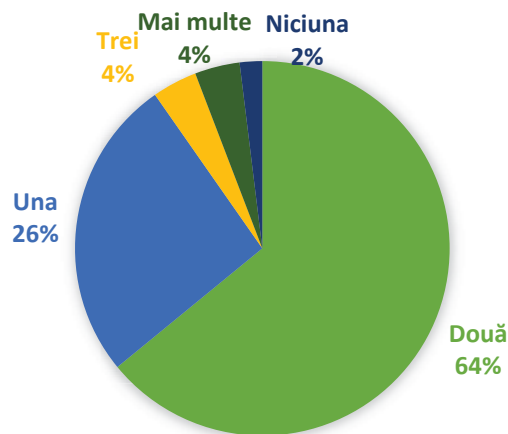


Fig. 6 Diagrama răspunsurilor: Câte limbi străine cunoști?

7. *Cât de bine cunoști limbi străine? Marcați un singur oval.*

Deloc 1 2 3 4 5 Foarte bine

Întrebarea cu numărul 7 este o completare a întrebării precedente deoarece, așa cum am menționat mai devreme, este necesar ca nivelul de pregătire să fie cel puțin un nivel conversational, de înțelegere mediu. Diagrama următoare reflectă răspunsurile studenților:

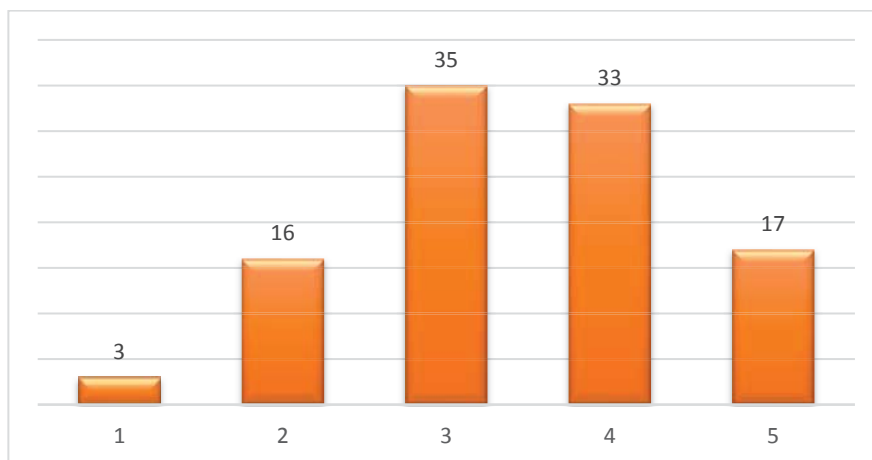


Fig. 7 Diagrama răspunsurilor: Cât de bine cunoști limbi străine?

8. *Care a fost cea mai mare provocare pe parcursul studenției?*

Această întrebare este necesară deoarece se urmărește analiza greutăților pe care studenții le-au considerat în timpul anilor de studenție, tot pentru a le contura un profil psihologic. Diagrama care însoțește răspunsurile primite este:

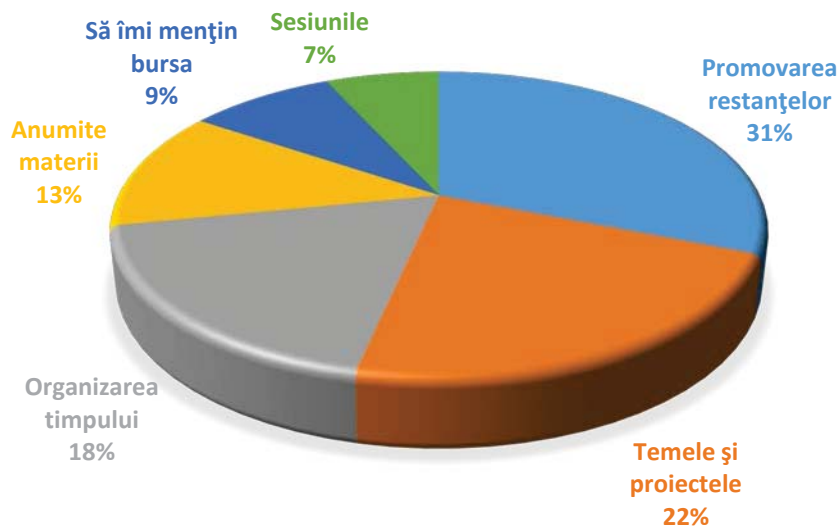


Fig. 8 Diagrama răspunsurilor: Care a fost cea mai mare provocare pe parcursul studenției?

9. Ai primit bursă de merit cel puțin odată? Marcați un singur oval.

- Da
- Nu

Întrebarea 9 este destinată urmăririi studenților și observarea numărului de bursieri din 100 de studenți luați aleator. Diagrama următoare ajută la observarea acestor răspunsuri.

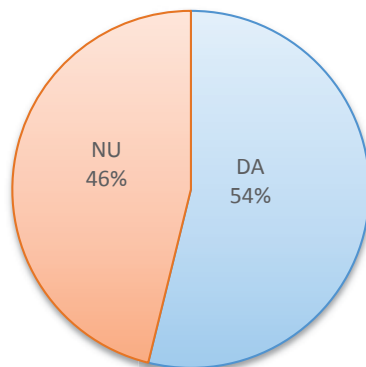


Fig. 9 Diagrama răspunsurilor: Ai primit bursă de merit cel puțin odată?

10. *Apreciază-ți cunoștințele în următoarele domenii*

Aprecierile s-au făcut pentru domeniile: programare, proiectare, desen tehnic, marketing, management, economie, matematica, scriere proiecte și producție. Pentru fiecare domeniu, studenții au avut de ales de la 1 la 5 în funcție de cât anume se apreciau. Analizând fiecare răspuns, voi specifica mai jos cel mai mare procentaj pentru fiecare domeniu.

- Programare: 1 – 29%
- Proiectare: 3 – 31%
- Desen tehnic: 3 – 35%
- Marketing: 2 – 45%
- Management: 2 – 37%
- Economie: 2 -36%
- Matematică: 2 – 29%

- Scriere proiecte: 2 și 3, amândouă cu 25%
- Producție: 3 – 33%

11. *Apreciați valoarea mediilor obținute pe parcursul anilor. Marcați un singur oval.*

- Foarte bune
- Bune
- Satisfăcătoare

Întrebarea numărul 11 are ca scop cunoașterea nivelului de pregătire al studenților, iar analizând răspunsurile, am întocmit următoarea diagramă:

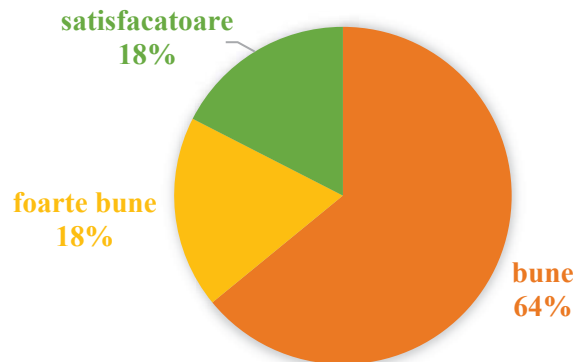


Fig. 10 Diagrama răspunsurilor: Apreciați valoarea mediilor obținute pe parcursul anilor.

12. *Care sunt planurile tale după absolvire?*

Această întrebare a fost una deschisă iar studenții au dat următoarele răspunsuri:

Cei mai mulți dintre ei au răspuns că ar avea de gând să se angajeze, dar apar și răspunsuri că ar vrea să pornească într-o scurtă vacanță și să urmeze mai apoi un loc de muncă sau masterul sau să își realizeze propria lor afacere.

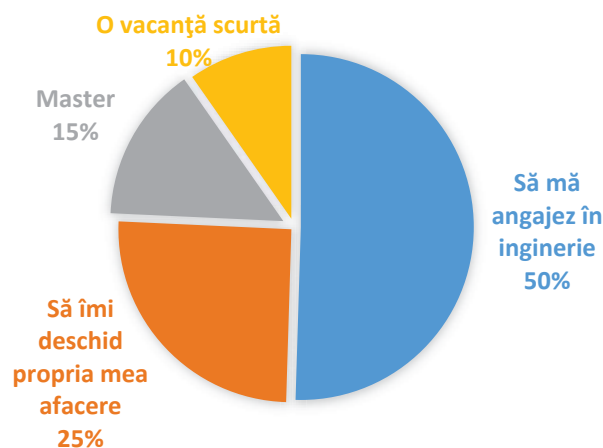


Fig. 11 Diagrama răspunsurilor: Care sunt planurile tale după absolvire?

13. *Urmezi un loc de munca specializat în inginerie? Marcați un singur oval.*

- Da
- Nu

Diagrama răspunsurilor arată în felul următor:

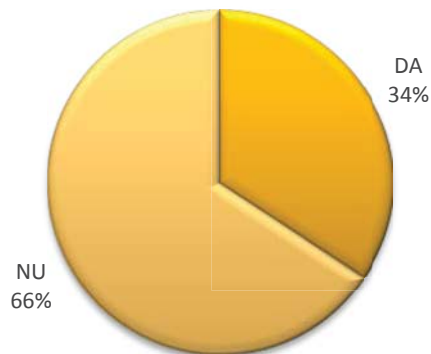


Fig. 12 Diagrama răspunsurilor: Urmezi un loc de muncă specializat în inginerie?

14. Care au fost primele impresii la locul de munca? (Cum te-ai descurcat, în ce fel de task-uri ai fost implicat)

Această întrebare a adus foarte multe răspunsuri interesante. Voi menționa câteva dintre ele:

- După părerea mea, mă mulțumesc cu 90% în orice loc de munca. Am fost în mare la EA sau Zara (dacă se pune) și mă descurc, adică îmi dai și fac, nu cer multe în privința unui loc de muncă. Legat de task-uri, fiecare cu plusurile și minusurile acestora, dar le-am dus până la capăt.
- A fost dificil la început, fiecare pornește de jos, fiecare are propriul mod de a rezolva sarcinile, de a se adapta mediului și de a face față presiunii, însă dacă știi cum să manevrezi o anumită situație, totul va veni de la sine.
- A trebuit să mi se explice un program nou de proiectare dar oamenii au fost înțelegători și mi-au explicat ușor.
- Am avut 2 internshipuri la aceeași companie, și la ambele m-am descurcat bine, reușind să îmi termin proiectele înainte de sfârșitul internshipului. Prima impresie pe care mi-am făcut-o a fost una foarte bună, mai ales că erau mulți angajați sau interni români, așa că nu am simțit aproape deloc faptul că sunt în străinătate. Taskurile pe care le aveam erau găsirea unor soluții pentru proiectele pe care le aveam de făcut, implementarea și testarea lor, aducerea lor în producție, prezentarea lor și primirea feedbackului de la colegi.
- Destul de oke-ish, cu ups and downs, a trebuit să proiectez un desen de execuție pentru Daimler cu un standard nou implementat, până și colegii erau nedumeriți cum merg lucrurile cu noul STAS.

15. Numerotați de la cel mai important (7) la cel mai puțin important item (1) din punctul tău de vedere legat de importanța lor la locul de munca.

Ultima întrebare a fost destinată înțelgerii priorităților pentru studenți. Astfel, din toate răspunsurile, am realizat o diagramă care întrunește toate răspunsurile date cu valoarea 7, adică valoarea cea mai mare. Astfel, prioritățile arată în felul următor:

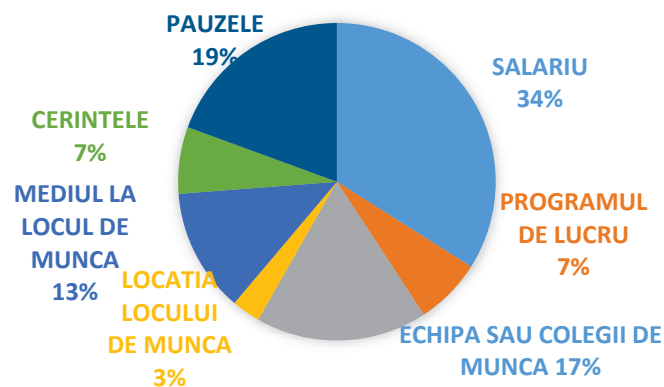


Fig. 13 Diagramă reflectând cel mai important lucru la locul de muncă

4. Concluzii

Studiul realizat a dezvăluit anumite aspecte despre studenți pe care nici ei nu le cunosc probabil. Cei mai mulți au urmat Universitatea Politehnica din pasiune, dar la câteva procente distanță, pe același loc, se situează salariul pe care îl vor primi și îndrumarea părinților. La începutul parcursului lor academic, cei mai mulți studenți au spus că au fost marcați de materiile dificile, cu care nu erau obișnuiți și de care nu auuziseră până atunci. Totuși, un procent mare dintre aceștia și-au dorit să persevereze, la o distanță mica de procente fiind cei care și-au dorit doar să se distreze. Dorințele studenților pentru anul 4 sunt diverse, procentele fiind foarte apropiate. Cele mai mari dorințe sunt să termine facultatea, să se angajeze și să știe câte ceva din toate domeniile. Pe parcursul studenției, cea mai grea sarcină a studenților a fost promovarea examenelor, apoi temele și proiectele urmate de organizarea timpului liber. Studenții aceștia aleși aleator au răspuns că au primit bursă de merit cel puțin odată. Chiar și așa, nivelul de cunoștințe este tot mediu la materiile de bază. Mai mulți de jumătate dintre studenți s-au implicat până acum în activități extrașcolare. Majoritatea au spus că sunt familiari cu 2 limbi străine și că le cunosc la nivel mediu. Planurile studenților după absolvire sunt, din fericire, să se angajeze în inginerie sau să își deschidă propria lor afacere. Puțini dintre aceștia au specificat totuși dorința de a urma un master. Acești studenți urmează un loc de muncă, dar cei mai mulți dintre ei nu în inginerie. Printre răspunsuri se numără coafor, patiserie sau magazine de obiecte electrocasnice. În final, am întrebat studenții care este cel mai important lucru pentru ei în căutarea unui loc de muncă. Aceștia au răspuns salariul pe primul loc, apoi pauzele, urmate de echipa sau colegii de muncă.

Consider că ar trebui să dezvoltăm mai mult relația între profesori și studenți, pentru a-i călăuzi pe aceștia mai ușor spre un loc de muncă unde s-ar putea face remarcați și unde ar putea să crească ingineri talentați. De asemenea, ar trebui să conducem studenții spre programe de consiliere în carieră și să îi îndrumăm spre a urma un program de masterat, oferindu-le o imagine mai bună a avantajelor pe care aceste programe le pot avea pentru dezvoltarea lor profesională.

5. Bibliografie

- [1] *** www.jurnalul.ro
- [2] George-Florin VLAS, Calitatea vieții studenților. Studiu de caz: mulțumirea studenților din trei universități clujene față de aspecte legate de calitatea vieții
- [3] *** www.biosciencemag.org
- [4] Cynthia J. Atman, Sheri D. Sheppard, Jennifer Turns, Robin S. Adams, Lorraine N. Fleming, Reed Stevens, Ruth A. Streveler, Karl A. Smith, Ronald L. Miller, Larry J. Leifer, Ken Yasuhara, and Dennis Lund (2010), ENABLING ENGINEERING STUDENT SUCCESS The Final Report for the Center for the Advancement of Engineering Education

BIOMIMETISMUL

RADU¹ Cătălina¹, CIOCAN² Mircea² și FIRULESCU³ Alexandru³

^{1,2,3}Facultatea: I.M.S.T., Specializarea: Robotică, Anul de studii: 1, e-mail: catalinaradu14@yahoo.com

Conducător științific: Sl. Dr. Ing. **Marinela MARINESCU**, Sl. Dr. Ing. **Larisa BUȚU**

REZUMAT: Lucrarea prezintă un scurt istoric al biomimetismului, primii cercetători care s-au ocupat de această știință, câteva aplicații ale acestuia în diferite domenii și care pot fi avantajele utilizării sale.

CUVINTE CHEIE: natură, velcro, robotică, organisme

1. Introducere

Organismele vii au structuri și materiale evaluate bine adaptate la mediu, de-a lungul erelor geologice, prin selecție naturală. Biomimetica a dat naștere la noi tehnologii inspirate de soluții biologice atât la nivel macro cât și la nivel nano, ce au drept scop îmbunătățirea vieții umane. Oamenii s-au uitat la natură pentru a găsi răspunsuri la problemele existenței noastre. Natura a rezolvat probleme de inginerie, cum ar fi abilități de autovindecare, de toleranță la expunerea la mediul înconjurător și de rezistență.[1]

2. Stadiul actual

Biomimetica sau biomimetismul este imitarea de modele, sisteme și elemente ale naturii în scopul de a rezolva probleme umane complexe. Termenii de "biomimetică" și "biomimetism" derivă din greaca veche βίος (bios), viața, și μίμησις (mīmēsis), imitație, din μιμεῖσθαι (mīmeisthai), a imita, de la μῖμος (mimos), actor. Strâns înrudită cu biomimetica este bionica. [1]

Unul dintre primele exemple de biomimesis a fost studiul păsărilor pentru a permite zborul uman (fig.1). Deși nu a reușit să creeze o "mașină zburătoare", Leonardo da Vinci (1452-1519) a fost un fin observator al anatomiei și al zborului păsărilor, făcând numeroase note și schițe de "mașini zburătoare"[1].



Fig. 1. Primul concept de aeroplan creat de Leonardo DaVinci inspirat din zborul păsărilor.

Biomimetica a fost inventată de biofizicianul și poetul american Otto Schmitt (fig. 2) în anii 1950. Aceasta s-a petrecut în timpul doctoratului său când a pus la punct declanșatorul Schmitt prin studierea nervilor la calmar, încercând să proiecteze un dispozitiv replică la sistemul biologic al propagării nervoase. El a continuat să se concentreze pe dispozitive care imită sistemele naturale și prin 1957 el a perceput o schimbare biofizică de la acel moment și va propune un nou domeniu - **biomimetica**.



Fig. 2. Biofizicianul Otto Schmitt .

Un termen similar, bionica a fost inventat de Jack E. Steele în 1960, la Wright-Patterson Air Force Base, în Dayton, Ohio, unde a lucrat și Otto Schmitt. Steele a definit bionica drept "știința sistemelor care au anumite funcții copiate din natură sau care reprezintă caracteristicile sistemelor naturale sau a analoagelor lor"[1].

În 1969, termenul de biomimetică a fost folosit de către Schmitt la titlul uneia din lucrările sale, și prin 1974 și-a găsit loc în Dicționarul Webster; bionica, în schimb, a intrat în același dicționar mai devreme, în 1960 ca "știința care se ocupă cu aplicarea datelor despre funcționarea sistemelor biologice în soluționarea problemelor tehnice". Termenul de bionic a luat o conotație diferită atunci când Martin Caidin se referă la Jack Steele și romanul său Cyborg, care mai târziu a dus în 1974 la serialul de televiziune The Six Million Dollar Man . Termenul bionic apoi a devenit asociat cu "utilizarea electronicii în crearea de părți artificiale ale corpului uman" și "a avea abilități umane crescute cu ajutorul unor astfel de dispozitive". Pentru că termenul bionic implica puteri supranaturale, comunitatea științifică de limbă engleză a abandonat termenul [1].

3. Invenții inspirate de natură

Uneori, cea mai bună soluție la o problemă nu este întotdeauna cea mai complexă și, în mod similar, cel mai bun răspuns nu este întotdeauna unul nou. Biomimetismul este o metodă de a crea soluții la provocările umane prin emularea unor modele și idei găsite în natură. Este folosit peste tot: clădiri, vehicule și chiar materiale. Mai jos sunt prezentate câteva aplicații tehnologice inspirate de natură.

- Încheietoarea Velcro (fig.3). Ideea acestei invenții i-a venit electricianului elvetian, George de Mestral, în urma unei plimbări alături de câinele său. Când a ajuns acasă, el a descoperit că semințele unui scaiet se agățaseră de blana câinelui și de pantalonii săi. Intrigat, a studiat la microscop mecanismul de prindere al plantei și a realizat că acesta ar putea fi copiat și pus în aplicare și de către oameni. Astfel, în anul 1948 a inventat încheietoarea Velcro ce constă în interacțiunea dintre două suprafețe: una de nylon și una de pâslă[2]. Suprafața de nylon este compusă din cârlige minuscule, iar pâsla din bucle minuscule, iar atunci când cele două suprafețe sunt suprapuse, cârligele se agață în buclele păslei, făcând separarea lor relativ dificilă [1].



Fig. 3. Încheietoarea Velcro.

-Eficientizarea energetică a clădirilor. Cercetătorii au studiat capacitatea termitelor de a menține practic constantă temperatura și umiditatea în mușuroaiele de termite din Africa (Fig.4), în ciuda

temperaturii externe care variază între 1,5 °C și 40 °C (35 °F și 104 °F). Cercetătorii au scanat inițial un mușuroi de termite și au creat imagini 3-D a structurii movilei, care a relevat o construcție care ar putea influența omul în designul și realizarea clădirilor. La Eastgate Centre, aerul într-un complex de birouri din Harare, Zimbabwe rămâne răcoros, fără aer condiționat și folosind doar 10% din energia necesară unei construcții convenționale de aceeași dimensiune [1].

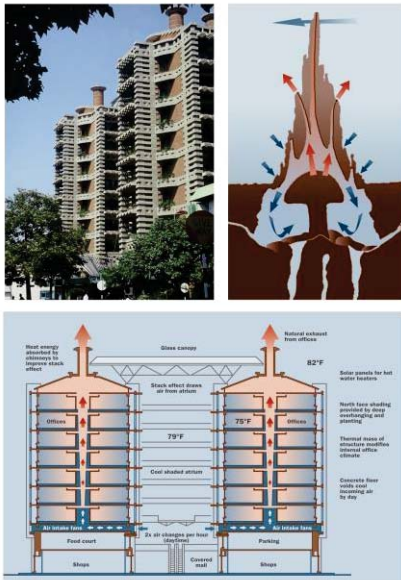


Fig. 4.a Clădire de birouri realizată după modelul mușuroaielor de termite

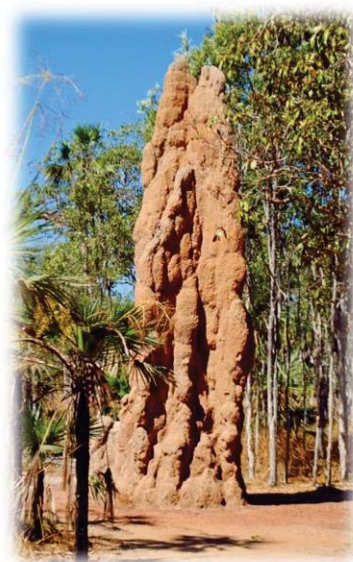


Fig. 4.b Mușuroi de termite - model inspirațional pentru construcția clădirilor

- Realizarea de nanoparticule semiconductoare. Cele mai multe virusuri au o capsulă exterioră de 20 până la 300 nm în diametru. Capsulele virusurilor sunt extrem de robuste și capabile să reziste la temperaturi de 60 °C; ele sunt stabile la un pH gama 2-10. Capsulele virusurilor pot fi folosite pentru a crea componente de nanodispozitive medicale, nanofire (Fig.5), nanotuburi, și puncte cuantice. Particule de virusuri tubulare, cum ar fi virusul mozaic al tutunului -TMV (Fig.6), pot fi utilizate ca șabloane pentru a crea nanofibre și nanotuburi, deoarece ambele straturi, interioare și exterioare ale virusurilor sunt suprafețe încărcate care pot induce formarea de cristale de creștere. Acest lucru a fost demonstrat prin producția de nanotuburi de platină și de aur folosind TMV ca șablon.

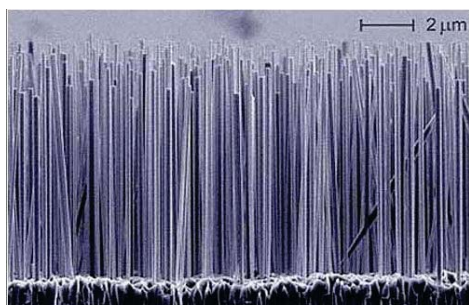


Fig. 5. Nanofire obținute plecând de la modelul virusului mozaic al tutunului

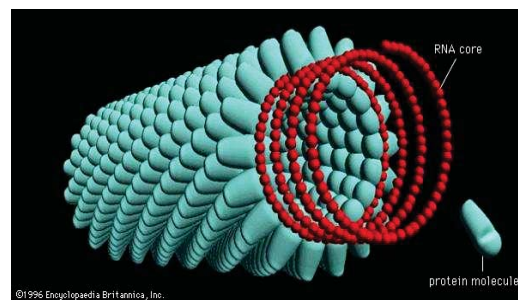


Fig. 6. Capsula virusului mozaic al tutunului

Particule mineralizate de virus au arătat că pot rezista la diverse valori ale pH-ului prin mineralizarea virusurilor cu diferite materiale, cum ar fi silicon, PbS, și CdS și ar putea, prin urmare, servi ca un instrument util transportării de material. Un virus sferic de plantă numit cowpea chlorotic mottle virus

(CCMV) are interesante proprietăți expansive atunci când sunt expuse la medii cu pH mai mare de 6,5. Dacă se depășește această valoare a pH-ului, 60 de pori independenți cu diametre de aproximativ 2 nm încep să facă schimb de substanță cu mediul. Tranziția structurală a capsidei virale poate fi utilizată în mineralizarea biomorfică pentru preluarea selectivă și depunerea de minerale prin controlul pH-ului soluției. Aplicații posibile includ utilizarea cuștii virale pentru a produce în mod uniform, în formă și dimensiuni nanoparticule semiconductoare printr-o serie de spălări de pH. Aceasta este o alternativă la cușca apoferritin, tehnică utilizată în prezent pentru a sintetiza uniform nanoparticulele de CdSe. Astfel de materiale ar putea fi, de asemenea, folosite pentru fabricarea de medicamente "țintite", deoarece particulele eliberează diferite conținuturi în funcție de expunerea la diferite niveluri de pH[1].

-Copolyampholytele. Adeziunea subacvatică este o provocare tehnică majoră întrucât tehnologia actuală nu este în măsură să ofere soluții privind o aderență puternică la suprafețele umede sau cele din mediul subacvatic, din cauza unor impedimente cum ar fi umiditatea și murdăria existentă pe acele suprafețe. Cu toate acestea, midii marine se pot lipi cu ușurință și în mod eficient pe suprafețe subacvatice în condițiile dure ale oceanului (Fig. 7). Ele folosesc puternice filamente ca să adere la stânci, împiedicând măturarea lor de către puternicii curenți marini. Proteinele din piciorul midii fac ca filamentele să se agațe de roci, de bărci și, practic, de orice suprafață din natură, inclusiv de alte midii.



Fig. 7a. Copolyampholyte – material cu aderența bună la suprafețe umede [3].



Fig.7b. Midii marine – model pentru adezivul cu aderența la suprafețe umede [4].

Aceste proteine conțin un amestec de aminoacizi reziduuri care a fost adaptat special în acest scop. Cercetătorii de la Universitatea din California, Santa Barbara au împrumutat și simplificat procesele biochimice din piciorul midiiilor pentru a depăși această provocare inginerescă de aderență la teren umed și pentru a crea copolyampholytele, și un component adeziv cu potențial de utilizare în nanotehnologii.[1]

-Aplicații în robotică. Robotica se bazează foarte mult pe biomimetică (Fig.8), copiind astfel mișcările de deplasare ale animalelor ca și ale oamenilor. Astfel apar noi tehnologii ce permit crearea de organe artificiale, membreși dispozitive capabile să înlocuiască uneleviețuitoare cu risc de dispariție cum ar fi albinele(fig.9).

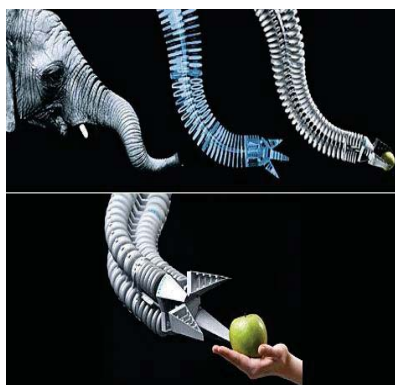


Fig.8. Biomimetică în robotică.



Fig. 9. Albina robotizată.

Roboții Bionic Kangaroos sunt bazați pe fiziologia și modul de locomoție al animalelor. Aceștia se mișcă precum un cangur, economisind energia dintr-un salt și transferarea acesteia la următorul salt. Au fost creați roboți alpiniști, cizme și benzi care imită picioarele unei reptile gecko (Fig. 10). De exemplu benzile de cauciuc au fost inspirate de tampoanele degetelor broaștei de copac. Proprietățile pielii de rechin au constituit sursa de inspirație pentru crearea de suprafețe nanotehnologice ce permit mișcarea mai eficient prin apă[1].



Fig.10. Bionic Kangaroo.

-Metodă de obținere a apei potabile din ceață. Accesul la apă potabilă constituie o problemă pentru o bună parte a populației lumii, ONU estimând că un miliard de oameni trăiesc fără a avea acces la o sursă stabilă de apă curată! Studiind această problemă, o echipă de masteranzi de la *Massachusetts Institute of Technology* a descoperit o metodă eficientă de a extrage apă potabilă din ceață. Cercetătorii au fost inspirați de gândacul de deșert din Namibia (*Stenocara gracilipes*) (Fig.11.b), care trăiește pe țărmul arid al acestei țări, într-o regiune în care nivelul anual de precipitații este de 40 de milimetri.

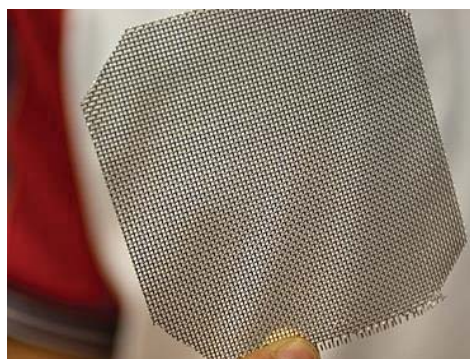


Fig. 11.a Plasa metalică folosită pentru colectarea de apă potabilă din ceață



Fig. 11.b Gândacul de deșert din Namibia

Acest gândac a ajutat cercetătorii să dezvolte o metodă unică pentru a obține apă de băut. Dimineața, pe țărmul atlantic al Namibiei, se formează ceață ca urmare a interacțiunii dintre aerul fierbinte al deșertului și briza venită dinspre ocean. Gândacul are un set de aripi adaptate pentru a colecta apa, pe care le extinde, acumulând picături minuscule de lichid. Când aceste picături au devenit suficient de mari, acestea alunecă într-un "șanț" acoperit cu o substanță ceroasă ce transmite prețioasa apă spre gura sa. Studiind aripile gândacului, cercetătorii de la MIT au descoperit că acestea prezintă mici zone hidrofile folosite pentru a atrage apa. Combinația acestora cu șanțurile hidrofobe ce permit transportul rapid al apei constituie un sistem extrem de eficient, ce nu risipește nicio picătură din valorosul lichid.

Colectarea de apă din ceață nu este o idee nouă, utilizându-se în acest scop plase metalice (fig. 11.a) de mai bine de un deceniu. Grație inspirației oferite de gândacul namibian, specialiștii de la MIT au reușit să descopere substanțele hidrofile (pentru colectarea apei) și hidrofobe (care să permită ca aceasta să

fie stocată rapid într-un rezervor, înainte de a se evapora) cele mai potrivite pentru fiecare mediu, reușind astfel să obțină mai multă apă cu ajutorul acestor plase.

Descoperirea celor de la MIT va fi extrem de utilă în zonele de deșert și de munte în care nu există surse de apă potabilă, dar în care se întâlnește fenomenul de ceață. Cercetătorii au lansat deja un proiect pilot în Africa de Sud și intenționează să lanseze altul în India, pentru a aplica modelul oferit de gândacul de deșert. Ei estimează că un metru pătrat de plasă metalică poate genera cel puțin un litru de apă potabilă pe zi, în condiții ideale fiind posibil să se obțină până la 10 litri! [2].

O altă aplicație plecând de la modelele regăsite pe cochilia acestui gândac de deșert este în domeniul aeronautic. Cercetătorii au reprodus aceste modele pe o plăcuță de silicon, constatându-se că suprafața materialului respinge apa, aceasta nefiind absorbită, iar picăturile de lichid sunt separate unele de altele și se deplasează aproape continuu, ceea ce încetinește sau previne fenomenul de înghețare. Metoda ar putea fi aplicată în industria aeronautică, pentru ca avioanele să rămână uscate. Dirijarea controlată a apei ar fi o alternativă mai ieftină și mai eficientă la tehnologiile de degivrare folosite în prezent, care necesită sume anuale foarte mari.

- Energia solară. Energia solară poate fi captată cel mai bine de flori. Cu puțin ajutor de la natură, centralele electrice solare pot deveni mult mai eficiente. Centralele solare marifolosec tablouri mari de oglinzi pentru a reflecta lumina solară la un turn central unde este transformată în căldură, generând electricitate. Aceste centrale pot produce cantități mari de energie însă au nevoie de foarte mult spațiu. Cercetătorii de la MIT au realizat că prin aranjarea oglinzilor sub formă de spirală (fig. 12.a) asemenea modelului unei flori de floarea soarelui (fig. 12.b), oglinzile pot fi apropiate mai tare reducându-se suprafața umbrei. Astfel se mărește cantitatea de energie generată.



Fig. 12.a Centrală solară cu oglinzi aranjate sub formă de spirală



Fig. 12.b Floarea soarelui – model inspirațional pentru construcția centralelor solare

4. Concluzii

În concluzie, de-a lungul a mai multor secole, începând cu Leonardo da Vinci, biomimetismul s-a dezvoltat din ce în ce mai mult, acaparând pas cu pas aproape toate domeniile de activitate ale omului, oferindu-i acestuia metode cât mai simple și mai eficiente de depășire a barierelor ce apar în calea progresului omenirii.

5. Bibliografie

- [1]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Biomimetic%C4%83>
- [2]. <http://www.descopera.ro/stiinta/8510711-biomimetismul-cand-tehnologia-ia-lectii-de-la-natura>
- [3] <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.5b03827>
- [4] <https://www.google.ro/search?q=marine+mussels&tbm=isch&tbs=ring>

INFLUENȚA TEMPERATURII ASUPRA REZILIENȚEI OȚELULUI E295

BADEA¹ Cristina

¹Facultatea: IMST, Specializarea: TCM, Anul de studii: TCM, e-mail: cristinabadea333@yahoo.com

Conducător științific: Conf.dr.ing. **Claudia BORDA**

REZUMAT: Reziliența este o încercare de încovoiere prin șoc destinată studierii comportării materialului în condiții de viteză de deformare mare, de temperatură și stare de tensiune spațială, în speță de a aprecia tenacitatea sau ductilitatea în condițiile menționate.

Lucrarea își propune studiul comportării materialului E295, folosit pentru elemente de construcții mecanice supuse la solicitări ridicate, la șoc cu ajutorul ciocanului- pendul Charpy. Aceasta are drept scop evidențierea rezilienței la diferite temperaturi astfel încât să se micșorize riscul unei ruperi fragile a materialului care în mod normal este ductil, în anumite condiții de solicitare, la viteze mari de deformare, temperatură și stare de tensiune spațială poate deveni fragil.

CUVINTE CHEIE: reziliență, temperatură, Charpy, șoc

1. Introducere

Caracteristicile dinamice ale materialelor metalice se evaluează în cadrul unor încercări mecanice speciale denumite încercări dinamice și care se realizează prin aplicarea sarcinilor prin șoc.

Un oțel, care în mod normal este ductil, poate deveni fragil în anumite condiții de solicitare, cum ar fi: viteză de deformare mare, temperatură scăzută și stare complexă de tensiune. Pentru a se produce o rupere fragilă nu este nevoie ca toți acești factori să fie prezenți simultan. Ca urmare a apărut necesitatea elaborării unei încercări noi, destinată a studia comportarea tenace sau fragilă a metalului, comportare ce nu poate fi sesizată prin încercări statice. Această încercare este încercarea de încovoiere prin șoc, cunoscută și sub denumirea de încercarea de reziliență [1].

În mod obișnuit aceste încercări presupun ruperea epruvetelor supuse încercării de către o masă în mișcare de rotație sau în cădere liberă, rupere executată dintr-o singură lovitură. Utilizarea acestor încercări a luat amploare mai ales după producerea catastrofelor navale datorate ruperilor fragile, catastrofe care au atras atenția că un oțel, care în mod normal este ductil, în anumite condiții de solicitare, la viteze mari de deformare, temperatura și stare de tensiune spațială poate deveni fragil. Încercările de laborator efectuate au demonstrat că nu este necesar ca toți factorii enumerați să intervină simultan pentru a schimba comportarea unui material metalic și pentru a se produce ruperea fragilă.

În general, o încercare de încovoiere prin șoc este destinată studierii comportării materialului în condiții de viteză de deformare mare, de temperatură și stare de tensiune spațială, în speță de a aprecia tenacitatea sau ductilitatea în condițiile menționate.

Această încercare mai este utilizată pentru a controla calitatea și omogenitatea structurală a unor produse obținute prin turnare, pentru a verifica uniformitatea unor tratamente termice aplicate și a gradului de îmbătrânire a materialelor utilizate la cazane și turbine cu aburi etc.

Am ales a studia comportarea oțelului E295 deoarece este folosit pentru elemente de construcții mecanice supuse la solicitări ridicate: bare de tracțiune, arbori drepți și cotiți, arbori pentru pompe și turbine, cârlige de macara, menghine, piulițe, șuruburi de precizie, roți dințate pentru viteze periferice mici.

Tabelul 1. Caracteristicile materialului analizat [1]

	Caracteristici mecanice minime			Reziliența	Energia de rupere	
	Limita de curgere R_c [N/mm ²]	Rezistența la rupere R_m [N/mm ²]	Alungirea la rupere A5 [%]	KCU 300/2 [J/cm ²]	Temperatura [°C]	KVI
E295	290/280/ 270	490...610	21	60	20	27

2. Încercarea la încovoiere prin șoc a materialelor metalice

Pentru a evidenția particularitățile comportării la rupere a materialelor metalice la diferite temperaturi se folosește (ca încercare de referință) încercarea la încovoiere prin șoc. Condițiile și modul de realizare a încercării la încovoiere prin șoc și caracteristicile mecanice care se pot determina prin această încercare sunt reglementate prin standardul SR EN 10045.

Încercarea la încovoiere prin șoc se execută pe epruvete confecționate din materialul metalic care se cercetează, având configurația și dimensiunile în conformitate cu prescripțiile SR EN 10045. Epruvetele standardizate au forma unor prisme pătrate drepte, cu lungimea (înălțimea) de 55 mm și latura bazei de 10 mm și sunt prevăzute pe una din fețele laterale cu o creștătură centrală (un concentrator de tensiuni mecanice); în funcție de forma creștăturii, epruvetele pot fi: a) cu creștătură în formă de V, la care creștătura are adâncimea de 2 mm, unghiul de deschidere de 45° și raza de rotunjire la vârf de 0,25 mm; b) cu creștătură în formă de U, la care creștătura are adâncimea de 5 mm și raza la vârf de 1 mm.

Pentru efectuarea încercării la încovoiere prin șoc se utilizează, de obicei, un aparat numit ciocan – pendul Charpy.

Valorile energiei de rupere (sau rezilienței) determinate prin încercarea la încovoiere prin șoc a unor epruvete dintr-un anumit material sunt în directă corelație cu comportarea la rupere a materialului (sunt caracteristici ce exprimă tenacitatea la rupere a materialului): dacă materialul prezintă o comportare fragilă la rupere (rupere cu aspect cristalin - strălucitor), valorile energiei de rupere (sau rezilienței) sunt scăzute, iar dacă materialul prezintă o comportare ductilă la rupere (rupere cu aspect fibros), valorile energiei de rupere (sau rezilienței) sunt ridicate (se consumă energie atât pentru realizarea suprafețelor de rupere, cât și pentru deformarea plastică apreciabilă a materialului înainte de rupere).

Pornind de la această constatare, a apărut ideea că rezultatele încercării la încovoiere prin șoc a unui material metalic se pot utiliza pentru determinarea unei temperaturi (convenționale) de tranziție ductil - fragil a materialului respectiv [5].

În acest scop, din materialul metalic analizat se prelevează mai multe epruvete, se efectuează încercarea la încovoiere prin șoc a acestora la diferite temperaturi, iar rezultatele obținute se transpun în diagrame, având în abscisă temperatura, iar în ordonată valorile caracteristicii KV sau KU, așa cum se prezintă în figura 1 a; deoarece majoritatea materialelor metalice au un domeniu de temperaturi în care prezintă o comportare bimodală la rupere (parțial fragilă și parțial ductilă), temperatura de tranziție ductil - fragil se definește prin criterii convenționale, cum ar fi:

* temperatura de tranziție ductil - fragil este temperatura la care KV are o valoare prescrisă X (se notează tKVX);

* temperatura de tranziție ductil - fragil este temperatura la care KV sau KU are o valoare egală cu jumătate din valoarea energiei de rupere corespunzătoare comportării ductile la rupere (se notează t_{0,5});

* temperatura de tranziție ductil - fragil este temperatura la care jumătate din aria suprafețelor de rupere ale epruvetelor are aspect (cristalin - strălucitor) de rupere fragilă (se notează t50%).

Utilizarea încercării la încovoiere prin șoc la determinarea temperaturii de tranziție ductil - fragil a materialelor metalice a evidențiat următoarele aspecte (v. fig. 1 b):

* materialele metalice cu structură monofazică de metal pur sau soluție solidă și rețele cristaline de tip CFC prezintă comportare ductilă la rupere la orice temperatură (temperatura lor de tranziție ductil - fragil este situată la temperaturi foarte scăzute, în vecinătatea temperaturii 0 K);

* unele materiale metalice (cum ar fi compușii intermetalici sau aliajele care conțin în structură eutectice cu compuși intermetalici) au comportare fragilă la rupere pe un domeniu de temperaturi foarte extins (temperatura lor de tranziție ductil - fragil este situată la temperaturi ridicate);

* materialele metalice în structura cărora predomină faze de tip soluție solidă sau metal pur cu rețele cristaline de tip CVC prezintă temperaturi de tranziție ductil - fragil situate în domeniul -100 0C...+100 0C, domeniu uzual de exploatare al construcțiilor tehnice; pentru piesele confecționate din astfel de materiale este importantă efectuarea încercării la încovoiere prin șoc pentru verificarea comportării ductile la rupere la temperatura de utilizare.

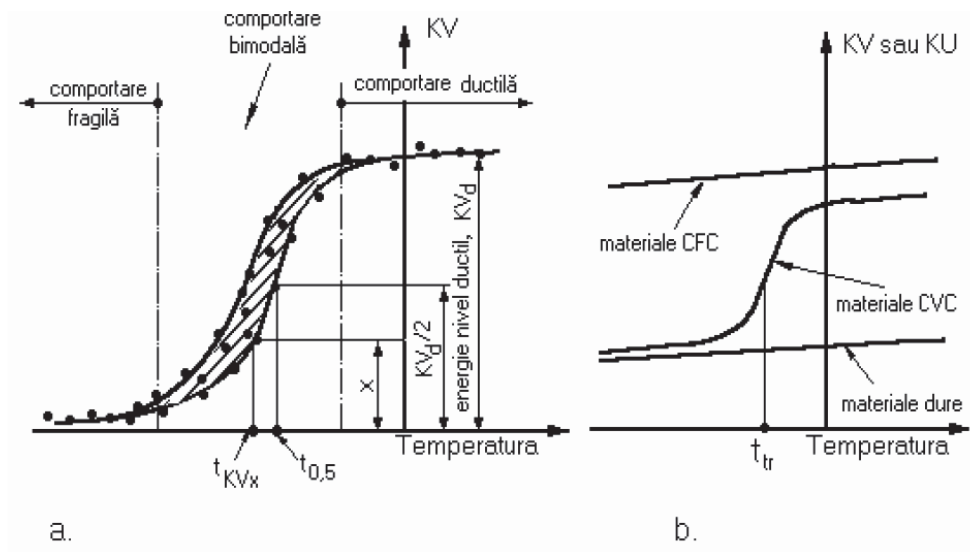


Fig. 1 Variația cu temperatura a caracteristicilor KV sau KU la diferite materiale metalice [3]

În cazul folosirii epruvetelor cu creștătură în “V”, proprietatea principală determinată este tenacitatea materialului (KV), exprimată prin energia efectivă W_e consumată la ruperea epruvetelor în condiții standardizate și determinată cu relația:

$$KV = W_e = G \cdot (H_i - H_f) \quad [J] \quad (1)$$

unde G este greutatea pendulului; H_i - înălțimea inițială; H_f - înălțimea finală a pendulului.

În cazul folosirii epruvetelor cu creștătură în “U”, proprietatea principală determinată este reziliența (KCU), care se calculează cu relația:

$$KCU = \frac{W_e}{S_0} \quad [J/cm^2] \quad (2)$$

unde W_e este energia consumată la ruperea epruvetei; S_0 - aria secțiunii inițiale a epruvetei măsurată în dreptul creștăturii.

$$S_0 = b \cdot a_c \quad [mm^2] \quad (3)$$

unde: b - lățimea epruvetei; a_c - înălțimea epruvetei în dreptul creștăturii.

Pentru realizarea încercării la încovoierie prin șoc se folosesc epruvete standardizate având forma și dimensiunile prezentate în figura 2.

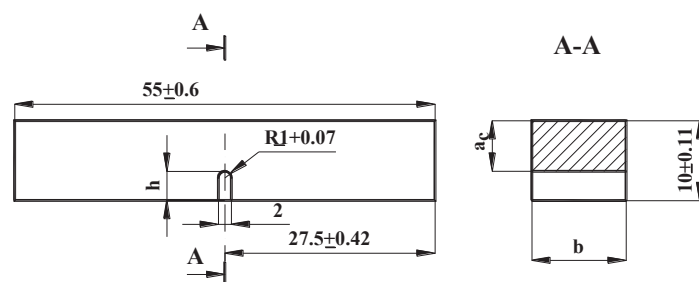


Fig. 2. Epruvetă cu creștătură în forma de “U” [8]

3. Factori care influențează caracteristicile mecanice și elastice ale materialelor

Caracteristicile mecanice și elastice pentru un material dat, pot fi modificate, în mod real sau aparent, de către anumiți factori. În mod aparent, aceste caracteristici pot fi modificate de viteza de

încărcare a epruvetei, dimensiunile epruvetei, tehnologia de elaborare a materialului și de confecționarea epruvetei. Modificarea reală a caracteristicilor mecanice și elastice este produsă de:

- temperatură;
- timp;
- ecrusare;
- tratamente termice.
- *Influența vitezei de încărcare*

Pentru determinarea caracteristicilor mecanice uzuale se recomandă viteze de încărcare relativ mici. Cu cât sarcina se aplică mai încet cu atât tensiunea este mai mică, iar alungirea crește și invers. La multe materiale, caracteristicile mecanice cresc la viteze mari de încărcare. În acest caz deformațiile plastice nu se pot dezvolta datorită timpului scurt în care se face încărcarea și rezultă deformații specifice la rupere mai mici și rezistențe de rupere mai ridicate. La unele materiale cu rupere foarte fragilă se constată o scădere a caracteristicilor mecanice cu creșterea vitezei de încărcare. De asemenea se poate întâmpla ca un material care prezintă o rupere tenace la solicitări statice să poate deveni fragil la viteze mari de încărcare [2].

- *Influența dimensiunilor epruvetei*

Dimensiunile epruvetei influențează într-o anumită măsură tensiunea de rupere la tracțiune, astfel că pentru același material se obțin valori mai mici pentru σ_r la încercarea unor epruvete de dimensiuni mai mari. Acest fenomen poate fi explicat prin faptul că ruperea materialului este amorțită de către microdefecte ale materialului, de la care pornesc microfisuri și apoi fisuri care conduc la secționarea epruvetei. Cu creșterea volumului de material crește și numărul microdefectelor și deci probabilitatea apariției unor microdefecte importante care vor amorsa microfisurile la tensiuni mai mici.

Observații:

1. Dimensiunile epruvetelor au o influență relativ mică la oțeluri.
2. Tensiunea la rupere determinată pe sârme foarte subțiri are valori mult mai mari decât cea determinată pe epruvete normale, confecționate din același material.
3. Dimensiunea epruvetei are o influență foarte mare la fonte, care sunt materiale cu mai multe microdefecte.

- *Influența tehnologiei de elaborare a materialului și de confecționarea epruvetei*

La elaborarea unui material, compoziția chimică și parametrii tehnologici prezintă anumite variații, care trebuie să fie cât mai mici posibil, pentru a putea garanta caracteristicile mecanice și elastice ale materialului. Totuși, anumite variații sunt inevitabile și pot conduce la o dispersie mai mică sau la o dispersie mai mare a caracteristicilor elastice și mecanice.

Tehnologia de elaborare a materialului poate influența semnificativ caracteristicile elastice și mecanice ale materialului. Astfel, același oțel are tensiunea la rupere mai ridicată dacă este forjat, mai scăzută dacă este laminat și mai scăzută dacă este turnat, iar polimerii au tensiunea de rupere și densitatea mai mare dacă sunt turnați sub presiune decât dacă sunt turnați liber [4].

În cazul materialelor anizotrope caracteristicile elastice și mecanice depind de direcția de prelevare a epruvetei.

- *Influența temperaturii*

Temperatura la care se înregistrează curbele caracteristice corespunde unor valori curente din timpul exploatarei și este de circa 20° C. Experiența arată că variația de temperatură influențează în mare măsură caracteristicile elastice și mecanice ale materialelor. Cu toate că în aplicațiile inginerești există mașini și structuri care lucrează la temperaturi mult diferite de cea a mediului analiza comportării materialelor funcție de temperatură este complexă și dificilă [6].

La oțelurile carbon rezistența la rupere prezintă un maxim, iar alungirea la rupere un minim în jurul temperaturii de 300° C. La temperaturi mai ridicate se înregistrează scăderi importante ale rezistenței și alungiri mai mari. Modulul de elasticitate scade continuu cu temperatura. În schimb la temperaturi scăzute tensiunile de rupere ale oțelurilor cresc deoarece materialele trec din starea tenace în starea fragilă, în care caz deformațiile lor plastice sunt foarte mici. În această situație materialele devin sensibile la încărcări dinamice. Unele materiale metalice devin fragile la numai -20° C.

- *Influența timpului*

În practică viteza de încărcare și durata de acțiune a sarcinilor exterioare variază în limite destul de largi, astfel că există sarcini care variază foarte încet și sarcini care variază foarte repede.

În anumite condiții unele materiale au o comportare vâsco-elastică, adică își modifică starea de deformații și/sau tensiunii atunci când o sarcină acționează timp îndelungat. La oțeluri comportarea vâsco-elastică se manifestă pregnant la temperaturi de peste 300°C, pe când la polimeri ea se manifestă chiar și la temperatura mediului. Tensiunile sunt funcții nu numai de alungirile specifice, dar și de timp. Un asemenea comportament se numește neliniar vâsco-elastic.

4. Utilajul folosit

Pentru efectuarea încercării la încovoiere prin șoc se folosește ciocanul pendul Charpy. El este prevăzut cu un ciocan de greutate G_p , care oscilează, practic fără frecare, în jurul axului O . Pentru ruperea epruvetei așezată liber pe două reazeme de pe batiu, ciocanul cade de la o anumită înălțime H , la care fusese ridicat și fixat. Energia potențială a ciocanului pendul în această poziție este W_0 . Legea conservării energiei mecanice presupune că energia potențială a unui corp se transformă integral în energie cinetică și invers [7]. Ciocanul pendul eliberat din poziția inițială lovește epruveta prin intermediul unui cuțit din material dur și o rupe, consumând astfel o parte din energia sa cinetică. Energia consumată se notează cu W_c . Restul de energie este folosit de pendul pentru a se ridica la o înălțime h , invers proporțională cu lucrul mecanic consumat pentru ruperea epruvetei. Ciocanul pendul Charpy are montat un cadran gradat pe care se poate citi direct lucrul mecanic consumat pentru ruperea epruvetei.

În general, ciocanele pendul cu cadran au o singură poziție de lansare, iar variația energiei de lovire nu se poate obține decât prin schimbarea discului pendulului. Această operație de schimbare este limitată, deoarece există pericolul modificării poziției centrului de percuție și a raportului greutateților. Din această cauză ciocanele pendul cu cadran sunt prevăzute doar cu două discuri cu raportul greutateților 1:2.

În mod uzual, pentru condițiile standard de încercare la încovoiere prin șoc, ciocanele pendul se construiesc pentru o energie maximă $W_0 = 300 \text{ J}$ (Joule) sau $W_0 = 15 \text{ J}$ și o viteză de lovire de 4,5-7 m/s.

Încercarea se face cu ajutorul unui ciocan pendul Charpy a cărui schemă de principiu se prezintă în figura 5. Pendulul este ridicat la înălțimea inițială H_i și apoi prin cădere liberă lovește epruveta 8. După ruperea epruvetei, ciocanul își continuă mișcarea ridicându-se la înălțimea finală H_f .

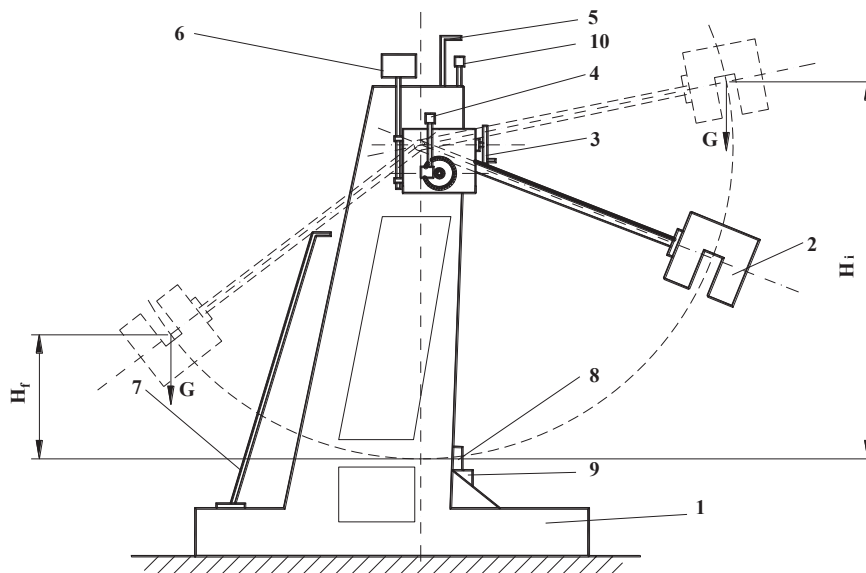


Fig. 5. Schema de principiu a ciocanului - pendul CHARPY [8]:

1 – batiu; 2 – placă ciocan; 3 – disc de antrenare; 4 – manetă decuplare/cuplare; 5 – dispozitiv de prindere; 6 – display digital; 7 – frână; 8 – epruvetă; 9 – reazeme; 10 – manetă eliberare placă ciocan.

5. Rezultate experimentale

Pentru efectuarea încercării am parcurs următoarele etape:

S-au măsurat dimensiunile epruvetei în dreptul creștăturii și am determinat aria secțiunii inițiale a epruvetei S_0 ; $S_0 = 7 \times 10 = 70 \text{ mm}^2 = 0.7 \text{ cm}^2$

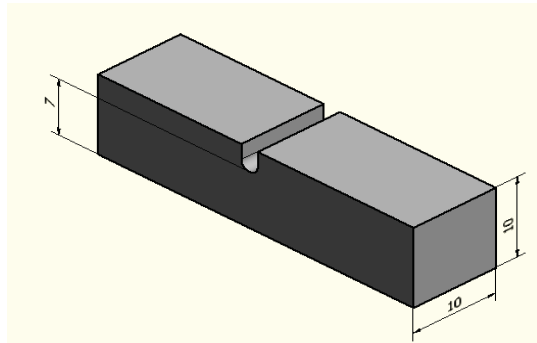


Fig. 6 Dimensiunile epruvetelor folosite.

Pentru poziționarea epruvetei se ridică placa ciocan într-o poziție intermediară; apoi se așează epruveta (după ce a stat la temperaturi scăzute minim 40 de ore) pe reazemele ciocanului-pendul, verificându-se poziția ei, astfel încât placa ciocan să lovească epruveta în spatele creștăturii; se apasă tasta F1. În etapa următoare se ridică placa ciocan, acționând discul, până la înălțimea H_i și se va fixa în dispozitivul de prindere; Se apasă tasta F4 pentru resetarea valorilor determinate la încercările anterioare; Apoi se eliberează placa ciocan prin acționarea manetei 10. După oprirea pendului prin acționarea frânei se citește pe display-ul ciocanului CHARPY valoarea energiei consumate la ruperea epruvetei (W_e). Rezultatele măsurătorilor și valorile rezilienței determinate în urma testării epruvetelor la diferite temperaturi sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. Rezultate experimentale

Nr. crt.	Temperatura [°C]	W_e [J]	KCU [J/cm ²]
1	-14,5	131,8	188,29
2	-14	137,9	197
3	-13	138,12	197,31
4	-12	143,7	205,29
5	-11	155,8	222,57
6	-9	160,2	228,86
7	-7	164,3	234,71
8	-5	171	244,29
9	-3	173,3	247,57
10	-2	174	248,57
11	-0,8	182,8	261,14
12	-0,5	183,1	261,57
13	2	185,3	264,71
14	7	193,4	276,29
15	10	201	287,14
16	20	215,2	307,43

Cu ajutorul încercării Charpy se poate exprima variația energiei de rupere în funcție de temperatură. Se determină astfel temperatura de tranziție de la ruperea ductilă la ruperea fragilă ceea ce permite exprimarea comportamentului la rupere a materialului (fig. 6 și fig. 7).

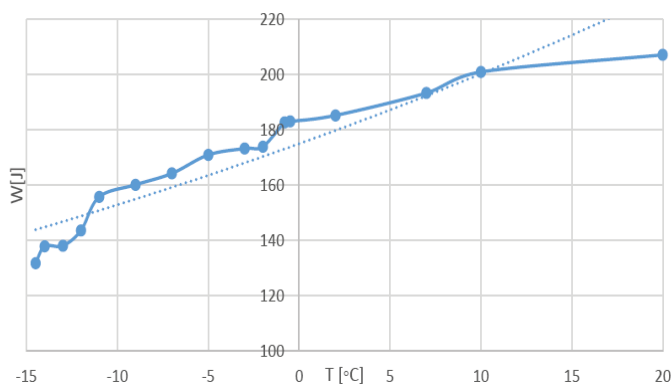


Fig. 6. Valorile obținute în urma măsurătorilor a energiei în funcție de temperatură

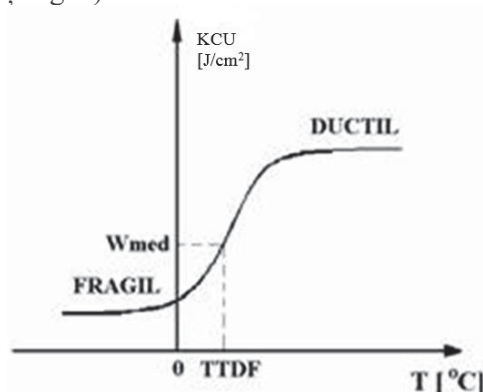


Fig. 7. Exprimarea temperaturii de tranziție ductil-fragil (TTDF), corespunzătoare valorii medii a energiei de rupere (W_{med}), determinată prin încercarea Charpy[6].

Se observă că valoarea energiei de rupere este mare în cazul materialelor ductile și redusă în cazul materialelor fragile. După ce au fost supuse la încercarea prin șoc, epruvetele arată ca în figura 8.



Fig. 8 Încercarea prin șoc a epruvetelor din E295

Pentru măsurarea temperaturii am folosit camera ThermoCam SC 640 cu emisivitatea materialului ϵ 0,64. Astfel temperatura epruvetelor înainte și după rupere se poate observa în figura 9.

6. Concluzii

Caracteristicile mecanice și elastice ale unui material dat, pot fi modificate de anumiți factori. Aceste caracteristici pot fi modificate aparent de viteza de încărcare a epruvetei, dimensiunile epruvetei, tehnologia de elaborare a materialului și de confecționarea epruvetei. Modificarea reală a caracteristicilor mecanice și elastice este produsă de următorii factori: temperatură, timp, ecruisare, tratamente termice.

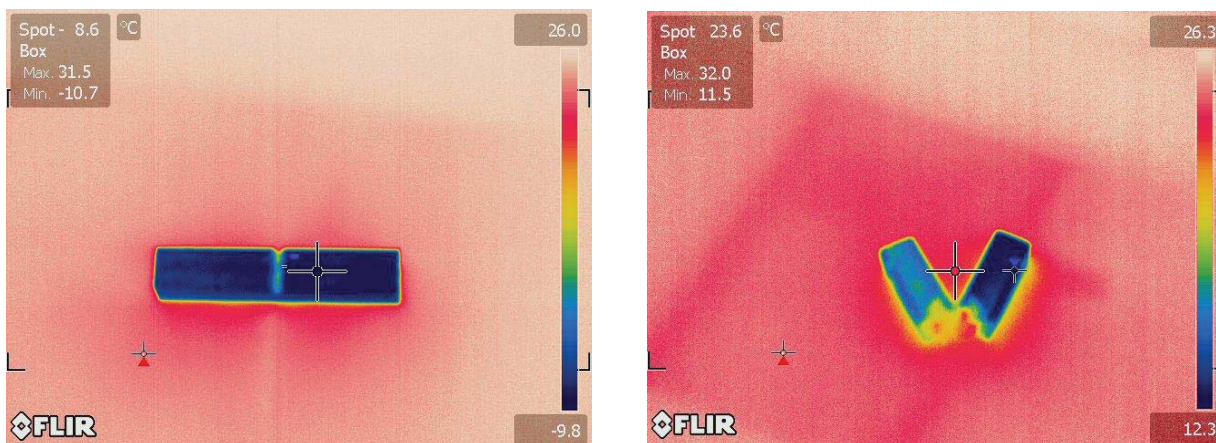


Fig. 9 Temperatura epruvetelor înainte și după experiment

Temperatura la care se înregistrează curbele caracteristice mecanice corespunde unor valori curente din timpul exploatării și este de circa 20° C. Practica industrială arată că variația de temperatură influențează în mare măsură caracteristicile elastice și mecanice ale materialelor. Cu toate că în aplicațiile ingineresti există mașini și structuri care lucrează la temperaturi mult diferite de cea a mediului analiza comportării materialelor funcție de temperatură este complexă și dificilă.

În cazul oțelurilor carbon la temperaturi mai ridicate se înregistrează scăderi importante ale rezistenței și alungiri mai mari. Modulul de elasticitate scade continuu cu temperatura. În schimb la temperaturi scăzute tensiunile de rupere ale oțelurilor cresc deoarece materialele trec din starea tenace în starea fragilă, în care caz deformațiile lor plastice sunt foarte mici. În această situație materialele devin sensibile la încărcări dinamice. Unele materiale metalice devin fragile la numai -20° C.

Experimentele de încercare la încovoiere prin șoc efectuate pe epruvetele confecționate din oțelul carbon E295, au demonstrat ca o temperatură scăzută duce la fragilizarea materialului. Reziliența materialului a scăzut cu aproximativ 15% în jurul valorii de 0°C și cu 40% la temperatura de -15°C.

Având în vedere ca acest material, E295, se folosește pe scară largă pentru confecționarea elementelor de construcții mecanice supuse la solicitări ridicate, este necesar să se cunoască modul în care temperatura mediului în care funcționează reperul influențează rezistența la șoc a materialului.

7. Bibliografie

- [1]. Stoian, L. și Vintilă, N. (1980), Tehnologia materialelor, Didactică și Pedagogică, Bucuresti.
- [2]. Constantinescu, I.N., Piciu, R.C., Hadar, A., Gheorghiu, H. - Rezistența materialelor pentru inginerie mecanică, Ed. BREN, București 2006.
- [3]. Cazimirovici E., (2001), Teoria deformărilor plastice, Editura BREN, București.
- [4]. Zecheru Gh., Drăghici Gh., Elemente de științe și ingineria materialelor, vol. 1 și 2, Editura ILEX și Editura Universității din Ploiești, 2001.
- [5]. Colan H. ș.a., Studiul metalelor, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
- [6]. Moldovan, P. ș.a., Tratat de știința și ingineria materialelor metalice, vol.2, Editura AGIR, București, 2007.
- [7]. Pleșca., ș.a., Tehnologia Materialelor. Note de curs, Editura BREN, București, 2016.
- [8]. Marinescu, M., s.a. – Tehnologia materialelor. Lucrări de laborator: Editura PRINTECH, Bucuresti, 2016.

TEHNOLOGII DE FABRICARE A BRICHETELOR DIN DEȘEURI, LEMN, CARTON, BIOMATERIALE

GRAUR¹ Florin¹, MARIAN² Andres², MATEI³ Adrian³

^{1,2,3}Facultatea de Ingineria Sistemelor Biotehnice, Specializarea: Inginerie Mecanică, Anul de studii: I,
e-mail: andres_marian2008@yahoo.com

Conducători științifici: Sl. dr. Ing. **Delia GÂRLEANU**
Conf. dr. Ing. **Gabriel GÂRLEANU**

REZUMAT: Lucrarea de față prezintă câteva caracteristici experimentale ale unor brichete ecologice realizate din biomasă și deșeuri. Sunt prezentate câteva avantaje ale folosirii biomasei și deseurilor ca material combustibil, materia primă și utilajul folosit. Printre caracteristicile analizate ale brichetelor se remarcă densitatea ca și caracteristică fizică și compresiunea ca și caracteristică mecanică. Cunoașterea acestor caracteristici este importantă deoarece oferă date despre gradul de compactare și consistență a brichetelor, respectiv despre calitatea acestora, dar și despre puterea calorifică a acestora.

CUVINTE CHEIE: Brichete, biomasă, deseuri, instalație de brichetare

1. Introducere

Lucrarea își propune studiul unor caracteristici ale brichetelor realizate din deșeuri și biomase, respectiv din așchii tehnologice obținute la mașina de îndreptat, atunci când se prelucrează lemnul sau paie rezultate în urma recoltării culturilor agricole de grâu, orz, ovaz, etc. Site-urile diferitelor firme producătoare arată că brichetele sunt blocuri de rumeguș sau corpuri solide ecologice realizate din așchii și rumeguș curat de lemn sau paie. Acestea sunt obținute sub o presiune înaltă și fără aditivi suplimentari, putând fi utilizate pentru arzătoare de combustibili solizi, foc deschis pentru grătar, boilere de apă caldă, centrale de încălzire etc. Caracteristicile testate ale brichetelor lemnoase (conform standardelor europene ONORM M7135 în Austria și DIN 51731 în Germania) sunt următoarele: umiditatea operativă 4,6 %, masa cenușei 0,2 %, cantitatea de sulf 0,01 % și puterea calorifică pentru masa absolut uscată a brichetelor 5320 kJ/kg. Sunt prezentate avantajele principale ale brichetelor comparativ cu lemnul masiv, respectiv: conținut redus de cenușă (folosită mai târziu ca fertilizator datorită conținutului mare de potasiu), nu au miros, putere calorică mare, perioada de ardere lungă, temperatură de ardere ridicată, combustie fără scântei, ardere fără gaze nocive în cantități mari și combustie economică cu 20 % față de lemnul masiv. Aceste brichete pot înlocui cu succes cărbunele brun, lemnul și gazele naturale [6]. Brichetele pentru foc realizate din deșeuri și biomase reprezintă un combustibil nou și este o soluție pentru încălzirea spațiilor de dimensiuni reduse dar și foarte mari, la costuri scăzute față de ceilalți combustibili.

2. Stadiul actual

În România există aproximativ 40 de firme producătoare de brichete, multe firme având sediul în județul Harghita, urmat de Cluj, alte firme găsim în Bihor, Bacău, Neamț, Arad. Totuși față de alte țări din UE, România este la început cu producerea de brichete [2].

În comparație cu alte țări din UE, în anul 2009 existau aproximativ 670 de fabrici de brichete, 30% dintre ele având o capacitate de peste 10000 tone anual.

Zona UE este în continuare piața de desfacere a brichetelor și va rămâne așa în următorii ani. În 2012 piața europeană de producție a peleților a ocupat aproximativ 61% din producția globală, iar consumul aproximativ 85%.

În producția mondială de brichete, rumegușul ocupă un rol important ca și materie primă, multe fabrici fiind poziționate în imediata apropiere a unor fabrici de cherestea din această cauză prețurile și disponibilitatea materiei prime este strâns legată de dinamica pieței lemnului.

Producția brichetelor din lemn (rumeguș) și dezvoltarea rapidă a pieței de desfacere pentru acest produs, se datorează în principal următoarelor motive:

- constituie o utilizare eficientă a resurselor locale ale comunității, pentru producerea de energie termică la costuri reduse;
- prin ardere nu elimină noxe și nu conduc la fenomenul de încălzire globală, eliberând tot atâta bioxid de carbon cât consumă materia primă vegetală pentru a fi produsă.

3. Procesul de fabricație

Utilajele folosite în procesul de fabricație sunt reprezentate de o linie de fabricație. Liniile de fabricație sunt configurate astfel:

- toculator
- moară cu ciocanele
- uscător aerodinamic/rotativ
- buncăr omogenizare
- presă sau prese
- linii de răcire
- dispozitive de tăiere și ambalare

Tocătorul este un dispozitiv de tocare pentru baloți paralelipedici sau pentru crengi și alte resturi vegetale.

Uscătorul poate fi de mai multe dimensiuni și mai multe tipuri în funcție de capacitate și materie primă. Presele sunt prese de brichete cu capacitate între 300kg/h – 800kg/h.

Fluxul tehnologic al liniei de brichetat cuprinde următoarele etape:

Procesul tehnologic general de brichetare:



Fig. 1. Procesul tehnologic general de brichetare [1].

Etapa I

Principiul de funcționare al tocătorului:

- zdrobirea baloților din paie, atât cilindrici cât și dreptunghiulari
- mărunțitor fin (moara cu ciocanele) mărunțește materia primă la 3-10 mm. Frația finală este complet pregătită pentru linia de producție brichete și peleti în continuare.

Etapa II

În procesul de uscare, aerul rece, cu ajutorul schimbătorului de căldură (Soba) încălzește și se amestecă cu materia primă umedă. Rumegușul umed sau resturi vegetale - Paie, este uscat timp de câteva secunde. Apoi, materia primă uscată prin ciclonează în presa de brichetat sau în buncărul de omogenizare a materiei prime uscate, iar aerul de evacuare este ventilat în atmosferă.

Etapa III

Din ciclonează uscătorului aerodinamic materia primă cade în buncăr dozator (siloz) pentru menținerea debitului de materie primă și nu permite blocarea materiei prime are un snec acționat cu motor

electric care se rotește în permanență și agitatoare. Acest buncar dozator (siloz) permite ca presa de brichetat sau peletizat să lucreze la o capacitate constantă în caz că se folosește materie prima mai umedă decât în parametri normali de funcționare a uscătorului aerodinamic.

Etapa IV

Materia primă (paie) ajunsă în presa de brichetat este presată în canalul presei de mecanismul excentric acționat de motorul electric. Excentricul, se rotește cu o frecvență de aproximativ 4 rotații pe secundă, astfel fiind transmisă puterea cinetică pistonului, care la rîndul său prin lovituri presează biomasa în canalul presei de brichetat. Ca urmare a presiunii exercitate de piston, materia primă este trecută prin canalele presei și comprimată sub forma de brichete. Presiunea exercitată este suficientă pentru a coace materia prima într-o masă solidă, fără adaos de lianți și adezivi. Procesul de coacere este continuu, la o temperatură de 110-200 °C (în funcție de conținutul de umiditate a materiei prime) Brichetele ieșite din presă intră pe linia de răcire(6-7m) la capătul căreia este un dispozitiv de tăiere care taie brichetele la 20-30 cm în funcție de reglaj, apoi pot fi ambulate.

4. Tipul liniilor de brichetat

A. Mașina de brichetat cu piston

Materialul supus presării, cu ajutorul dozatorului cu melc, este adus în camera de presare unde, este supus presării finale de către piston. Conform metodei de acționare a pistonului, se deosebesc mașini mecanice (cu ciocan) și hidraulice.

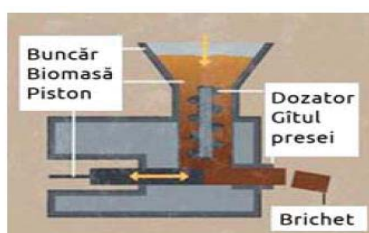


Fig. 2. Mașina de brichetat cu piston [1].

B. Mașină mecanică de brichetare (cu ciocan):

Se obțin brichete cu diametru de aprox. 60mm. Puterea necesară pentru o producție de 700kg/h – 25kWt. Frecvența de lucru al ciocanului de aprox. 270 lov./min.

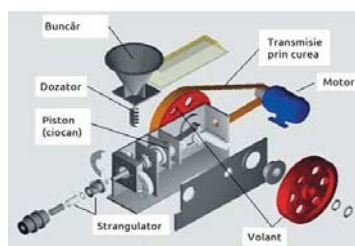


Fig. 3. Mașină mecanică de brichetare (cu ciocan) [1].

C. Mașină de brichetare hidraulică

La acest tip de prese, biomasa este presată preliminar vertical, apoi orizontal. Puterea consumată – 37 kWt pentru a obține 1800 kg/h. Umiditatea maximă 22%. Frecvența de lucru al cilindrului – 7 cicluri/minut.

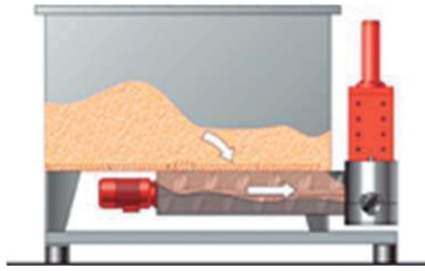


Fig. 4. Mașina de brichetare hidraulică [1].

D. Procesul de brichetare prin extrudare (pinikey)

În acest proces, biomasa este extrudată continuu de către unul sau mai multe șuruburi melcate conice, printr-o matriță încălzită din exterior, pentru a reduce frecarea. Ca urmare a aplicării presiunii și a temperaturii, are loc eliberarea ligninei care are rol de liant. Suprafața exterioară a brichetelor se obține carbonizată, cu o gaură prin interior, care facilitează arderea.

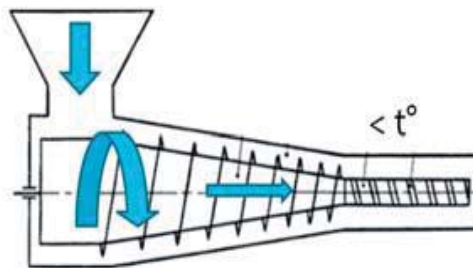


Fig. 5. Mașina de brichetare prin extrudare (pinikey)[1].

5. Avantajele și dezavantajele liniilor de fabricație

B. Mașină mecanică de brichetare (cu ciocan):

Principalele avantaje ale tehnologiei:

- Uzura mică a pistonului din cauza mișcării relative mici dintre piston și biomasa presată;
- Mecanisme simple.

Principalele dezavantaje ale tehnologiei:

- Uzura sporită a strangulatorului;
- Umiditatea relativă a materiei prime mai mică de 12%;
- Nu este posibilă carbonizarea straturilor superioare.

C. Mașină de brichetare hidraulică

Avantaje ale tehnologiei:

- Poate fi utilizată pentru orice material agricol;
- Umiditatea relativă a materiei prime de 22%;
- Consum de energie comparativ mai mic;
- Produsul finit este uniform;
- Uzură mai mică a pieselor, din cauza vitezei relative mai mici.

D. Procesul de brichetare prin extrudare (pinikey)

Avantaje și dezavantaje ale procesului:

- Produsul finit uniform continuu;

- Stratul superior carbonizat facilitează aprinderea, arderea și reduce pătrunderea ulterioară a umidității;
- Gaura interioară oferă circulația aerului ce facilitează arderea;
- Mașina lucrează silențios și fără șocuri;

Dezavantaje ale procesului

- Uzura sporită a melcului;
- Există o limită asupra materialelor ce pot fi compactate cu acest tip de presă.
- Consum sporit al energiei.

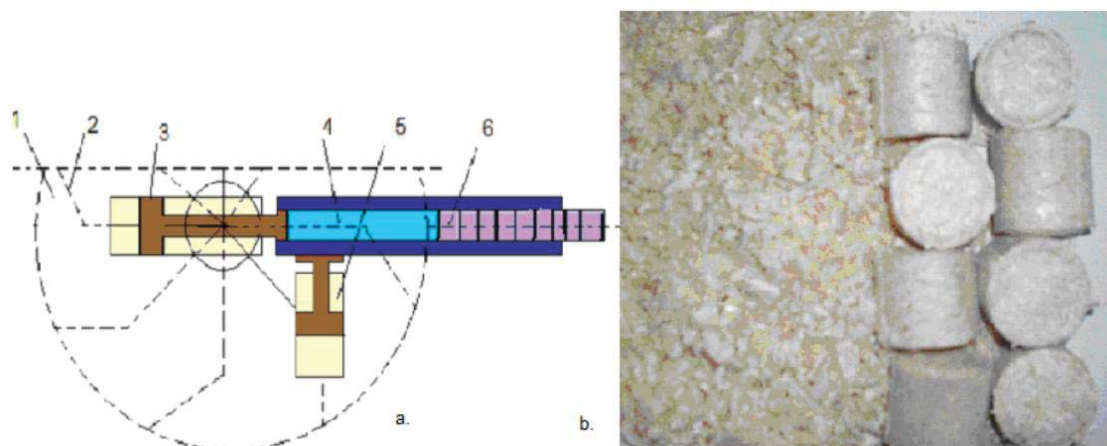


Fig. 6. Linie de producție cu o mașină de brichetat cu 2 pistoane pentru compresie [2]:
Mașina de brichetat (a) și brichete (b): 1-siloz de stocare; 2-alimentare cu materie primă; 3- pistonul principal de compresie; 4-canal de extruzie; 5-pistonul secundar de alimentare și compresie; 6-brichete comprimate.

6. Caracteristici ale brichetelor rezultate în urma unor măsurători experimentale

Densitatea brichetelor

Analizând densitatea brichetelor lemnoase (definită ca raport între masă și volum) se poate observa că densități diferite sunt obținute din diferite tipuri de materie primă. Densitatea brichetelor din molid (837 și 878 kg/m³) este mai mică decât cea obținută din lemn de fag (896 și 921 kg/m³), deoarece densitatea molidului (450 kg/m³) este mai mică decât a fagului (680 kg/m³). Nu există o proporționalitate între aceste două densități, deoarece rapoartele sunt de 1,86 și 1,95 pentru molid și de 1,31 și 1,35 pentru fag. Aceasta înseamnă că specia de molid este mai compresibilă decât specia de fag acest lucru fiind normal datorită structurii mai poroase a molidului. Pe de altă parte se observă că așchiile tehnologice sunt mai puțin compresibile decât rumegușul pentru ambele specii, datorită dimensiunilor diferite, coeficienților de afânare față de lemnul masiv al speciei, deformarea așchiilor etc.

Rezistența la compresiune

Rezistența la compresiune arată consistența și compactarea brichetelor lemnoase. Nu există o rezistență similară în acest domeniu, dar există câteva similitudini cu aceea a lemnului masiv, alte plăci pe bază de lemn (plăci din așchii și fibre de lemn) și pentru betoane. Pe această bază s-a realizat o nouă procedură pentru rezistența la compresiune perpendiculară pe lungimea brichetei. Forța de rupere s-a aplicat perpendicular pe structură, așa cum se vede în figura 6, prin două plăcane. Platanul superior 7 reprezintă de obicei dispozitivul mașinii universale (folosit pentru duritatea Brinell și Janka), dar cel inferior 9 este cilindric. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 1.

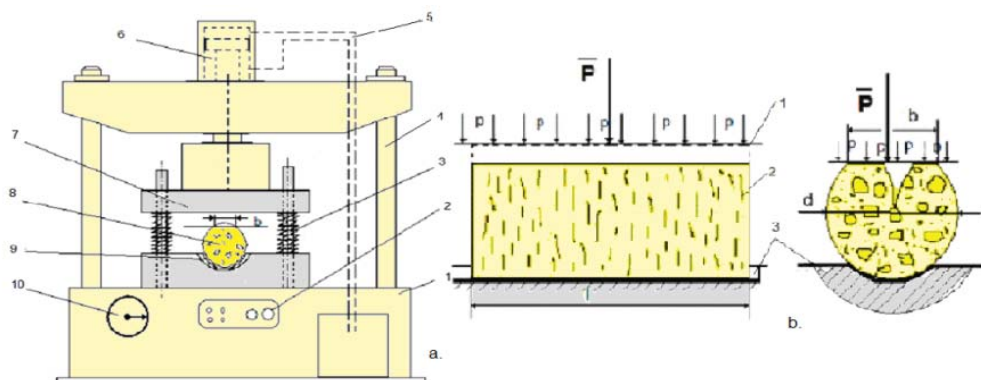


Fig. 7. Determinarea rezistenței la compresiune a brichetelor [2];

a – mașina de încercări cu dispozitiv: 1-cadru; 2-tablou; 3-arcuri; 4-coloane; 5-conducte cu agent hidraulic; 6-cilindru-piston; 7-platan superior; 8-brichetă; 9-platou inferior; 10-cadran;
 b – principiul de lucru: 1- suprafața de aplicare a forței; 2-brichetă; 3-platan inferior.

Tabelul 1 Rezistența la compresiune a brichetelor testate

Nr. Crt.	Diametrul (mm)	Forța (N)	Dimensiunile planului de presare (mm)		Rezistența la compresiune N/mm ²
			Lungime	Lățime	
1	Ø = 40	3700	75	35	1,409
2		3300	74	32	1,393
3		1400	45	28	1,111
4		1600	38	30	1,403
5		1600	37	37	1,168
6		1500	30	26	1,923
7		1800	37	24	2,027
8		2100	26	37	2,182
9		2000	48	31	1,344
10		2200	62	30	1,182
Media rezistenței la compresiune					1,514

7. Produsul finit

Brichetele (*franc.* – briquette) – reprezintă blocuri de material solid inflamabil (biocombustibil), utilizate pentru inițierea și menținerea arderii. Există brichete de cărbune și brichete de biomasă. Brichetele pe bază de biomasă au o densitate de aprox. 1100-1500 kg/m³ și o putere calorică de 3500-4500 kcal/kg [3].

Puterea calorică a brichetelor din resturi vegetale este mai mare decât a lemnului și aduce o economie de 60% față de încălzirea cu gaze și de 40% față de încălzirea cu lemne. Costurile de producție a brichetelor din paie sau alte resturi vegetale este foarte scăzut.

Din ce fabricăm brichetele?

- Reziduuri agricole (paie, reziduuri cerealiere, coji de nucă, știuleți de porumb, floarea soarelui ș.a.);
 - Plante energetice – plante intenționat crescute pentru obținerea biomasei (salcia energetică, porumb, sorg ș.a.);
 - Produse forestiere (rumeguș, coji de arbori ș.a.);
 - Reziduuri municipale (frunze, ramuri, iarba uscată ș.a.);
- Exemple de materie primă pentru fabricarea brichetelor și a peletelor: paie, coji de nuca, coji de semințe de floarea soarelui.



Fig. 8. Materii prime pentru brichetare (paie, coji de nucă, coji de semințe de floarea soarelui)[4]



Fig. 9. Brichete Pinikey în timpul procesului de ardere[4].



Fig. 10. Diferite forme geometrice ale brichetelor existente pe piață [5].



Fig. 11. Brichete în timpul procesului de ardere [5].

8. Concluzii

Studiul efectuat a demonstrat că folosirea deșeurilor și resturilor vegetale în fabricarea de brichete este un bine făcut planetei și în același timp nouă oamenilor din toate punctele de vedere.



Fig. 12. Reciclează, Reduce, Refolosește

9. Bibliografie

- [1]. www.agrobiobrichet.com, „Prezentare linii de brichetare”
- [2]. www.inma.ro „INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU MASINI SI INSTALATII DESTINATE AGRICULTURII SI INDUSTRIEI ALIMENTARE”
- [3]. UPB „Aspecte economice si tehnice pentru valorificarea energetica a biomasei solide cu viteza mare de crestere.”
- [4]. www.agrintel.ro „Paiete pot aduce profit suplimentar”
- [5]. www.agro-business.ro „Un combustibil revolutionar”
- [6]. Hanes. N. (2001) „ Conditii calitative pentru producerea combustibililor de tip brichete ecologice , Univ. Petrosani.

NANOMATERIALE CU APLICAȚII ÎN INDUSTRIA AEROSPAȚIALĂ

ASOLTANEI¹ Daniel-Cristian¹, IONESCU² Ștefan-Alexandru² și MARTINESCU³ Iulia-Theodora³

^{1,2,3} Facultatea de Inginerie Aerospațială, Specializarea: română, Anul de studii: I
e-mail: danielasoltanei05@gmail.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. Vasile MOGA

REZUMAT: Industria aerospațială conduce numeroase cercetări în domeniul nanomaterialelor, de la nanofibre de carbon și grafen, până la nanofibre de polimeri și nanocompozite pentru a găsi posibile aplicații ale acestora. Aplicațiile respective pot varia extrem de mult, de la componentele camerei de ardere ale sistemului de propulsie până la aditivi din cauciucul trenurilor de aterizare. Pentru ca aceste aplicații să ia naștere, va fi nevoie în continuare de cercetare, acestea nefiind încă larg exploatabile.

CUVINTE CHEIE: Nanomateriale, nanotuburi de carbon, compozite.

1. Introducere

Această lucrare prezintă multiplele tipuri de nanomateriale utilizate în industria aerospațială, accentul fiind pus pe nanotuburile de carbon și nanomaterialele compozite, inclusiv utilizările acestora în domeniu.

2. Generalități

Avansul tehnologic din ultimele decenii a dus la descoperirea a noi materiale, cu proprietăți superioare celor utilizate în mod uzual, iar nanomaterialele nu fac excepție. Prin nanomateriale se înțeleg materialele ce sunt create în urma proceselor ce țin de nanotehnologie, adică manipularea structurilor acestora la un nivel de 1-100 de nanometri. Exemple de materiale ce intră în această categorie sunt: metale și aliaje ale acestora cu structură sub formă de nanocristale sau nanogrăunți, nanoparticule de carbon, fulerine (nanotuburi de carbon, nanofibre de carbon, grafen), nanofibre de polimeri (polistiren, polietilenă etc.), nanofibre de ceramice și nanocompozite. Aceste materiale pot fi promițătoare în domeniul ingineriei aerospațiale, unde este necesar ca materialele să fie cât mai ușoare și, totuși, cât mai rezistente. Aceste materiale își datorează proprietățile datorită structurilor manipulate la nivel nanometric, cum ar fi rezistența la tracțiune, modulul de elasticitate, conductivitatea electrică, conductivitatea termică, rezistența la coroziune sau densitate redusă, mult superioare materialelor utilizate în prezent, chiar superioare față și de actualele compozite, din punct de vedere teoretic, ce sunt la rândul lor dificil de fabricat.

3. Stadiul actual

În prezent o bună parte din nanomateriale sunt dificil de creat în masă, dacă ar fi să le comparăm cu materialele ce sunt utilizate de multe decenii, cum ar fi aliajele de aluminiu, titan sau compozitele convenționale, procesele de producție pentru aceste materiale fiind încă ineficiente, iar produsele create în urma lor, cum ar fi în cazul nanotuburilor de carbon, nu ating proprietățile mecanice obținute în laborator. Pentru unele materiale nu au fost găsite procese de producție în masă, fiind încă inaccesibile pentru industrie, în timp ce unele materiale ca nanotuburile de carbon, chiar dacă fabricarea acestora încă mai trebuie îmbunătățită, ating prețuri asemănătoare cu cea a fibrelor de carbon, fiind utilizate în echipamente sportive, automobile de lux și în industria aerospațială, ca înlocuitor al fibrelor de carbon, în piesele ce țin de structură, sau ca înlocuitor al siliciului și cuprului în echipamentele electrice folosite în industria aerospațială, acestea fiind totuși neutilizate în alte domenii, din cauza costurilor ridicate.

4. Exemple de nanomateriale

Aliajele Al-Mg și Ti-Al ce au structuri de tip nanogrăunți prezintă superplasticitate la temperaturi ridicate, adică se pot deforma plastic mult mai mult fără a se rupe decât un aliaj cu aceeași compoziție chimică, dar cu structură obișnuită, astfel din acestea se pot prelucra mult mai ușor piese cu forme complexe, iar totodată aliajele de Ti-Al cu nanogrăunți pot avea o rezistență la tracțiune de până la 1500 MPa, duritate foarte crescută (6 GPa), rezistență mare la coroziune, ductilitate bună, iar toate aceste proprietăți rămân până la temperaturi ridicate. Acestea și-ar putea găsi utilitatea în componentele structurale ale avioanelor și în motoarele acestora (în special aliajele Ti-Al), fiind totodată materiale cu proprietăți mecanice ridicate raportate la densitatea acestora. Probleme ce pot apărea în aplicarea acestora pot fi: instabilitate termică a aliajelor Al-Mg ce ar limita utilizarea acestora la temperaturi de peste 200 °C, iar aliajele de Mg, în general, au rezistență scăzută la coroziune, în timp ce la aliajele Ti-Al pot fi prelucrate prin superplasticitate doar la temperaturi foarte ridicate, iar formarea aliajului trebuie controlată cu atenție pentru a nu compromite structura viitoarelor piese, ceea ce ar face foarte greu de implementat un proces tehnologic la scară industrială pentru asemenea materiale.^[1]

Nanotuburile de carbon sunt un material foarte cunoscut, acest motiv fiind dat de către faptul că sunt cele mai rezistente dintre toate materialele din punct de vedere al rezistenței la tracțiune și al modulului de elasticitate. Acestea sunt de mai multe feluri (vezi figura 1): după numărul de straturi de grafit: nanotuburi cu un singur strat, nanotuburi cu mai multe straturi; după poziționarea geometrică: în formă de „scaun” și în „zig-zag”. Aceste caracteristici le modifică proprietățile, de exemplu nanotuburile în formă de „scaun” au proprietăți de conductor, în timp ce nanotuburile în formă „zig-zag” au proprietăți de semiconductor.

Nanotuburile de carbon cu un singur strat sunt cele mai rezistente materiale conform experimentelor, atingând valori ale modulului de elasticitate de 1TPa și rezistență la tracțiune de 53 GPa și alungire relativă la limita de rupere de 16 % (poate fi comparat cu oțelul inoxidabil și Kevlar în tabelul 1). Totodată au reziliență crescută, stabilitate termică până la 750 °C în aer și 2800 °C în vid, iar densitatea acestora este de 1,3-1,4 g/cm³. O problemă este reprezentată de faptul că în toate testele experimentale materialul la nivel microscopic nu mai prezintă aceleași proprietăți mecanice (au în jur de doar câțiva GPa), deoarece nanotuburile se leagă foarte greu între ele, astfel trebuie iradiate cu electroni pentru a crește rezistența la tracțiune în jurul valorii de 60 GPa. Totodată este foarte dificilă producția a unui anumit tip de nanotub sau separarea acestuia de restul (ex: un strat sau multistrat). Acestea pot fi utilizate ca înlocuitori ai actualelor materiale din echipamentele electrice (fire, baterii, tranzistori etc.) și în compozite, reducând greutatea obiectelor în care ar fi utilizate.^[1]

Tabelul 1. Proprietăți mecanice ale nanotuburilor de carbon față de alte materiale

Tip material	Modulul Young [TPa]	Rezistența la tracțiune [GPa]	Alungirea relativă la rupere [%]
Nanotuburi de carbon cu un singur strat	1	13-53	16
Oțel inoxidabil	0,186-0,214	0,38-1,55	15-50
Kevlar	0,06-0,18	3,6-3,8	2

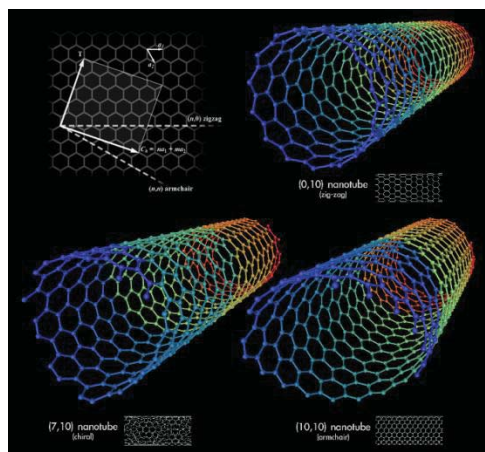


Fig. 1. Tipuri de nanotuburi de carbon

Nanocompozitele sunt de mai foarte multe feluri, unele dintre acestea fiind compozitele ceramică-nanotuburi de carbonși epoxy-nanotuburi de carbon. Dacă materialele ceramice, singure, au o bună rigiditate, rezistență, refractaritate și stabilitate chimică bună, dar sunt prea fragile, folosite ca matrice în compozite fragilitatea este ameliorată, iar astfel proprietățile ceramicelor pot fi exploatate cu cât mai mult posibil. Deja sunt testate compozite ceramică-fibre de carbon, rezultatele arătând faptul că acest material poate rezista la temperaturi de 1600 °C, astfel înlocuirea fibrelor de carbon cu nanotuburi ar reduce densitatea materialelor folosite, totodată nanotuburile având proprietăți mecanice superioare fibrelor de carbon.^[3,1]

Compozitele epoxy-nanotuburi de carbon deja sunt considerate ca un înlocuitor al materialului epoxy-fibre de carbon, ce este deja larg folosit în componența avioanelor și a navetelor spațiale din prezent, având rezistență la coroziune și proprietăți mecanice superioare față de aliajele de aluminiu și titan, raportat la densitatea acestora. Materialele din epoxy-nanotuburi de carbon sunt considerate mult mai rezistente mecanic decât cele din epoxy-fibre de carbon, fiind totodată mai ușoare decât ultimele (proprietățile materialelor folosite acum pot fi observate în tabelul 2). Aceste nanocompozite ar putea fi folosite în izolarea termică a camerelor de ardere a motoarelor și a modulelor de intrare în atmosferă, în cazul ceramicelor armate cu nanotuburi de carbon, sau în fuzelajul și componentele structurale ale avioanelor, navetelor spațiale și sateliților, în cazul compozitului epoxy-nanotuburi de carbon.^[3,1]

Tabelul 2. Proprietăți mecanice ale mai multor materiale utilizate în aviație

Tip material	Modulul lui Young [GPa]	Rezistența la tracțiune [MPa]	Densitate [g/cm ³]
Oțel AISI 5130 ^[7]	205	1275	7,85
Aluminiu 7075-T6 ^[7]	71,7	570	2,81
Titan Ti 10-2-3 ^[8]	106	1240	4,65
Epoxy-fibre de carbon ^[7]	120	3000	1,63

5. Aplicații ale nanotuburilor de carbon

Nanotuburile de carbon (vezi figura 2) au apărut în urma dezvoltării tehnologiei nanomaterialelor. Nanotuburile sau NTC sunt alotropi ai carbonului cu nanostructură cilindrică și sunt construite cu raport între lungime și diametru de până la 132.000.000:1. Acest raport fiind semnificativ cel mai mare în raport cu celălalte materiale.

Aceste nanotuburi sunt valoroase din cauza proprietăților foarte utile în domeniul nanotehnologiei, electronicii și opticii. Nanotuburile au proprietăți fizice deosebite, în particular datorită conductivității termice și proprietăților mecanice și electrice deosebite, acestea având diverse aplicații în multe domenii,

de la construirea unor piese de uz casnic, la echipamente pentru sport cu performanțe ridicate (biciclete, bâte de baseball) până la aparatură electrică și structuri foarte solide esențiale în domeniul aerospațial, chiar și pentru automobile.

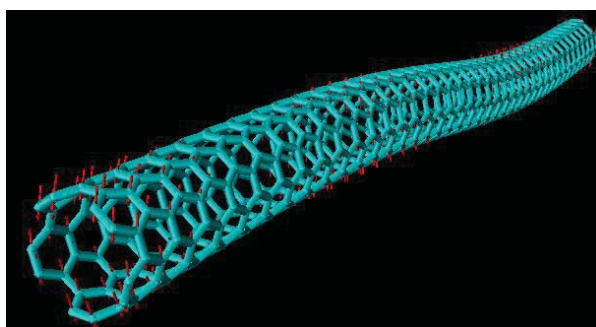


Fig. 2. Nanotub de carbon

Aplicațiile acestor nanotuburi sunt foarte diversificate. Un grup de cercetători de la Universitatea din California, SUA, a reușit construcției celui mai mic radio din lume cu un singur tub. Aceștia au făcut un pas important în miniaturizarea echipamentelor voluminoase și grele. Aceștia nu au creat toate componentele dintr-un astfel de tub, ci le-au simulat într-un nanotub de carbon. Acesta este conectat la un electrod, capătul lui vibrând sub acțiunea undelor radio. Acest aparat poate fi folosit pentru urmărirea unui om, dar și a organismului acestuia de la distanță, aparatul radio putând fi injectat direct în sânge.

Televizoare sau display-uri FED cu nanotuburi de carbon: Cercetătorii americani au creat o tehnologie de producere în masă a nanodevice-urilor care poate duce la înlocuirea televizoarelor LCD cu rețele de tip FED (Field Emission Display). Aceste televizoare sunt la fel de performante ca și cele clasice doar că au un avantaj substanțial, noile televizoare o să aibă doar câțiva milimetri grosime, dar și consumul de energie este foarte redus, ieftin de produs și ajung la o rezoluție mai mare decât acestea. Nanotuburile fac în acest caz un lucru simplu și nu revoluționează foarte mult vechea tehnologie, acestea înlocuiesc tuburile catodice folosind o rețea de nanotuburi de carbon, acestea reprezentând cel mai eficient emițător de electroni cunoscut deocamdată.^[6]

Circuite electronice cu nanotuburi de carbon: Odată cu trecerea timpului cercetătorii au căutat soluții pentru înlocuirea circuitelor semiconductoare ce au la bază siliciu. În 2008, o echipă de cercetători din cadrul Universității Americane au realizat un circuit ce are la bază nanotuburi de carbon. Prin printarea unei rețele de nanotuburi pe o suprafață de plastic flexibilă, aceasta conținea nu mai puțin de 100 de tranzistori. Performanțele fiind foarte bune, nanotuburile având un potențial mai mare decât materialele clasice, ca polimerii și siliciu. Poate cel mai bun avantaj este flexibilitatea și tensiunea de lucru de 5 volți.^[6]

Microcipuri din nanotuburi de carbon: Microcipurile din nanotuburi de carbon reprezintă viitorul, acestea fiind mai mici, mai rapide decât cele din siliciu și au o formă perfectă pentru a se comporta precum tranzistorii. Lucrul cel mai important fiind mărimea, microcipurile din nanotuburi sunt mult mai mici decât cele din siliciu. Utilitatea acestora pentru construirea microcipurilor a fost evidențiată în anul 2012, când IBM a găsit o metodă să crească numărul nanotuburilor de carbon care să fie plasat pe un singur cip. Cipul are mai mult de 10000 de nanotuburi, tehnologie ce permite mișcarea mai ușoară prin tranzistorii de carbon decât cei din siliciu, fapt ce permite transportul mai rapid al datelor. Această reușită reprezintă viitorul producerii circuitelor din nanotuburi, deoarece până acum nimeni nu reușise să pună mai mult de câteva sute de nanotuburi dintr-o singură mișcare.^[6]

Primul computer din nanotuburi de carbon: Asemenea formelor de viață, computerele viitorului vor fi bazate pe carbon, nu pe siliciu. Cercetătorii de la Universitatea Stanford au construit primul calculator cu ajutorul nanotuburilor, acesta nu poate atinge momentan viteze remarcabile, performanțele sale fiind asemănătoare cu un PC din anii '50. Acesta a fost construit cu un cip universal de mici dimensiuni și limitat de 178 de tranzistori, bine înțeles că aceste performanțe pot fi mult mai mari.^[6]

Bateria viitorului din hârtie și nanotuburi de carbon: Tot la Universitatea Stanford, cercetătorii au creat prima baterie dintr-o foaie de xerox. Aceasta a fost îmbibată în cerneală neagră în care

se găsesc nanotuburi de carbon și nanoconductori de argint, apoi urmând să fie uscată într-un cuptor până când toată apa a fost evaporată. Foaia capătă conductivitate și poate fi încărcată cu energie. Aceasta poate suporta 40000 de cicluri încărcare/descărcare, depășind performanțele unei baterii Li-ion.

Avantajele acestor baterii sunt foarte multe, din cauza materialului din care este făcut, ce este foarte ușor de modelat în multe forme și dimensiuni; dacă este mototolită, foaia nu-și pierde caracteristicile. Oportunitățile pe care ni le-ar putea oferi această tehnologie sunt foarte multe, acum suntem înconjurați de dispozitive care folosesc baterii, acestea fiind de cele mai multe ori foarte grele și ocupă un spațiu foarte mare.^[6]

Celule solare din nanotuburi de carbon: Această aplicație este promițătoare pentru rezolvarea unei probleme mondiale, producereacurentului electric cu ajutorul energiei solare, dar și stocarea sa. Nanotuburile de carbon modificate pot păstra căldura primită de la Soare pe un termen nedeterminat de timp. Păstrarea căldurii Soarelui într-o formă chimică este mult mai eficientă decât transformarea sa în energie electrică. Avantajul acestei tehnologii stă în faptul că energia chimică este mult mai stabilă, sigură și mai ușor de depozitat.

Carcase indestructibile cu nanofibre de carbon spiralate: În 2008, un grup de cercetători americani au reușit fabricarea unui material care ar putea sta la baza carcaselor, dispozitivelor sau a avioanelor. Noutatea propriu-zisă nu este materialul în sine, ci este forma sa de spirală a acestora. Aceste arcuri nanometrice sunt capabile să absoarbă șocuri mari. Aceste nanoarcuri au fost testate prin lansarea unei mingi de oțel, acestea rezistând în comparație cu nanotuburile normale.^[6]

Toate aceste aplicații de mai sus reprezintă viitorul nostru, în special în domeniul ingineriei aerospațiale, acest domeniu care a avut startul cu aproape 100 de ani în urmă, un timp relativ scurt dacă este să ne gândim la alte ramuri ale ingineriei cu o vechime considerabil mai mare. Nanotuburile de carbon reprezintă un pas în față, aceste structuri ne ajută să construim materiale pentru fuzelaj, piese de rezistență sau diferite componente ale unui avion. Datorită caracteristicilor electrice foarte bune și proprietăților NTC-urilor de a menține căldura solară în energie chimică și la nevoie să o transforme în energie electrică, următoarea generație de avioane ar putea efectua zboruri fără consum de carburant clasic, acestea vor putea utiliza energie electrică pentru a se propulsa și ar avea panouri solare care pot păstra energia un timp îndelungat.

Tehnologia de folosire a nanomaterialelor a început să fie dezvoltată și implementată la avioanele de vânătoare, acestea fiind cele care trebuie să păstreze un raport greutate/putere cât mai mic. Diferiți polimeri ce au la bază nanotuburi au fost folosiți pentru construcția avionului de vânătoare F-35, acesta fiind cu 20-30% mai ușor. Momentan, de această îmbunătățire au avut nevoie piesele nesolicitate mecanic.^[7]

6. Alte aplicații ale nanomaterialelor

Straturi subțiri de nanostructuri pentru senzori infraroșii. Detectorii infraroșii fabricați din materiale piroelectrice (ce generează un curent electric temporar ca răspuns la o schimbare de temperatură) au început să primească tot mai multă atenție ca rezultat al stabilității, sensibilității, răspunsului spectral larg și a unei cantități mici de curent de întineric de care dau dovadă. Într-un detector piroelectric, un strat feroelectric absorbant este folosit la captarea energiei radiante, care încălzește materialul piroelectric, cauzând o polarizare electrică spontană și reversibilă și o variație măsurabilă la încărcătura electrică de la suprafața materialului. Atunci când este integrată într-un circuit electronic corespunzător, curentul de ieșire poate fi corelat cu rata schimbării temperaturii. Acești detectori capacitivi au beneficiat în particular de includerea unui strat dielectric sensibil termic confecționat din oxizi multimetaliți și peroskoviți (o clasă de minerale cristaline caracterizată prin coeficienți piroelectrice înalți și tangente joasă de pierdere dielectrică).^[8]

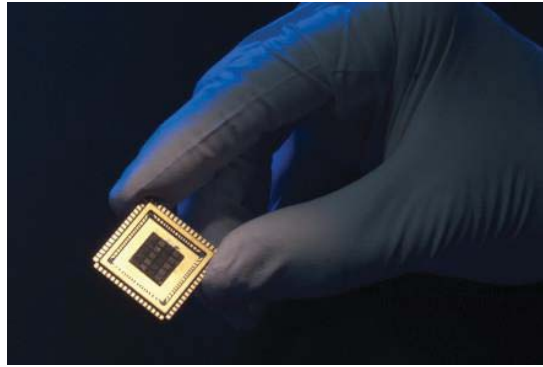


Fig. 3. Film subțire de peroskovit^[9]

Nanotuburi de carbon. Aceste materiale remarcabile posedă proprietățile chimice ale carbonului, conductivitatea termică a diamantului și conductivitatea electrică a cuprului sau siliconului. Cu toate acestea, încă există provocări semnificative în transpunerea acestor proprietăți în macrostructurile necesare viitoarelor vehicule aerospațiale. De exemplu, nanotuburile de carbon au un raport de duritate-masă de aproximativ 50 de ori mai mare decât acela al compozitelor tipice ranforsate cu fibră de carbon, și de circa 600 de ori mai mare decât al aliajelor de aluminiu. Deoarece unele componente ale navelor spațiale și dispozitivelor de lansare ar putea fi construite, în principiu, din nanotuburi, greutatea unei nave spațiale ar scădea cu un ordin de magnitudine sau mai mult, fără nicio modificare în dimensiune sau funcțiune. Mai mult, structuri mai puternice și mai ușoare a căror fabricare durează la fel de mult ca a celor din prezent vor fi probabil la fel de scumpe. Așadar, tehnici de producție automatizate care pot produce rapid materiale mai puternice și cu un cost redus trebuie să fie perfecționate înainte ca întregul potențial al nanotuburilor de carbon să poată fi atins.

O tehnică promițătoare este reprezentată de printarea cu jet de cerneală; este rapidă și eficientă, și este una dintre cele mai bune tehnici de tipărire directă. Această tehnică este avantajoasă pentru depozitarea nanomaterialelor cum sunt nanotuburile de carbon direct pe substraturi deoarece nu necesită măști sau tipare.^[8]

Polimeri ranforșați cu nanotuburi.(vezi figura 4) Calități precum conductivitate electrică, raport de aspect mare, modul elastic mare și duritate mare fac nanotuburile de carbon un candidat natural pentru a fi folosite ca materiale de adaos în polimeri compoziți pentru structurile navelor spațiale. Industria aerospațială caută metode de exploatare a acestor caracteristici în amestecurile de polimeri. De exemplu, straturile de polimeri în păturile termale folosite la majoritatea sateliților sunt de obicei acoperite cu un strat conducător de oxid de indium cu staniu (ITO) pentru a preveni apariția încărcăturii electrostatice ce ar putea conduce la descărcări periculoase; cu toate acestea, aceste straturi de protecție se pot oxida sau craca, ceea ce le reduce conductivitatea. Industria aerospațială a creat un amestec de polimeri transparent cu suficientă conductivitate și stabilitate încât să diminueze încărcătura electrică de la suprafața sateliților. Materialul, un amestec de polimer cu nanotuburi de carbon, ar putea elimina sute de cordoane folosite pentru a fixa pătura protectoare de suprafața conductivă a navei spațiale.^[8]

Senzori chimici nanostructurați.(vezi figura 5) Prezența cantităților mari de substanțe chimice toxice sau explozive este o realitate neplăcută a lansării de sateliți. Riscul populațiilor de civili de a se expune la dăre toxice poate limita accesul către spațiu. Dacă acuratețea modelelor dispersiei dărelor poate fi îmbunătățită cu date în timp real asupra concentrațiilor de dăre toxice din jurul zonelor de lansare, datele rezultate ar putea îmbunătăți oportunitățile de lansare. Mai mult, senzori chimici îmbunătățiți pentru carburanți riscanți sunt necesari pentru a asigura siguranța personalului care lucrează în jurul vehiculelor de lansare.

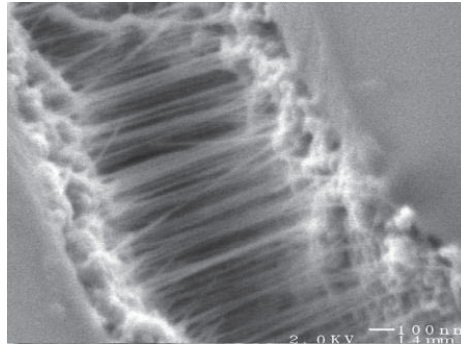


Fig. 4. Nanotuburi de carbon în matrice de polimer^[10]

Dezvoltarea senzorilor chimici mici, cu putere redusă, dar foarte sensibili ar putea permite instrumentarea navelor spațiale, vehiculelor de lansare pentru a monitoriza expunerea la gaze periculoase. Asemenea dispozitive ar putea permite conducătorilor misiunilor să evalueze rapid proporțiile și consecințele unei scurgeri scăzute și reduce resursele folosite pe investigații eșuate.

Utilizarea straturilor de nanostructuri de senzori, cum sunt nanofibrele de polianilină, pot îmbunătăți foarte mult difuzia, deoarece materialele nanostructurale au o suprafață expusă mult mai mare și permit o penetrare mai mare a moleculelor de gaze. Chiar și atunci când grosimea învelișului foarte subțire este similară cu diametrul nanofibrelor, este de așteptat ca fibrele să depășească în performanță stratul subțire deoarece forma lor are un raport mai mare de suprafață-volum. Diametrul mic al nanofibrelor (sub 100 nm) combinat cu posibilitatea gazului de a veni din toate direcțiile ar trebui să rezulte în senzori cu o performanță îmbunătățită.

Nanofibrele de polianilină se pot sintetiza în apă, proces foarte bun din punct de vedere al mediului înconjurător. Astfel apar noi posibilități de producere a nanocompozitelor cu alte materiale. Acest lucru a permis industriei aerospațiale să producă senzori pentru sulfat de hidrogen ce au apărut din compozite ce conțin săruri metalice precum cuprul. Senzori similari au fost creați pentru hidrazină, arsină și fosgen. Cercetătorii din industria aerospațială au descoperit de asemenea un mecanism care permite nanofibrelor de polianilină să fie utilizate ca senzori de hidrogen.^[8]

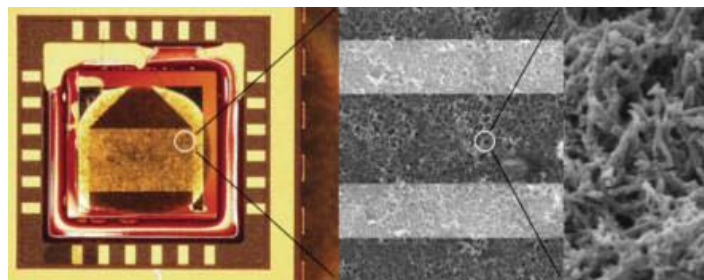


Fig.5. Senzor chimic de nanofibra de polianilina^[11]

Grafenul. Industria aerospațială a început să investigheze grafenul ca material pentru aplicații avansate. Grafenul este o foaie bi-dimensională de grafit cu o grosime de un strat atomic. Până de curând, grafenul era doar un material teoretic folosit ca model pentru alte materiale precum nanotuburile de carbon, care sunt specii de carbon tridimensionale derivate din acesta. Multe laboratoare au reușit izolarea fulgilor de grafen, iar măsurătorile arată că materialul posedă proprietăți electrice fenomenale. Calitatea grafenului se remarcă printr-un efect de câmp electric pronunțat ce duce la utilizări în dispozitive electronice moleculare precum tranzistori balistici la temperatura camerei și celule fotovoltaice. Conductivitatea foarte mare duce la aplicații pentru senzori chimici.^[8]

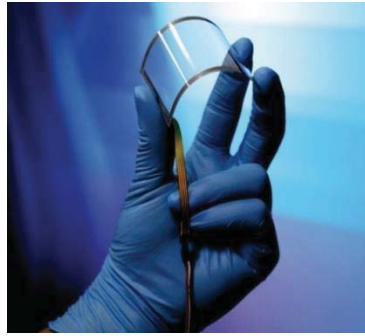


Fig. 6. Strat de grafen

7. Concluzie

Așa cum se poate remarca, toate aceste noi metode de utilizare a nanomaterialelor în industria aerospațială necesită tehnologii noi și multiple teste și verificări, astfel că va mai trece ceva vreme până când toate aceste metode inovative vor putea fi aplicate în practică. Cercetările continue vor ajuta la identificarea și îmbunătățirea noilor tehnici până ce acestea vor putea fi utilizate la scară largă.

8. Bibliografie

- [1]- Dr.Jonathan Loeffler, Dr. Ulrich Sutter, Eric Jourdain și Sidney Kristiansen, Roadmap Report Concerning the Use of Nanomaterials in the Aeronautics Sector” (2005)
http://www.aimme.es/archivosbd/observatorio_opportunidades/roadmap_report_nano_aeronautics.pdf
- [2]- https://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical_properties_of_carbon_nanotubes
- [3]- Vivek T. Rathod, Jazanth S. Kumar și Anjana Jain, „Polymer and ceramic nanocomposites for aerospace applications” (2017) <https://link.springer.com/article/10.1007/s13204-017-0592-9#Sec24>
- [4]- <https://www.quora.com/How-much-lighter-is-carbon-fiber-than-steel-and-aluminum-How-much-stronger-is-it>
- [5]- <http://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?matguid=ca1ec25e6ec3465bae22df7f35479041&ckck>
- [6]- https://www.concursurilecomper.ro/rip/2015/ianuarie2015/18-PuneiDanaAnisoara-Aplicatii_ale_nanotuburilor_de_carbon.pdf
- [7]- „Lockheed Martin reveals F-35 to feature nanocomposite structure” (2011)
<https://www.flightglobal.com/news/articles/lockheed-martin-reveals-f-35-to-feature-nanocomposite-structures-357223/>
- [8]- Frank Livingstone, Alan Hopkins și Bruce Weiller (2011), “The next big thing: nanomaterials development for space technology applications”
<http://www.aerospace.org/crosslinkmag/spring-2011/the-next-big-thing2-nanomaterials-development-for-space-technology-applications/>
- [9]- <http://www.aerospace.org/crosslinkmag/spring-2011/the-next-big-thing2-nanomaterials-development-for-space-technology-applications/>
- [10]- <http://www.aerospace.org/crosslinkmag/spring-2011/the-next-big-thing2-nanomaterials-development-for-space-technology-applications/>
- [11]- <http://www.aerospace.org/crosslinkmag/spring-2011/the-next-big-thing2-nanomaterials-development-for-space-technology-applications/>
- [12]- <https://www.nature.com/news/graphene-the-quest-for-supercarbon-1.14193>

STUDII PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE SUDARE A FIBRELOR OPTICE IN MEDIU PROTECTOR DE GAZE

DINU Giorgiana, SITARU Alexandru, TALIF Ionut, BADEA Constantin
Facultatea: IMST Specializarea:Ingineria sudarii, Anul de studii:III, e-mail: petricon@yahoo.com

Conducători științifici: S.I.dr.ing. Stefan Constantin PETRICEANU, dr. ing. Constantin Dumitrasu

REZUMAT: Cercetarea analizeaza o problema importanta din lumea digitala a fibrei optice folosite in domeniul internetului, a telefoniei fixe sau mobile si a televiziunii. Avand in vedere tarile cu dezvoltare mare a retelelor de internet putem spune ca Romania este una din tarile foarte dezvoltate din acest punct de vedere , de aceea avem nevoie de noi metode pentru optimizarea imbinarilor sudate a fibrelor optice.

Lucrarea are ca scop analiza imbinarilor sudate a fibrelor optice in mediu protector de gaz inert, dar si in mediul ambiant. In concluzie, pentru o anumita combinatie de gaze si pentru o anumita concentrare se observa o imbunatatire semnificativa a calitatii optice a fibrelor sudate in mediu protector de gaze inerte.

CUVINTE CHEIE: fibra, optic, optimizare.

1. Introducere

Utilizările fibrei optice de astăzi sunt destul de numeroase. Odată cu explozia traficului de informații din cauza Internetului, a comerțului electronic, a rețelilor de calculatoare, a multimedia, a vocii, a datelor și a video, necesitatea unui mediu de transmisie cu capacitățile de bandă pentru manipularea unor astfel de cantități mari de informații este de o importanță capitală. Optica fibrei, cu o lățime de bandă relativ infinită, sa dovedit a fi soluția.[1] Cablul optic multifilar sau unifilar, are o secțiune mult mai mare decât a miezului optic prin care se propagă radiația, deoarece un cablu conține fibrele optice și acoperirile lor de protecție, unul sau mai multe elemente de fixare și rezistență, precum și o cămașă exteroară.[2] Un miez de fibra multimodala transmite mai multe moduri simultan (pentru simplificare - fascicule cu aceeași lungime de undă). Propagarea acestor fascicule creează o dispersie modală, care scade semnificativ distanța și viteza maximă de transmisie. Mai simplu, semnalul se extinde în timp deoarece viteza de propagare a sa nu este aceeași pentru fiecare fascicul în parte, acestea parcurgând distanțe diferite între transmitator și receptor, rezultând în unghiuri diferite de reflecție. De la inventarea sa la începutul anilor 1970, utilizarea și cererea de fibre optice au crescut enorm. Fenomenul de dispersie este practic eliminat în fibra optică monomodala care transmite doar un singur fascicul de lumină cu o lungime de undă specifică. În cazul fibrei monomodala fasciculul se transmite aproape paralel la axa fibrei.[3] Aparatului produs de Fujikura FSM 60S capul de sudare este format din doi electrozi de titan ce realizează un arc electric capabil să creeze temperatura de topire a sticlei.[4]

2. Materiale si metoda

Din punct de vedere optic principalele caracteristici constructive ale fibrelor sunt date de: profilul indexului de refracție g , care indică modul în care indicele de refracție se modifică de la axa centrală a fibrei către periferia sa; frecvența de tăiere și modurile de propagare; apertura numerică. În funcție de valorile pe care le ia profilul indexului de refracție (vezi ecuația 1) pot exista trei tipuri de fibre: $g = +\infty$ rectangular index profile - SMF, $g = 1$ triangular index profile - SMF, $g = 2$ parabolic index profile - MMF.

$$n(r) = n_2 \left[1 - \Delta \left(\frac{r}{a} \right)^g \right] \quad (1)$$

și pentru placare:

$$n(r) = n_1 = \text{const.} \quad (2)$$

unde: n_2 - indicele de refracție al miezului (ghidul de undă); Δ - diferențial pentru indicele de refracție normalizat; r - distanța față de axa centrală a fibrei [μm]; a - raza miezului [μm]; g - index de profil; n_1 indicele de refracție al placării.

Modurile sunt metode matematice și fizice de descriere a propagării undelor electromagnetice într-un mediu arbitrar. În forma matematică, teoria modurilor electromagnetice derivă din ecuațiile lui Maxwell. Un mod este o soluție permisă pentru ecuațiile lui Maxwell. Din motive de simplitate, un mod poate fi descris ca o posibilă direcție (cale) că un val de lumină va urma, de exemplu, o fibră optică. Numărul de moduri sau direcții de energie posibile care pot apărea într-o fibră variază de la una la peste o sută de mii. Exact câte moduri pot fi transportate de o fibră este determinată de proprietățile geometrice ale fibrei (dimensiunile) împreună cu parametrii optici ai fibrei. O caracteristică importantă distinctivă a diferitelor tipuri de fibre optice este frecvența normalizată (V) și numărul de moduri (N).

$$V = 2\pi \frac{a}{\lambda} NA = k \cdot a \cdot NA \quad (3)$$

unde: a - raza miezului [μm]; NA - apertură numerică; λ - lungimea de undă [μm]; k - numărul de lungimi de undă ale luminii pe 2π unități de lungime.

Numărul de moduri care pot trece prin miezul fibrei depinde de parametrul V și poate fi aproximat pentru o fibră indice pas. Numărul de moduri N este aproximat de:

$$N \approx \frac{V^2}{2} \cdot \frac{g}{g+2} \quad (4)$$

Într-o fibră cu un profil indice pas ($g = +\infty$), pentru a asigura transmiterea luminii într-un singur mod, modul fundamental, necesită $V \leq 2.405 = V_c$. O fibră care îndeplinește această cerință se numește fibră unică. Constanta $V_c = 2.405$ este valoarea X obținută atunci când modul fundamental al funcției Bessel $J_0(x)$ își face prima trecere prin zero. În acest caz, lungimea de undă poate fi calculată cu formula:

$$\lambda_c = \pi \frac{2a}{V_c} \cdot NA \quad (5)$$

Valoarea sinusoidală a unghiului de acceptare a fibrei este definită ca diafragma numerică și se calculează prin indicele de refracție al celor două materiale (miez și placare):

$$\sin(\beta) = \sqrt{n_2^2 - n_1^2} \quad (6)$$

Toți acești parametri descriși anterior, în zona unei joncțiuni, pot suferi alterări care să conducă la modificări importante ale proprietăților inițiale ale fibrei. Există două caracteristici de calitate principale, din punct de vedere optic, care sunt urmărite atât la fabricarea fibrelor optice cât și în exploatare sau după sudarea lor. Acestea sunt: pierderea (A) exprimată în [dB] și atenuarea (α) exprimată în [dB/km].

Pierdea de putere într-o fibră optică se poate calcula cu relația (semnul minus este omis intenționat):

$$A = 10 \cdot \lg\left(\frac{P_2}{P_1=P_0}\right) \quad (7)$$

unde: $P_1 = P_0$ și P_2 sunt puterile optice la punctul final 2 și la începutul 1, la fibrei optice.

Atenuarea se calculează raportând pierderea la lungimea fibrei optice:

$$\alpha = \frac{10}{L} \lg\left(\frac{P_2}{P_1=P_0}\right) \quad (8)$$

unde: L - denotă lungimea optică a fibrei.

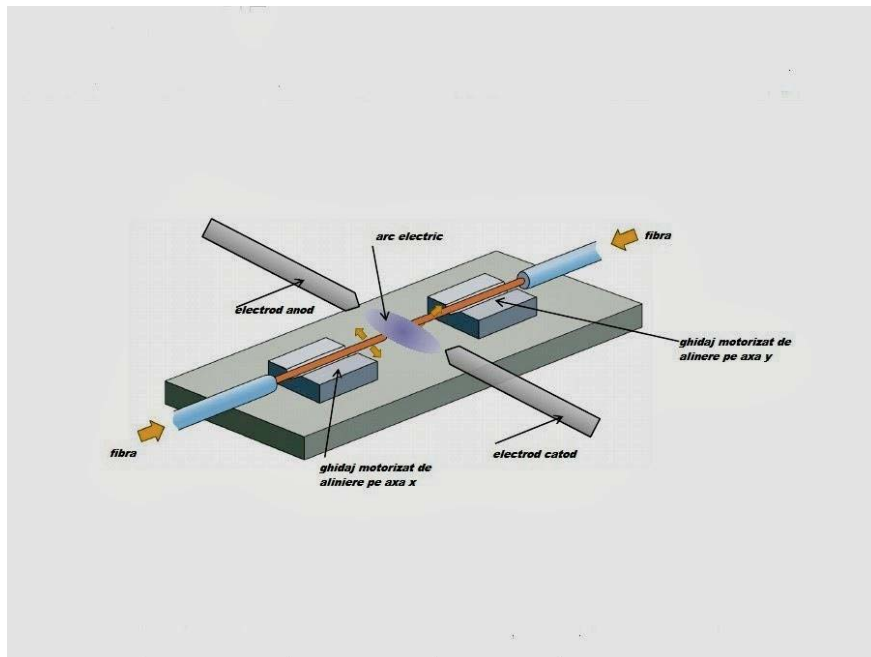


Fig.1 Schema de principiu a sudării fibrelor optice

Principiul de funcționare al aparatului este următorul: fibrele optice sunt plasate în niște prisme triunghiulare cu auto centrare, situate strict la aceeași înălțime pe axa Oz, unde sunt fixate cu ajutorul unor opritori mobili ce se așază deasupra lor; prismele la rândul lor permit alinierea optică a capetelor fibrelor după cele două axe Ox și Oy, fiecare având posibilitatea de reglare doar după o singură axă; în faza a treia urmează apropierea electrozilor nefuzibili de tungsten

până la distanța prescrisă și inițierea arcului electric; îmbinarea sudată rezultată este testată imediat de aparat iar dacă valorile obținute nu se încadrează în limitele admise se repetă procesul.

Pentru experiment a fost utilizat un aparat de sudare de tip Fujikura FSM 60S. În vederea îmbunătățirii calității îmbinării fibrelor optice a fost elaborat un plan de experimentare care a presupus utilizarea a 3 gaze inerte: Argon pur; Corgon cu 93% Ar, 7% CO₂ și Helium pur.

Procedura experimentală a constat din testarea comparativă a unui grup de 12 fibre optice multimod, cuprinse în același înveliș, cu proprietăți optice cât mai asemănătoare. Lungimile de undă la care au fost testate au fost 1310 [nm], 1550 [nm] și 1625 [nm]. Trei dintre ele au fost îmbinate în condiții de laborator de același operator, utilizând același aparat de sudare. Celelalte au fost sudate în atmosferă de gaz protector (câte trei pe fiecare tip de gaz) la diferite debite (10, 20 și 30 [l/min]) sub un clopot de sticlă, în laboratorul de sudare al Universității Politehnica din București. În plus procesul de sudare a fost supravegheat cu ajutorul unei camere de termografie în infraroșu pentru a înregistra distribuția temperaturilor și disiparea acesteia către zonele adiacente îmbinării.



Fig.2 Echipamentul de sudare a fibrei optice FUJIKURA 60S

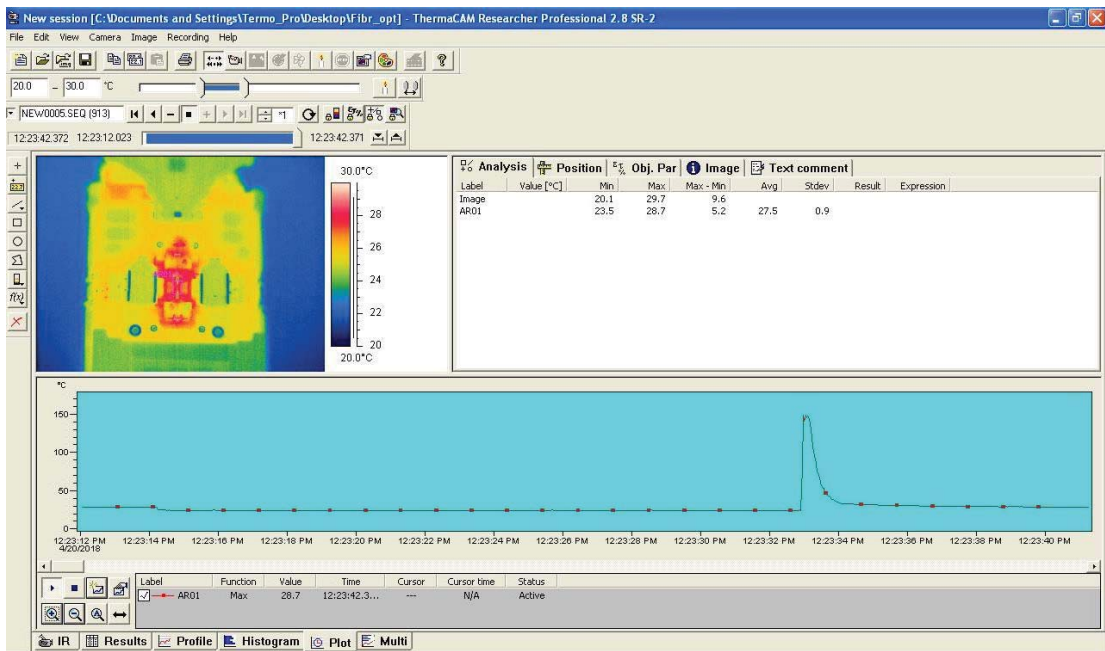


Fig.3 Temperatura maxima inregistrata cu camera termografica

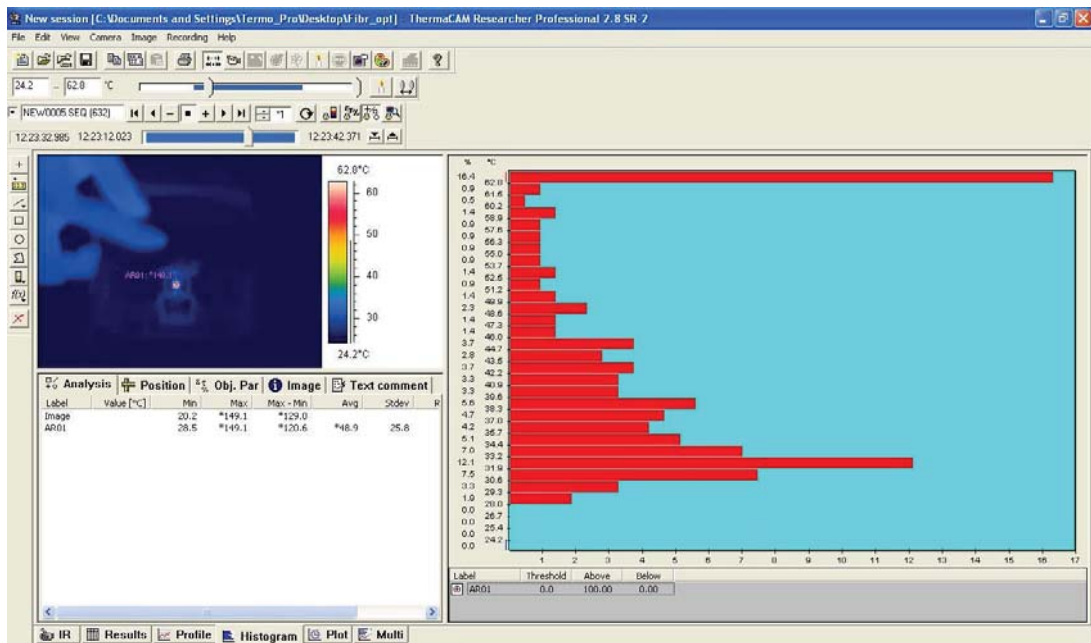


Fig.4 Variatia temperaturii in timpul procesului de sudare

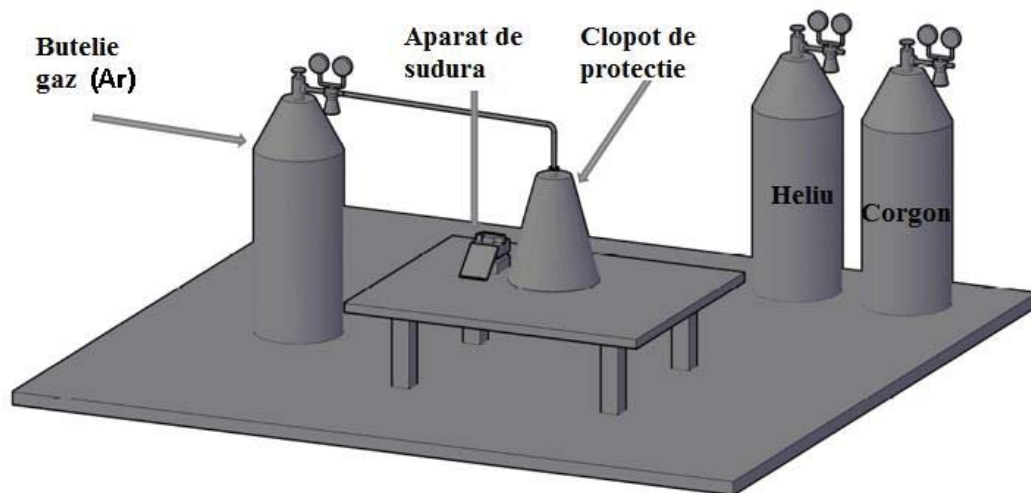


Fig. 5 Schema de principiu

3. Concluzii

La sudarea in mediu de gaz protector, heliu, aparatul nu a functionat la parametrii normali, iar imbinarea sudata nu s-a putut realiza.

In cazul sudarii fibrelor optice in mediu de gaz protector cu Argon si Corgon, nu au existat probleme la imbinarea acestora.

In concluzie, prin verificarea fibrelor optice, din cele 12 fibre doar 6 au fost realizate cu o buna calitate a imbinarii sudate.

4. Bibliografie

- [1]. Nick Massa, Fiber Optic Telecommunication , Springfield, Massachusetts, Springfield Technical Community College.
- [2]. GAFTONEANU V. Referat – “ Fibra optică și tehnologii de îmbinare a fibrelor optice” – Ciclul II de pregătire
- [3]. Petrescu T. „Fibre optice pentru telecomunicații”, Editura AGIR, București 2006
- [4]. *** <http://www.fujikura.com>, America Fujikura Ltd., Accesed on: 27.05.2009

SUDAREA SUBACVATICĂ

BUȘEU¹ Iulian-Răzvan¹

¹Facultatea: IMST, Specializarea: IMC, Anul de studii: I, e-mail: iulian.razvan97@gmail.com

Conducător științific: Conf.dr.ing. **Oana CHIVU**, Conf.dr.ing. **Claudiu BABIS**

REZUMAT: Sudarea ca și procedeu tehnic este prezentă astăzi în toate sectoarele industriale. Datorită utilizării sale la nivel global ea este considerată de neînlocuit. Începând cu perioada anilor 1800, când a fost descoperit principiul de sudură așa cum îl știm în ziua de azi, au fost dezvoltate diferite procedee și tehnici de sudură care asigură îndeplinirea cerințelor de calitate la cele mai înalte standarde. De obicei procedeul de sudură se desfășura la presiunea atmosferică, însă în ultimul timp datorită necesității, au apărut metode de sudura sub apă sau chiar în vid.

CUVINTE CHEIE: sudare, presiune atmosferică, mediu activ, ductilitate.

1. Introducere

Sudarea în mediul acvatic se realizează sub nivelul apei fiind identică ca și procedeu cu cea din mediul uscat, și constă în alăturarea a două piese metalice prin încălzire locală. Este procedeul cel mai cunoscut pentru întreținerea, controlul și repararea instalațiilor, conductelor și a navelor, a construcțiilor și structurilor metalice imersate de importanță deosebită în industria petrolieră și navală.

2. Stadiul actual

La începutul aplicării sudării subacvatice rezultatele au fost relativ scăzute, sudura prezentând defecte precum porozitate excesivă iar caracteristicile mecanice precum ductilitatea au fost scăzute. Realizarea sudării subacvatice a prezentat o mare motivație economică deoarece aceasta elimină necesitatea ridicării la suprafață a structurilor ce funcționau în apă precum navele, docurile sau conductele, ca urmare s-au efectuat cercetări în diferite centre din întreaga lume iar astăzi este posibilă obținerea unor suduri de calitate corespunzătoare prin utilizarea în primul rând a sudării în mediu uscat (hiperbară).

Pentru sudarea sub apă se folosesc surse de curent continuu de max. 500 de amperi, cabluri electrice, accesorii și scule, tot ceea ce se folosește și pentru sudarea realizată la suprafață.

Operația de sudare sub apă se poate efectua în două moduri diferite:

-în mediu umed – caz în care procedeul de sudare se realizează în contact direct cu apa la presiunea ambientală, atât sudorul cât și procesul de sudare aflându-se sub apă.

-în mediu uscat (sudare hiperbară) – caz în care atât sudorul cât și procesul de sudare se află într-un spațiu uscat protejat de contactul cu apa.

3. Sudarea în mediu umed

Pentru acest tip de sudare sudorul trebuie să fie calificat și echipat ca scafandru (vezi fig.1). Aceasta are un grad ridicat de mobilitate și poate fi folosită până la o adâncime de 450 de metri. În general se realizează folosind un procedeu de sudare cu arc electric sau sudarea manuală cu electrod învelit și, mai ales în ultimii ani, sudarea MIG/MAG, [2].

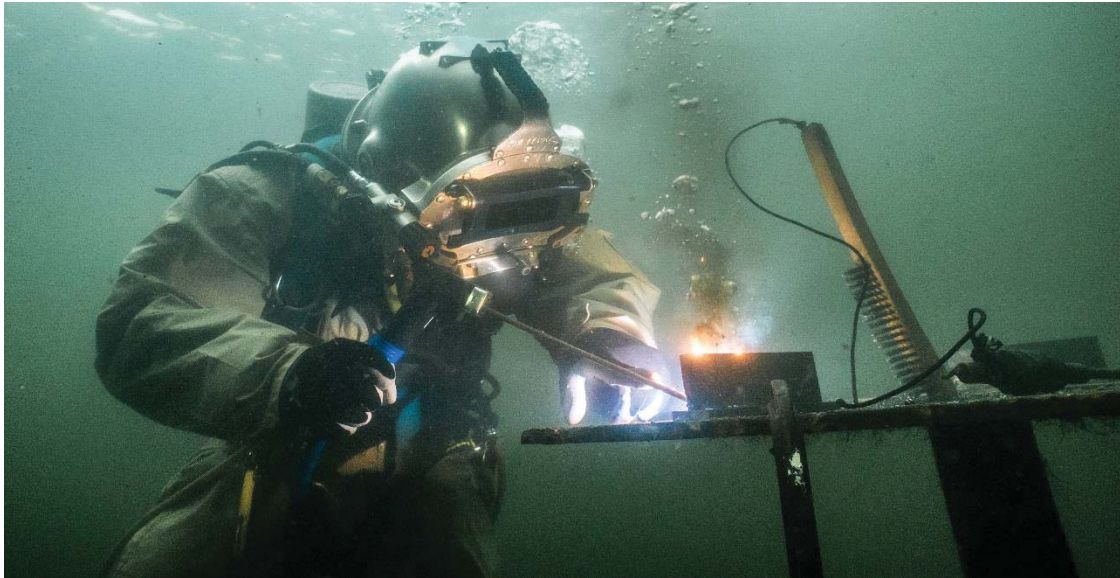


Fig. 1 Scafandru sudor [10]

La realizarea operației de sudare electrică sub apă, prezintă o deosebită importanță procesele chimice, fizice și tehnologice care au loc în timpul acestei operații.

Procesele chimice sunt reprezentate de:

- influența salinității apei – procesul de sudare în apă sărată are o desfășurare mai stabilă decât în apă dulce, stabilitatea procesului de sudare subacvatică crește cu mărirea salinității apei;
- interacțiunea cu oxigenul;
- interacțiunea cu hidrogenul.

Procesele fizice sunt:

- existența pungii de gaze, creată de arcul electric subacvatic;
- influența vitezei de răcire;
- efectul adâncimii (presiunii hidrostatice), [3].

Procese tehnologice:

Sudabilitatea – este în funcție de mai mulți factori cum ar fi:

1. Condițiile de sudare:

- natura curentului electric: direct;
- tipul învelișului electrodului: rutilic, acid sau bazic;
- proprietățile substanței hidroizolante: etanșeitate, rigiditate, prezența elementelor ionizante;
- diametrul electrodului: maximum 4 mm;
- influența presiunii hidrostatice.

2. Procesele din zona topită:

- solidificarea: rapidă;
- pătrunderea: depinde de curentul de sudare și crește proporțional cu presiunea hidrostatică;
- defectele în cordon: incluziuni de zgură și pori, numărul porilor crește cu creșterea presiunii hidrostatice, iar la aceeași presiune depinde de intensitatea curentului de sudare, de natura și tipul substanței hidroizolante;

Avantajele sudării în mediu umed sunt:

- flexibilitate mare în aplicații, scafandru sudor putând interveni la porțiuni ale unei structuri imerse care nu pot fi sudate prin nici o altă metodă de sudare;
- cost redus, echipamentul utilizat fiind asemănător celui folosit la suprafață;
- mobilitate ridicată a scafandru sudor;
- timp scurt pentru executarea lucrărilor;
- libertate mai mare în alegerea metodologiei de reparat.

Dezavantajele sunt reprezentate de:

- calitatea mai scăzută a îmbinărilor realizate, aproximativ 60-80% față de cele obținute la suprafață;
- răcirea rapidă a băii metalice (de 10-15 ori mai mare decât în aer);
- crater mai profund decât la sudarea în aer, conducând la dificultăți de reamorsare;
- oxidarea puternică a elementelor de aliere (Mn, Si), [3].

4. Sudarea în mediu uscat

Sudarea în mediu uscat se utilizează la lucrările de sudare la care se cere o înaltă calitate a sudurii, cum ar fi cazul sudării conductelor submerse de înaltă presiune aflate la adâncime mare.

Sudarea în mediu uscat se efectuează în atmosferă uscată, fără apă, la presiune egală cu presiunea mediului acvatic exterior de la adâncimea de lucru.

Sudarea în mediu uscat în condiții hiperbare are loc într-un habitat imers uscat (vezi fig.2), complet închis, numit cheson de sudură, unde presiunea este egală cu presiunea mediului acvatic exterior la adâncimea de lucru.

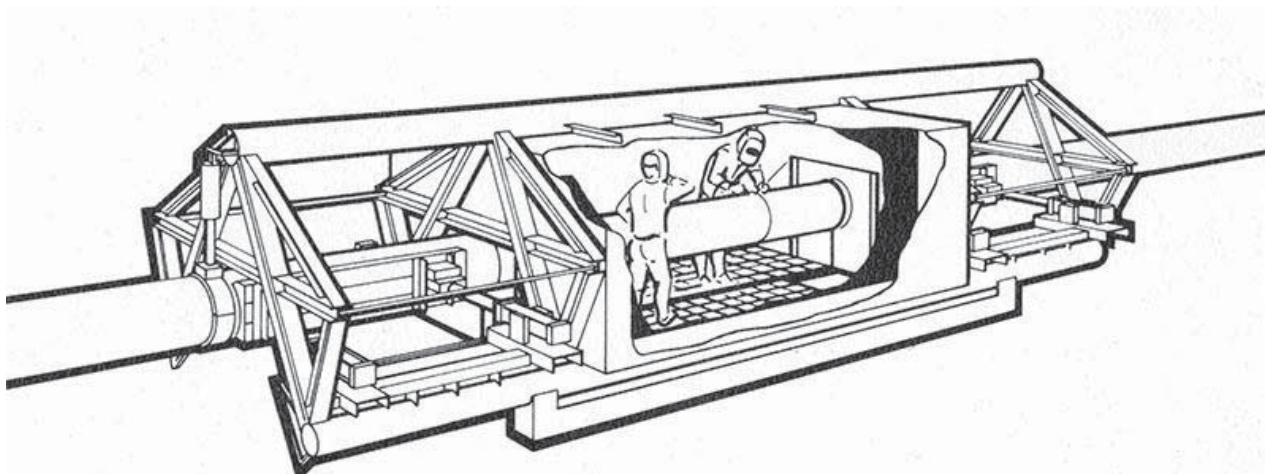


Fig. 2 Cheson de sudură [8]

Avantajele sunt:

- securitate sporită pentru scafandrii sudori prin asigurarea unui habitat uscat, încălzit, iluminat, cu sistem propriu de control al atmosferei;
- productivitate maximă datorită posibilității lucrului în schimburi;
- monitorizare de la suprafață privind pregătirea asamblării, alinierea secțiunilor, sudarea, controlul nedistructiv etc.;
- calitate a sudurii apropiată de cea realizată la suprafață;
- posibilitate de aplicare a preîncălzirii sau a tratamentului termic.

Dezavantajele sunt:

- echipamentul costisitor, de mare complexitate și greu de manevrat;
- durata mare de lucru;
- dacă condițiile meteorologice și starea mării sunt nefavorabile, desfășurarea operațiunii se face cu greutate, conducând chiar și la amânarea lucrărilor, [6].

Procedeele de sudare în atmosferă uscată pot fi:

- în mediu uscat, în condiții hiperbare;
- în mediu uscat, în condiții hiperbare, în minihabitat;
- în mediu uscat, efectuată la presiune atmosferică;
- cu uscarea locală.

5. Sudare în mediu uscat în condiții hiperbare

Sudarea hiperbarică în mediu uscat are loc într-un habitat imers, uscat, închis complet (vezi fig.2), unde presiunea este egală cu cea a mediului înconjurător, aceasta este folosită pentru adâncimi mai mari de 300 de metri.

Cele mai utilizate procedee de sudare în mediu uscat, în condiții hiperbare, sunt procedeele de sudare Wolfram-Inert Gas/Tungsten-Inert-Gas (WIG/TIG) și Metal-Inert-Gas (MIG).

Procedeul WIG (TIG) se utilizează la lucrările de sudare „cap-la-cap” ale conductelor magistrale submerse pentru sudarea rădăcinii și a stratului de normalizare, pentru acest tip de sudare se folosește un pistol tip WIG (vezi fig.3).

Procedeul de sudare WIG (TIG) este un procedeu la care arcul electric se menține cu un electrod nefuzibil de wolfram între piesa de sudat și o sârmă fuzibilă ce se introduce în zona arcului, [4].

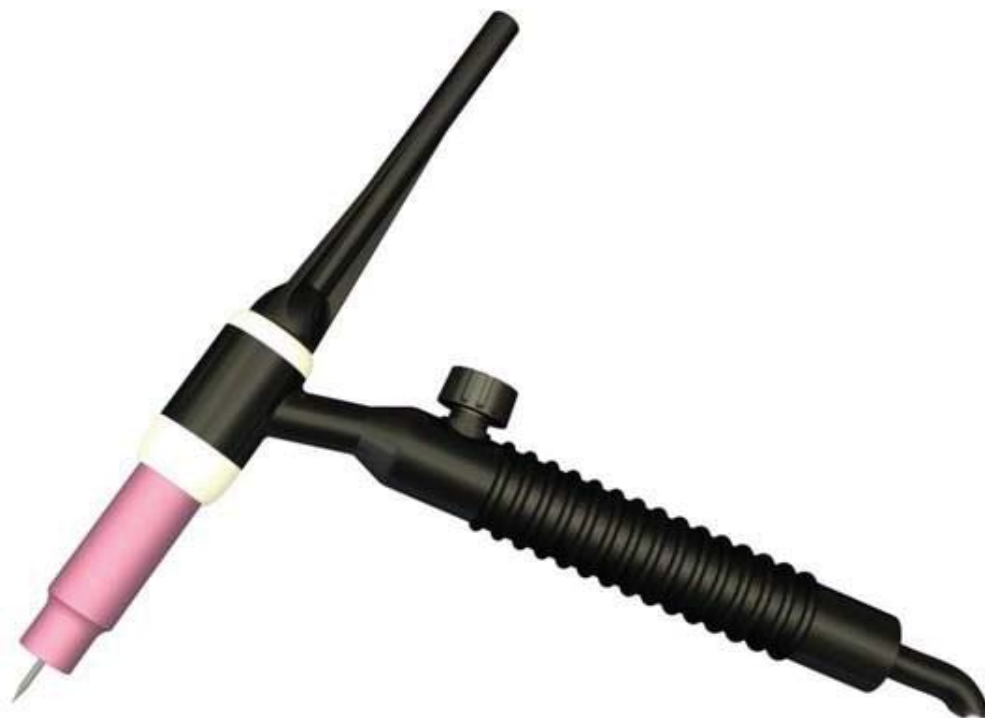


Fig. 3 Pistol tip WIG [11]

Sudarea MIG în condiții hiperbare este un procedeu la care timpul de sudare este mai mare, iar randamentul ceva mai ridicat decât al procedeelelor WIG sau TIG.

Utilizarea procedeeului MIG la adâncimi mici nu este rentabil deoarece arcul electric devine instabil. La adâncimi mai mari (peste 70 de metri) arcul electric este mult mai stabil, iar sudarea devine mai ușoară.

Procedeul de sudare MIG (Metal-Inert-Gas) este procedeu la care arcul electric se formează între piesa de sudat și o sârmă fuzibilă, derulată dintr-o bobină, care înaintează permanent în arcul electric, printr-un portelectrod special (vezi fig.4), [4].



Fig. 4 Pistolet tip MIG [9]

Electrozi, sârme-electrod, portelectrod și gaze de protecție:

Electrozii folosiți la procedeul WIG sunt din wolfram sau aliaje de wolfram, iar electrozii folosiți la procedeul TIG sunt pe bază de tungsten.

Compoziția chimică a sârmei pentru sudarea WIG/TIG și MIG se alege apropiată de cea a metalului de bază.

Sârmele electrod tubulare pentru sudarea în mediu uscat, în condiții hiperbare, sunt realizate dintr-un înveliș metalic umplut cu un amestec de materiale pulverulente care constituie miezul sârmei.

Portelectrodul pentru sudare WIG/TIG (vezi fig.3) este de construcție specială pentru a permite fixarea electrodului de wolfram sau tungsten.

Portelectrodul sau pistoletul pentru sudarea MIG (vezi fig.4) este de construcție specială pentru a permite trecerea prin interior a sârmei-electrod.

Utilizarea ca gaz de protecție a amestecului heliu-oxigen (heliox) și argon-oxigen (argonox), asigură protecție totală atât scafandrilor sudori cât și contra contaminărilor atmosferice. HELIOX și ARGONOX constituie atmosfere ideale pentru sudarea hiperbară uscată.

Sudare cu electrozi înveliți, în condiții hiperbare:

Sudabilitatea la sudarea manuală în mediu uscat, în condiții hiperbare, cu electrozi înveliți, poate avea următoarele caracteristici:

- creșterea presiunii ambiante de lucru conduce la degajarea unei mari cantități de fum;
- electrozii cu înveliș bazic dau un aspect plăcut cordoanelor de sudură;
- electrozii cu înveliș rutilic produc pori în metalul depus;
- pătrunderea crește o dată cu creșterea presiunii ambiante;
- creșterea presiunii ambiante de lucru conduce la modificarea compoziției chimice a sudurii;
- viteza de răcire crește o dată cu adâncimea de lucru;
- proprietățile mecanice ale sudurilor sunt egale sau slab inferioare celor efectuate la suprafață.

6. Sudare în mediu uscat, în condiții hiperbare, în minihabitat

Spre deosebire de sudarea în mediu uscat, în condiții hiperbare, efectuată într-un cheson, acest procedeu utilizează o instalație de tipul unui clopot sau turelă deschisă la partea inferioară. Clopotul poate fi construit în mai multe modele și mărimi conform configurației structurii metalice submerse la care se va

executa sudura. La acest procedeu, scafandru sudor se află în mediul umed, în apă, dispunând doar de spațiul lipsit de apă unde efectuează sudura uscată la o presiune egală cu presiunea ambiantă (minihabitatul se află în echipresiune cu mediul acvatic exterior).

În incintă este introdus aer sau un amestec de gaze (HELIOX, ARGONOX) la o presiune suficientă pentru evacuarea apei și obținerea mediului de sudare uscat.

Avantaje:

- un domeniu mai larg de aplicabilitate;
- accesibilitate la structuri imerse;
- calitatea îmbinării apropiată de cea realizată la suprafață;
- posibilitatea de aplicare a preîncălzirii sau a tratamentului termic.

Dezavantaje:

- vizibilitatea în zona de lucru este limitată;
- sudarea necesită un timp îndelungat pentru lansarea pe poziție;
- necesită dotarea cu o macara pentru manevrare[6].

7. Sudare în mediu uscat, efectuată la presiune atmosferică

Procedeul de sudare în mediu uscat, la presiune atmosferică, are loc în interiorul unei incinte special construite, menținută uscată la presiunea atmosferică, de 1 bar. Scafandru sudor dispune de toate condițiile pentru executarea unor suduri cu caracteristici mecanice similare celor executate la suprafață.

Acesta este aplicat la repararea conductelor submarine, la executarea de bransamente și la conectarea riser-ului la conducta submersă, la adâncimi cuprinse între 300 și 1000 de metri. Sudarea se poate executa în toate pozițiile, cu una sau mai multe treceri, [6].

Avantaje:

- calitatea bună a îmbinărilor sudate, condiții bune de lucru;
- posibilitatea aplicării preîncălzirii și a tratamentului termic.

Dezavantaje:

- echipamentul foarte complex, greu de manevrat și foarte costisitor;
- utilizarea unei nave suport prevăzută cu un sistem de scufundare la mare adâncime și cu instalații de aliniere și poziționare, durata mare de lucru și personal numeros;
- problemele de lansare pe timp nefavorabil sau la adâncimi mici unde este resimțită acțiunea valurilor;

8. Sudare cu uscure locală

Procedeul de sudare cu uscure locală se efectuează direct în apă, cu echipamente construite special, care îndepărtează apa din jurul arcului electric al sudurii.

Se utilizează instalații MIG/MAG adaptate pentru sudarea în mediu umed. Capul de sudare este de construcție specială, fiind prevăzut cu mai multe duze concentrice prin care se trimite un gaz de protecție (CO₂), aer comprimat încălzit și apă sub presiune pentru răcirea pistolului.

Aerul comprimat, uscat și încălzit, formează un ecran protector între apă și gazul de protecție. Zona uscată asigură diminuarea răcirii rapide a sudurii.

Procedeul utilizează componentele aflate la suprafață pe nava suport care sunt:

- sursa de curent,
- panoul de măsură și control,
- compresorul de aer,
- buteliile cu bioxid de carbon,
- componentele aflate sub apă, la scafandru sudor: capul de sudare, containerul etanș cu sârma-electrod de adaos plină sau tubulară, mecanismul de avans și pompa de apă.

Sudarea cu uscare locală oferă o calitate bună a sudurii, costul sudurii fiind același cu cel al sudurii efectuate în mediu umed cu electrozi înveliți. Procedul s-a realizat cu succes sub apă până la adâncimi de 30-40 de metri.

Avantajele sudării cu uscare locală sunt:

- necesită un echipament de sudare minimal;
- nu impune nici un fel de instalație auxiliară (cu excepția celor de scufundare);
- calitatea îmbinărilor sudate este bună;
- nu necesită echipament greu pentru ridicare;
- se obțin îmbinări sudate fără defecte și cu bune proprietăți mecanice.

Dezavantajele acestui procedeu sunt:

- probleme legate de alimentarea capului de sudare cu sârma electrod, cu gaze și apă sub presiune (fumul și aburul reducând vizibilitatea), [1].

9. Echipament

Echipamentul care se utilizează pentru sudarea pe uscat este utilizat și la sudarea subacvatică în mediu umed: sursa de curent electric, cabluri electrice, electrozi, portelectrod și accesorii.

Se utilizează numai surse de curent continuu de maximum 500 de amperi. Arcul arde mai stabil la folosirea curentului continuu decât în cazul curentului alternativ, deoarece curentul continuu descompune apa în ioni înaintea amorsării arcului.

Sursele de curent continuu pot fi generatoare de sudare antrenate de motoare electrice sau de motoare cu ardere internă.

Pentru conducerea curentului electric la portelectrod și la clemele de contact ale piesei de lucru, se folosesc cabluri flexibile de sudare din cupru, de construcție multifilară din sârme foarte subțiri de 0,2 milimetri în diametru, acoperite cu o înfășurare din fire de bumbac și izolație de cauciuc, peste care se aplică o pânză cauciucată și o îmbrăcăminte cu manta din cauciuc, [4].

Electrozii pentru sudare subacvatică au vergeaua metalică din oțel cu conținut redus de carbon (0,1%). Diametrul electrozilor este de 4-6 milimetri, lungimea de 350-450 milimetri, iar grosimea învelișului este de 0,2-0,25 milimetri. Pentru a proteja electrozii înveliți de apă, pe suprafața învelișului se aplică, prin impregnare sau imersare, o peliculă hidroizolantă. Substanțele utilizate pot fi parafină, celuloiz dizolvat în acetonă, bitum, lac de cauciuc, diverse vopsele, lacuri pe bază de nitroceluloză, lacuri cu glicerină, policlorură de vinil și rășini [4].

Portelectrodul servește la prinderea electrodului. În ultimul timp sunt tot mai des folosiți portelectrozii combinați, folosiți atât pentru sudură cât și pentru tăiere (oxi-arc sau electrică), prin utilizarea unei mandrine interschimbabile. Portelectrozii pentru sudare trebuie să îndeplinească anumite condiții cum ar fi:

- să fie etanș;
- să permită o bună manevrabilitate;
- să permită fixarea lejeră și sigură a electrodului;
- să asigure o legătură electrică corespunzătoare.

La echipamentul de bază, sunt necesare o serie de accesorii și scule:

-cleva de contact – servește la conducerea curentului electric de la sursa de curent la piesa de lucru sub apă;

-întrerupătorul cu pârghie- permite cuplarea și decuplarea rapidă a sursei electrice, la cererea scafandrului sudor;

-peria de sârmă din oțel – este utilizată pentru curățarea suprafeței de rugină sau de depuneri marine; poate fi manuală sau acționată mecanic (pneumatic sau hidraulic);

- filtrul din sticlă colorată – este utilizat pentru protecția ochilor, [4].

10. Controlul îmbinărilor sudate sub apă

Controlul îmbinărilor sudate sub apă reprezintă o etapă necesară după efectuarea sudurii subacvatice. La sudarea subacvatică principala metodă este controlul nedistructiv (N.D.T.).

Înainte de aceste operații, se efectuează o curățire a locului până la luciul metalic folosind diverse unelte subacvatice speciale acționate pneumatic sau hidraulic.

Metodele de control nedistructiv folosite sunt:

-radiații penetrante – cu raze X sau gamma;

-ultrasunete – care se face cu ajutorul aparatelor de examinare cu ultrasunete.

Dacă piesa sudată subacvatic poate fi scoasă și uscată se mai pot aplica:

-lichide penetrante – care constă în aplicarea unui lichid capilar activ penetrant pe suprafața de examinat, îndepărtarea penetrantului rămas în afara discontinuităților și aplicarea unui material absorbant, ce absoarbe penetrantul aflat în discontinuități punând astfel în evidență, prin contrast, defectele existente; această metodă se aplică pentru depistarea defectelor de suprafață;

-particule magnetice – constă în magnetizarea piesei de examinat și aplicarea unor particule magnetice ce se vor “depune” în zonele de scăpări ale câmpului magnetic.

Clasele de calitate ale îmbinărilor sudate, pe baza metodelor de control nedistructiv sunt următoarele:

-clasa I, cu defecte interioare ce se determină cu radiații, cele exterioare vizual, cu lichide penetrante și cu pulberi magnetice; se admite controlul în proporție de 50% pentru detectarea defectelor interioare și de 100% pentru detectarea defectelor exterioare;

-clasa a II-a la care se admite controlul interior de 25% și cel exterior de 100%;

-clasa a III-a la care se admite controlul interior de 10% și cel exterior de 100%;

-clasa a IV-a la care nu se face controlul interior, iar cel exterior trebuie să fie de 100%, [5].

11. Riscuri

Riscurile la care este expus sudorul în timpul procesului de sudare în mediu umed sunt:

-riscul la electro șoc, pentru evitarea acestui pericol sudorul trebuie să aibă echipamentul izolat corespunzător;

-trebuie luate măsuri de precauție pentru a evita depunerea pungilor de gaz care sunt potențial explozive;

-riscul la strivire, înecare și expunerea scafandrului sudor la diferite creaturi marine ce îi pot pune viața sau sănătatea în pericol, [5].

12. Concluzii

În momentul actual sudarea este un procedeu tehnic de neînlocuit în toate sectoarele industriale, sudarea subacvatică are o puternică implicație practică și economică în procesele de întreținere, control și reparație a instalațiilor și a structurilor metalice ce funcționează sub apă.

Deși s-au făcut cercetări în acest domeniu, iar procedeele de sudare s-au dezvoltat și îmbunătățit semnificativ, acest procedeu tehnologic nu este perfect deoarece încă există riscuri în ceea ce privește personalul ce execută lucrarea iar calitatea sudurii încă mai poate fi dezvoltată și perfecționată.

Viitoarele cercetări și dezvoltări în domeniu promit îmbunătățirea acestui procedeu prin automatizarea operațiilor cu ajutorul roboților ce vor reduce anumite riscuri și vor aduce îmbunătățiri în ceea ce privește calitatea sudurii și timpul de execuție, de asemenea se fac cercetări pentru dezvoltarea unor noi tehnici de sudare, și aplicarea acestora, sau a unor procedee deja existente precum sudarea prin frecare sau sudarea prin explozie, în mediul subacvatic.

13. Bibliografie

[1]. Angheloa, N., Matragoci, C., Grigoraș, A., Popovici, V., (1982), *Sudarea în mediu de gaze protectoare*, Editura Tehnică, București.

- [2]. Dinu Dumitru, Vlad Constantin, (1986), *Scafandri și vehicule subacvatice*, Ed. Științifică și Enciclopedică, București.
- [3]. Iacobescu, G., Solomon, G.H., Tonoiu, I., (1999), *Procedee și tehnologii speciale de sudură*, Editura Bren, București.
- [4]. Ștefan Georgescu, Mircea Degeratu, Sergiu Ioniță, (2004), *Lucrări subacvatice realizate cu scafandri. Scule, unelte și utilaje pentru lucrul sub apă. Tăiere și sudare subacvatică*, Ed. Matrixrom, București, ISBN 973-685- 816-2.
- [5]. Ștefan Georgescu, Mircea Degeratu, Sergiu Ioniță, (2005), *Lucrări subacvatice realizate cu scafandri. Control nedistructiv și utilizare de explozivi sub apă. Lucrări tehnice sub apă*, Ed. Matrixrom, București.
- [6]. Veronica-Gabriela Chirea, (2006), *Tehnologii speciale de sudare. Sudarea subacvatică*, Editura PERPESSICIUS, București, ISBN:10-973-8477-66-2.
- [7] *Prescripții privind sudarea și tăierea sub apă*. R.N.R. 48-86, București, 1986.
- [8] Waterwelders.com
- [9] Onlineweld.com
- [10] Diversinstitute.edu
- [11] Mazoonwelds.wordpress.com.

14. Notații

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

WIG = Wolfram-Inert-Gaz

TIG = Tungsten Inert Gaz

MIG = Metal Inert Gaz

MAG = Metal Activ Gaz

N.D.T = NonDestructive Testing (control nedistructiv).

CONTROLUL ȘI REPARAREA PRIN SUDARE A ȚEVELOR UTILIZÂND ECHIPAMENTE ENDOSCOPICE

URDUZA¹ Dănuț Cristian¹, MINUNE² Alexandru², CHIRIAC³ Adrian³ și GHEORGHE⁴ Cristian⁴

Facultatea FIMM, Specializarea Inginerie Mecanică, Anul I, e-mail urduzadanutcristian@yahoo.com

Conducători științifici: S.l.dr.ing. **Delia GÂRLEANU**, Conf.dr.ing. **Gabriel GÂRLEANU**

REZUMAT: Endoscopia este o tehnologie relativ nouă, folosită cu preponderență în medicină. În ultima perioadă s-a dezvoltat și în câteva direcții pentru inspecții a unor componente mecanice, țevi sau mici instalații termice. Cerințele din zona industrială fac ca acest tip de investigații să fie din ce în ce mai necesar chiar în domeniul de varf, aviație, centrale nucleare etc. Această cercetare a realizat asocierea a două tehnologii și anume una de inspecție vizuală și cealaltă de sudare. S-a urmărit modificarea unui pistol normal de sudare WIG și utilizarea unor dispozitive pentru monitorizare (camere videoendoscopice). În prezent, se poate suda la o distanță destul de mică, iar noi urmărim proiectarea în viitor a unui concept asemanător care să poată fi folosit până la o distanță de câțiva metri.

CUVINTE CHEIE: pistol, procedeu WIG, camera videoendoscopică

1. Introducere

Realizarea unui astfel de pistol a venit ca răspuns la diferite cereri de reparații din mediul industrial. Cele mai multe cereri au fost din domeniul schimbătoarelor de căldură spiralate și cu țevi [1]. Sudarea WIG - Laparoscopică, este necesară pentru asamblarea / repararea diferitelor componente metalice la care accesul fizic este foarte limitat sau imposibil, interstiții sub 25 mm coroborat cu distanța mare între operator și zona sudată (0,1 – 1 m). Diferența față de procedeu standard este că imaginea băii metalice este preluată de către o cameră de filmat, iar operatorul sudor nu se uită într-o mască de sudură ci pe un monitor, exact ca la o operație chirurgicală laparoscopică. Manevrarea pistolului se poate face în două modalități, una standard, din manerul pistolului, a doua variantă este prin utilizarea unor servomotoare. În lucrarea de față este prezentată prima variantă, iar probele de sudare au fost țevi în care au fost executate defecte artificiale. Sunt prezentate defecte artificiale de tipul pori, fisuri longitudinale sau transversale aflate în interiorul țevilor.

Un astfel de echipament este util în diferite domenii ingineresti cum ar fi: aviație, termotehnică, trasee de țevi, industria auto, centrale termice etc. La proiectarea acestui echipament miniatural de sudare WIG s-a făcut o analogie cu mecanismele de operare /investigare din sfera medicală, îndeosebi cu chirurgia laparoscopică bineînțeles cu adaptările specifice tehnologiei de sudare prin topire și anume: poziționarea și manevrarea pistolului de sudare, vizualizarea în timp real, temperatura de lucru, gaze de protecție specifice sudării, evacuarea căldurii și gazelor tehnice, modificarea parametrilor regimului de sudare etc.

2. Stadiul actual

În prezent există echipamente / utilaje / accesorii de sudare WIG care pot să realizeze suduri manuale sau mecanizate însă dimensiunile lor sunt relativ mari, având cel puțin două dintre dimensiuni peste 30 mm [2]. Pentru sudarea manuală, gâtul pistolului poate fi rigid sau flexibil, iar poziționarea și manevrarea lui în timpul sudării se face direct de către operator, de obicei de la o distanță mică, aproximativ 20 – 60 mm. Sunt și pistoale cu gâturi fixe sau flexibile mai lungi, până la 250 mm însă manevrarea lor se face tot manual de aceea și calitatea îmbinării scade foarte mult.

Pentru sudarea mecanizată, gâtul pistolului este fixat într-un suport rigid, manevra lui făcându-se prin intermediul unui mecanism acționat electric.

La sudarea robotizată, pistolul este fixat de brațul unui robot care poate descrie mișcări complexe însă dimensiunile pistolului sunt mari și accesul este limitat de complexitatea construcției. Mai mult decât atât, fiind o sudare robotizată, pentru realizarea unui cordon de sudură trebuie mai întâi conceput un program, verificat pe piesă și apoi realizată sudura[3]. Dacă în timpul sudării din diferite motive subansamblele s-au deplasat față de pistol, sudura trebuie refăcută.

Necesitatea realizării unui astfel de pistol a venit ca răspuns la diferite cereri de reparații din mediul industrial. Cele mai multe cereri au fost din domeniul schimbătoarelor de căldură spiralate și cu țevi. Aici interstițiul este relativ mic, sub 20 mm, iar defectele sunt în interior la distanța de minim 150 – 200 mm, vezi figura 1.

În timpul utilizării schimbătoarelor de căldură apar diferite fenomene datorate vitezei de curgere a fluidelor, vâscozității și durității microparticulelor din fluid. S-au analizat defectele observate și s-a constatat ca principalele cauze ale producerii acestora sunt coroziunea erozivă și cavitația, vezi figura 2.

Coroziunea erozivă ia naștere datorită mișcării fluidului de-a lungul suprafeței materialului. Coroziunea erozivă este accelerată în general atunci când fluidul care intră în schimbător are în componență aer sau particule solide. Principalii factori care influențează coroziunea erozivă sunt ”turbulențele” precum și parametrii specifici fluidelor care circulă prin schimbător, cum ar fi viteza de curgere, nivelul de particule în suspensie, nivelul de bule de aer prezente, presiunea parțială locală, și forma geometrică a piesei, în cazul de față spirala. Modelul coroziunii de eroziune este reprezentat de caneluri direcționale, valuri, văi, găuri sau gropi în formă de potcoavă, stea sau semilună. Turbulențele aplicate pe interiorul unui tub pot duce la creșterea rapidă a ratelor de eroziune și în cele din urmă la o străpungere a materialului. Aceste defecte ce au apărut în interiorul unui schimbător de căldură spiralat se pot vedea în figura 2. Se pot observa cu ușurință efectele coroziunii și cavitației în interiorul schimbătorului. Cu ajutorul noului pistol de sudare proiectat unele dintre aceste defecte specifice se pot remedia prin sudare, fără scoaterea din funcțiune a schimbătorului.



Fig. 1. Defectele schimbătoarelor de căldură.

Creșterea turbulențelor este direct proporțională cu creșterea vitezei fluidului iar vitezele mai mari favorizează începutul coroziunii erozive. Modelul coroziunii de eroziune este reprezentat de caneluri direcționale, valuri, văi, găuri sau gropi în formă de potcoavă, stea sau semilună. Turbulențele crescute aplicate pe interiorul unui tub pot duce la creșterea rapidă a ratelor de eroziune și în cele din urmă o scurgere[1].



Fig. 2. Eroziune ajunsă pâna la găurirea tablei.

Cavitația, uneori denumită și coroziune de cavitație sau eroziune de cavitație, este procesul dinamic de formare, dezvoltare și implozie a bulelor sau cavitațiilor umplute cu vapori și gaze dintr-un lichid. Acest proces este determinat de scăderea presiunii locale sub anumite valori critice

Printre factorii favorizanți apariției și dezvoltării bulelor cavitaționale enumerăm în primul rând scăderea presiunii dar și existența impurităților, microfisurilor, creștăturilor și corpurilor solide. Acești factori determină reținerea unor volume microscopice de gaz nedizolvat în lichid creând astfel nuclee sau germeni de cavitație. Atunci când presiunea atinge valori critice, ca presiunea de vaporizare, nucleele sau germeni cavitaționali amorsează fenomenul de vaporizare și odată cu degajarea gazelor din lichid și cu evaporarea lichidului înconjurător nucleele cavitaționale se dezvoltă, formându-se bule sau cavitații umplute cu un amestec de gaze dizolvate și/sau vapori de lichid.

3. Construcție pistol

Pentru a putea repara astfel de defecte s-a pornit de la analizarea mai multor variante constructive de pistoale răcite cu lichid. A fost ales un pistol cu gât flexibil [4]. Pistolul ales a fost modificat în sensul că i-a fost adăugată partea de alimentare cu sârmă de sudură – rola. Sârma de sudură este adusă în dreptul electrodului de wolfram prin intermediul unui tub de ghidare metalic. Tubul de ghidare a fost prins de corpul pistolului și de gâtul acestuia astfel încât să formeze un corp comun, vezi figura 3.



Fig. 3. Pistol de sudare.

Ieșirea materialului de adaos – sârma electrod – din tubul de ghidare se face prin intermediul unei duze de contact. Comanda celor două subansamble, pistolul și derulatorul se face separat. La pistolul s-a păstrat comanda pornit-oprit de la buton, iar la derulator atât comanda de pornit-oprit cât și reglarea vitezei de avans a sârmei electrod se face prin intermediul unei pedale ce este acționată cu piciorul de către operator [5].

Pentru vizualizarea piesei, eventualelor defecte și bari de metal topit din timpul sudării au fost testate mai multe tipuri de videoendoscoape. Criteriile principale de alegere au fost:

- manevrabilitatea,
- dimensiunile de gabarit,
- posibilitatea de fixare,
- modalitatea de transmitere optică a imaginilor,
- autocurățarea,
- temperatura de lucru,
- distanța dintre operator și capătul tubului laparoscopic.

În urma efectuării testelor a fost aleasă camera de inspecție video wireless 6 mm Meterland (ML BHR-105). Camera a fost fixată mecanic într-un stand experimental de testare, iar imaginile au fost trimise către un monitor, și au fost salvate și stocate ca fișiere pe calculator. Unul dintre avantajele înregistrării este și posibilitatea de a revedea și analiza fazele din timpul sudării. Se pot utiliza camere ce au posibilitatea rotirii pe cele 2 axe astfel încât se poate vizualiza în condiții optime defectul. În figura 4 sunt prezentate câteva imagini cu standul experimental și modul în care se vizualizează defectul, 4 e.



Fig. 4 . Standul de încercări.

4. Elemente de dificultate ale problemei

Realizarea unui astfel de echipament de sudare flexibil, de dimensiuni foarte mici, sub 25 mm pe orice direcție a ridicat mai multe probleme tehnice ce au trebuit să fie luate în considerare și anume:

- a) Proiectarea și realizarea unui pistol de sudare miniatural;
- b) Poziționarea și manevrarea exactă a pistolului de sudare;
- c) Vizualizarea on-line: a pistolului, materialului de baza, a celui de adaos (dacă este cazul) și a băii metalice;
- d) Aducerea gazului de protecție în zona sudurii;
- e) Evacuarea gazului / fumului / condensului din zona sudurii pentru a putea vizualiza în condiții optime baia de metal topit;
- f) Asigurarea transmiterii curentului și tensiunii de sudare de la echipament la pistol prin dimensionarea exactă a pieselor ce compun pistolul;

g) Temperatura de lucru – răcirea în timpul lucrului a tuturor componentelor ce fac parte integrantă din echipament – dispozitiv. Trusele laparoscopice sunt utilizate în special pentru investigații / operații la care temperatura de lucru nu depășește valoarea de 40 - 50 °C. În cazul sudării, temperatura de lucru este mult superioară acestei valori și ca atare toate mecanismele trebuie proiectate și adaptate să poată fi utilizate și la temperaturi mai mari.

Un alt avantaj al acestei noi tehnologii de sudare îl constituie faptul că operatorul sudor nu a trebuit să mai utilizeze masca de sudură ci s-a uitat direct pe monitor, îmbunătățindu-i se condițiile de muncă[6]. Asigurarea unui mediu de muncă sigur și sănătos este în prezent o prioritate cheie pentru toți angajatorii. Astfel noua tehnologie de sudare laparoscopică vine în sprijinul tuturor societăților, care au obligația legală de a supraveghea angajații pe linie de protecție a muncii pentru a le permite să își desfășoare activitatea în condiții de siguranță.

Procedul de sudare a fost WIG[7,8]. Parametrii regimului de sudare au fost:

- 1) Curentul de sudare $I_s = 80 - 100 \text{ A}$
- 2) Tensiunea de sudare $U_s = 21 \text{ V}$
- 3) Viteza de avans a sârmei electrod $V_s = 1,5 \text{ m / min.}$
- 4) Gazul de protecție Ar 100%
- 5) Diametrul sârmei electrod $d=1\text{mm}$
- 6) Diametrul electrodului de wolfram utilizat 1,6.

Procesul de sudare a decurs intermitent în sensul că la început a fost pornit doar arcul de sudare pentru încălzirea pieselor și topirea marginilor defectului [9]. Apoi, în funcție de baia de metal topit a fost adăugată sârma electrod cu viteze diferite. Aspecte din timpul sudării se pot vedea în figura 5.



Fig.5. Procesul de sudare.

Au fost efectuate defecte circulare sau alungite care au încercat să simuleze posibile fisuri apărute în țevă pe direcție longitudinală sau transversală. După sudare au fost inspectate probele, vezi figura 7. În urma examinării cordonului de sudură a rezultat obținerea unei îmbinări ce se încadrează în clasa D conform SR EN 5817. Mai jos sunt prezentate imagini cu probe tip țevă, înainte și după sudare, figura 6 și 7.

Noul pistol trebuie să îndeplinească următoarele funcții ce devin obiectivele concrete ale proiectului:

- dimensiunea capului de sudat pe orice direcție să nu fie mai mare de 15 mm;

- să poată fi manevrat de la distanță manual sau printr-un sistem mecanic – ca în cazul brațelor utilizate la trusele laparoscopice sau cu ajutorul unor actuatore ultrasonore printr-un sistem de comandă wireless sau cu fir utilizând un joystick;
- tot procesul să poată fi vizualizat pe un monitor și eventual înregistrat pe un suport electronic cu ajutorul unei micro camere utilizată în chirurgia laparoscopică.



Fig 6 Inainte de sudare, defecte circulare.

Fig. 7 Defecte alungite.

5. Concluzii

Realizarea acestui pistol și a tehnologiei de sudare aferente va deschide o nouă eră în lumea sudării. Posibilitatea realizării unor suduri la distanță mare și în locuri greu accesibile, va deschide noi direcții de cercetare în toate domeniile industriale. Se poate face o analogie cu domeniul medical unde descoperirea posibilității de investigare sau operare laparoscopică a dus la noi metode de operare, mult mai puțin invazive, cu costuri mici și rezultate foarte bune față de cele clasice.

6. Bibliografie

1. Kuppan Thulukkanam, Heat exchanger Design Handbook, CRC Press, Taylor&Francis Group, USA, 2013;
2. G. Solomon, Curs de Inginer Sudor Internațional/European IWE/EWE, Cap. 2.16 Oțeluri înalt aliate (inoxidabile), ASR, 2012;
3. Micloși V., ș.a., Bazele proceselor de sudare, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1984;
4. G. Gârleanu, Informatizarea și optimizarea proceselor tehnologice Bucuresti 2007, G. Gârleanu, Curs de Proiectarea Construcțiilor Sudate – notite de curs 2014
5. G. Gârleanu, Proiectarea Construcțiilor Sudate – Note de curs pentru uzul studenților, 2014
6. Welding handbook, vol.2, 8-th Edition, Welding Processes, American Welding Society, Miami, 1991;

7. G. Zgură, D. Răileanu, L. Scorobetiu, Tehnologia sudării prin topire, Editura didactică și pedagogică, București, 1983;
8. D. Dehelean, Sudarea prin topire, Editura Sudură, Timișoara, 1997;
9. D. Dehelean, Curs de Inginer Sudor Internațional/European IWE/EWE, Cap. 1.7 Sudarea WIG, ASR, 2012;

TRATAREA ALUMINIULUI ÎN VEDEREA CREȘTERII DURITĂȚII

IUGA¹Ana-Cristina¹, NASTASE² Gabriel²

¹Facultatea de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea:Tehnologia Construcțiilor de Mașini, Anul de studii: I, e-mail: iugaanacristina@gmail.com

Conducător științific: Conf.dr.ing. **Claudia BORDA**
S.l.dr.ing. **Larisa BUȚU**

REZUMAT: Importanța uriașă a aluminiului în tehnică este deja cunoscută. Fără a vorbi de industria aeronautică, pentru care greutatea specifică mică a materialului este deosebit de importantă, reducerea greutății construcțiilor metalice prezintă un avantaj enorm pentru numeroase domenii ale tehnicii. Nu există nici o ramură a industriei moderne care să poată exista și dezvolta fără aluminiu și aliajele sale sub formă de piese turnate, forjate sau matrițate, de tablă, benzi, folii, sârma, profile etc. Este foarte folosit în industrie datorită rezistenței sale la oxidare, proprietăților mecanice bune și densității sale mici. De asemenea, este folosit și ca material conductor.

CUVINTE CHEIE: aliajele, industrie, proprietăți mecanice.

1. Introducere

Aluminiul este un metal de culoare albă, ușor ($2,7\text{g/cm}^3$), care se topește la 658°C , este foarte moale și plastic, conduce foarte bine căldura și electricitatea. Are rezistență mare la coroziune, datorită fenomenelor de pasivizare, care constă în autoacoperirea cu o peliculă subțire, densă și aderentă de oxid de aluminiu, care-l protejează împotriva oxidării ulterioare. Datorită acestei proprietăți, precum și plasticității sale, se folosește în industria chimică și alimentară. Datorită conductibilității electrice mari se folosește drept conductor electric. Aluminiul are însă rezistența mecanică mai mică decât a cuprului, chiar prin trefilare, el nu ajunge la o rezistență mai mare de 25 N/mm^2 , deci rezistența rămâne insuficientă pentru condițiile de eforturi la care sunt supuse conductoarele aeriene. Din această cauză se fabrică conductoare de aluminiu cu inima de oțel sau conductoare din aliaje cu baza de aluminiu cu tratamente termice pentru mărirea rezistenței mecanice [3].

Aliajele de aluminiu pot fi: aliaje deformabile prin presare și aliaje de turnatorie. Aliajele de aluminiu deformabile prin presare se clasifică în: aliaje anticorozive și aliaje durificabile prin tratamente termice.

În aliajele anticorozive, aluminiul este aliat cu mici cantități de magneziu sau de mangan. Un astfel de aliaj este anticorodantul care se utilizează la fabricarea pieselor cărora li se cere rezistență la coroziune în medii chimice, fără să li se ceară însă rezistență mecanică ridicată.

În aliajele durificabile prin tratament termic, aluminiul este aliat cu elemente care au proprietăți de a forma compuși definiți fie cu aluminiul, fie între ele. Astfel, aluminiul formează compuși definiți cu cuprul și cu magneziul. Dacă în aliaje se găsesc în același timp, magneziu și siliciu, aceste două elemente pot forma compusul definit. Compușii definiți, fiind duri, conferă aliajului duritate mai mare.

Pentru a se obține o combinație optimă între rezistență, plasticitate și tenacitate, aliajele de aluminiu se supun unui tratament termic de durificare, care constă din două tratamente succesive: călire și îmbătrânire. De exemplu, dacă un aliaj aluminiu-cupru, 40% cupru, este încălzit la 530°C , structura sa va fi constituită numai din soluție solidă. Printr-o răcire lentă, în structura aliajului apare compusul definit Al_2Cu , care face ca aliajul să fie dur și rezistent, însă insuficient de plastic și tenace. Dacă răcirea de la 530°C este rapidă, compusul Al_2Cu nu se mai formează și aliajul ajunge la temperatura ambiantă, având în structura sa soluție solidă. Pentru a-l durifica, aliajul se supune în continuare, unui tratament termic de

îmbătrânire, încălzindu-se la circa 180°C, timp în care compusul definit Al₂Cu se reprecipită în mod uniform în masa de soluție solidă, astfel încât aliajul devine rezistent, dur, plastic și tenace.

2. Aliajele de aluminiu durificabile

Aluminiul formează soluții solide cu majoritatea elementelor cu care se aliază. Probabilitatea de a fi tratat termic este dată de creșterea solubilității în soluția solidă a elementelor de aliere, cu temperatura. La aliajele cu durificare structurală "călibile" durificarea se obține în trei etape după cum urmează: punerea în soluție a elementelor durificatoare (faze secundare), răcirea rapidă pentru a aduce soluția solidă metastabilă la temperatura ambiantă (călirea), precipitarea fazelor secundare durificatoare prin descompunerea parțială a soluției solide (îmbătrânire naturală) sau descompunerea la temperaturi ridicate (îmbătrânire artificială) în general sub 220°C [4].

O largă utilizare o au aliajele Al (-Mg) -Sn (seria 6000) sub formă de produse deformate în arhitectura sau aeronautică. Aceste aliaje au caracteristici mecanice medii $R_{001} = 200$ MPa, $R_m = 250$ MPa. Faza durificatoare este Mg₂Si dimensiunile fazei fiind determinate de prezența fierului și siliciului.

Aliajele Al-Cu(-Mg) (seria 2000) se utilizează rar în industrie ca aliaje binare, a căror durificare ar fi asigurată numai de faza Al₂Cu, motiv pentru a majora efectul de durificare prin prezența altor compuși asigurați de mai multe elemente de aliere. Sunt utilizate în practică o multitudine de aliaje cunoscute sub denumirea de duraluminiu și simbolizate 2014, 2016, 2024, 2058 etc. Cel mai des, ca element suplimentar de aliere, este folosit Mg, care modifică procesul de precipitare prin contribuția unor compuși cunoscuți sub denumirea de faza S, Al₂CuMg. Procesele de precipitare se complică cu atât mai mult cu cât participă un număr mai mare de faze secundare. În funcție de caracteristica urmărită se introduc elemente de aliere după cum urmează: Si – pentru stabilitate la cald, Ni – pentru rezistența la fluaj, Zr, Cr – pentru diminuarea sensibilității de creștere a grăunțurilor.

Condițiile de tratament termic (călire – îmbătrânire) sunt cele care influențează comportarea aliajelor în exploatare. S-a constatat că viteza de călire are influență mai mică asupra proprietăților mecanice și mai mare asupra rezistenței la coroziune. Stabilirea mărimii vitezei de călire se face cu ajutorul curbelor *temperatura - timp - procesare TTP*, asemănătoare curbelor *TTT* ale oțelurilor. De obicei vitezele de călire trebuie să fie de ordinul 500 °C/s în intervale de temperaturi strânse, ceea ce conduce inevitabil la deformarea produselor în timpul călirii. Se accelerează în acest mod formarea zonelor Guiner-Preston (ZGP) și îmbătrânirea naturală.

Aliajele Al-Zn-Mg(-Cu) (seria 7000) au în compoziția lor de cele mai multe ori combinația de elemente Cu și Mg, fiind din mai multe puncte de vedere superioare aliajelor prezentate anterior, prin proprietățile lor de sudabilitate, rezistență la rupere și la coroziune ridicate. Efectul durificator maxim este dat de prezența Zn care formează compusul Al₂MgZn₃, solubil în Al, dar și ai altor compuși, cum ar fi: ZnAl, Mg₅Al₈. Tratamentele termice se efectuează mai ușor, unele dintre aliajele acestei serii fiind autocălibile. Așa se explică îmbunătățirea unor caracteristici mecanice prin îmbătrânirea naturală a construcțiilor sudate. Aliajele autocălibile, nu-și vor mări duritatea dacă conținutul în Zn este mic.

3. Utilizări

Folosirea aluminiului ca material pentru construcții mecanice și metalice este limitată din cauza proprietăților de rezistență scăzute. Totuși, o serie dintre proprietățile aluminiului fac ca acest metal să fie deosebit de apreciat pentru o serie de aplicații industriale. Astfel, plasticitatea mare a aluminiului permite ca din el să se obțină prin deformare plastică produse foarte subțiri ca foliile, utilizate pentru ambalaje în industria alimentară; conductibilitatea electrică mare, în jur de 65% din cea a cuprului face ca aluminiul să fie mai mult utilizat ca material pentru conductorii electrici; rezistența mare la coroziune permite folosirea aluminiului în industria chimică și alimentară. Aluminiul este utilizat pe scară largă ca bază pentru o serie importantă de aliaje.

O imagine, cu caracter general, asupra influenței elementelor însoțitoare (impurități metalice, elemente de aliere, adaosuri de modificare) asupra proprietăților aluminiului (rezistența la rupere, alungire) este prezentată în diagrama din figura 1.

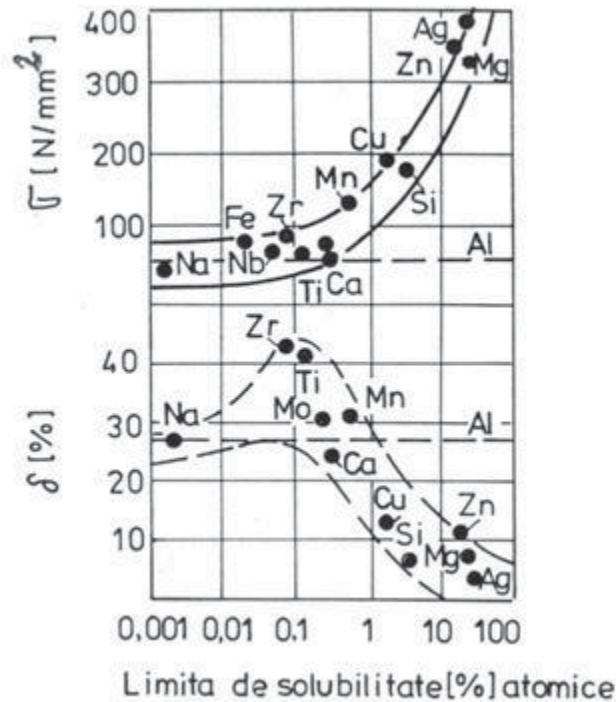


Fig. 1. Variația caracteristicilor mecanice în sistemele binare aluminiu-element însoțitor, în funcție de solubilitatea maximă a acestuia în aluminiu.[4]

Așa cum se observă din figură, rezistența la rupere a aliajelor pe bază de aluminiu crește odată cu solubilitatea limită a elementului de aliere în aluminiu. Aceste elemente de aliere determină durificarea soluției solide pe bază de aluminiu când concentrația lor depășește valoarea de 0,01 % atomice.

4. Stadiul actual

Noi cercetări în domeniu arată cum se poate modifica microstructura aluminiului pentru a conferi o rezistență mare și ductilitate.

Structura cristalină a metalului este alcătuită dintr-o succesiune de straturi atomice. Dacă un strat lipsește se poate spune că există un *defect de stivuire*. S-a constatat experimental că se pot forma așa-numitele „granițe gemene” alcătuite din două straturi de defecte de stivuire. Un astfel de defect de stivuire a fost denumit de către cercetători "faza 9R", care s-a dovedit a fi deosebit de promițătoare în creșterea durtății aliajelor de aluminiu.

În timpul analizării noului proiect s-a dovedit că „granițele gemene” sunt greu de realizat, de introdus în compoziția chimică a aluminiului. Formarea fazei 9R din aluminiu este mai dificilă datorită energiei sale de stivuire. În general, aluminiul se deformează doar prin generarea de defecte de tipul dislocărilor (Fig.2.).

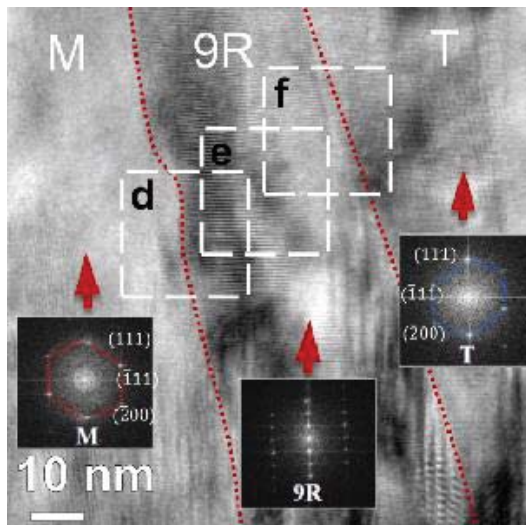


Fig.2. Faza 9R [1]

Trecând printr-o mulțime de combinații pentru a determina chimia potrivită pentru a definitiva aliajul de aluminiu de înaltă rezistență, s-a constatat faptul că fierul tinde să fie foarte important pentru a îmbunătăți rezistența mecanică.

Pentru realizarea acestei cercetări s-au folosit proiectile de mare viteză pentru a introduce faza 9R în eșantioanele de aliaj de aluminiu. După impact eșantioanele s-au analizat la un microscop electronic cu transmisie (MET), pentru a vedea microstructura fumului după impact și pentru a explora noi mecanisme de deformare în structura materialului.

În urma acestor experimente s-a constatat că se poate combina aluminiul cu atomi fier în vederea creșterii durității. Rezistența aliajelor noi descoperite se mărește la aproximativ 1-1,5 GPa, plecând de la aproximativ 200MPa. Acest nivel este comparabil cu rezistența ridicată a oțelului inoxidabil martensitic 492MPa și va avea un impact imens asupra industriei aliajelor de aluminiu.



Fig.3. Proba pregătită pentru a fi analizată la MET.[2]

5. Concluzii

În această lucrare am prezentat un nou studiu care va avea un impact uriaș, benefic din punct de vedere tehnico-științific. De asemenea, prin modificarea structurii aluminiului multe ramuri ale industriei vor avea de câștigat.

Aluminiul se deformează de obicei prin dislocări complete, datorită energiei sale înalte de stivuire. Faza 9R din aluminiu, deși dificil, poate apărea la temperaturi scăzute și viteză mare de întindere. Prin utilizarea unei tehnici de testare a impactului unui proiectil se introduce o fază 9R de deformare, cu zeci de nm în lățime în aluminiu granulat, ultrafină cu o dimensiune medie a granulelor de 140 nm, confirmată de analizele de la MET.

Aliajele de aluminiu au aplicații multiple. Cu toate acestea, majoritatea aliajelor au rezistență mecanică scăzută. Noua fază 9R poate induce o rezistență ridicată și o ductilitate în materialele metalice. Suprafețele de aluminiu nt Al-Fe ating o rezistență maximă de aproximativ 5,5 GPa, comparabilă cu oțelurile cu rezistență ridicată.

6. Bibliografie

- [1]. <https://www.nextbigfuture.com/2018/01/super-strong-aluminum-as-strong-as-steel.html>;
- [2]. <https://www.youtube.com/watch?v=Y3dYq-N4xSY>;
- [3]. Borda, C. s.a, „Tehnologia de prelucrare a materialelor”. Editura POLITEHNICA PRESS, ISBN 978-606-515-758-3, Bucuresti, 2017.
- [4]. Oprea Fl., Constantin I., Roman R., Moldovan P., Panait N., Petrescu M.I., Geantă V, Tripsa I., Ștefănoiu R. - "Tratat de știința și ingineria materialelor", Editura AGIR, Bucuresti, 2008.

BRAZAREA ALIAJELOR CU ENTROPIE RIDICATA

PREOTEASA Adela - Diana, RADU Adriana - Valentina

Facultatea: Transporturi, Specializarea: Ingineria Transporturilor și a Traficului, Anul de studii: I, e-mail: valentina.radu21@yahoo.com

Conducător științific: Prof.dr.ing **Ionelia VOICULESCU**

REZUMAT: In cadrul lucrării se prezintă câteva rezultate obținute la brazarea unor aliaje cu entropie ridicată utilizând ca material de adaos baghete învelite din aliaj Cu-Ag. Pentru evidențierea aspectelor microstructurale a fost analizată zona brazată prin microscopie optică apoi s-au efectuat măsurări de microduritate. Unele probe au fost tratate termic înainte de brazare (omogenizare cu menținere la 1100°C timp de 4 ore, stabilizare la 900°C timp de 4 ore, stabilizare la 700 °C 2 ore și răcire în apă). S-a constatat ca ambele aliaje s-au comportat bine la brazare, aliajul de adaos fiind aderent și manifestând o umectare bună a suprafețelor.

CUVINTE CHEIE: brazare, lipire, HEA, entropie

1. Introducere

Aliajele cu entropie ridicată sunt compuse din 5 elemente chimice principale, introduse în rapoarte echi-molare sau aproape echi-molare, care formează faze stabile de tip soluții solide simple cu rețea c.f.c. sau c.v.c. Acestea au rezistență mecanică ridicată, bună stabilitate termică, și capacitate de călire mai mare decât aliajele clasice, combinate cu o rezistență superioară în condiții de mediu diverse, ductilitate și tenacitate bune. Obiectivul lucrării este acela de a evidenția aceste caracteristici speciale ale materialului, în urma efectuării procedurii de îmbinare numit brazare.

2. Stadiul actual

2.1. Aliaje cu entropie ridicată

Aliajele cu entropie ridicată au caracteristici superioare față de multe alte tipuri de oțeluri sau aliaje speciale, având și avantajul că posedă în același timp valori ridicate ale ductilității, ceea ce le face aplicabile în diverse domenii în care aceste caracteristici sunt strict necesare, cum ar fi blindajele pentru protecție personal sau obiective strategice.

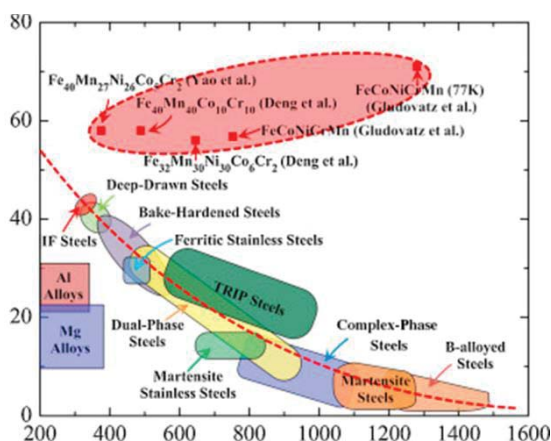


Fig.1 Dependenta Rezistenței Mecanice de Alungire

2.2. Aplicații ale aliajelor cu entropie ridicată în domeniul militar– panouri de protecție din domeniul militar

Acest experiment a fost făcut cu ajutorul unor casete balistice având în componența lor o placă din aluminiu, una din ceramica, urmând apoi placa de HEA 5, înaintea căreia este o altă placă din aluminiu care întregiște caseta. Acestea i-a fost testată comportarea la impactul dinamic într-un tunel balistic.

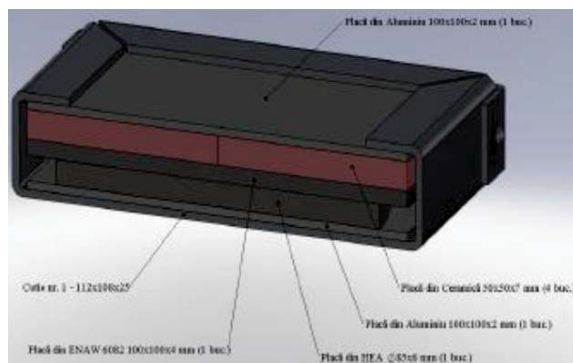


Fig.2 Componența cassettei balistice

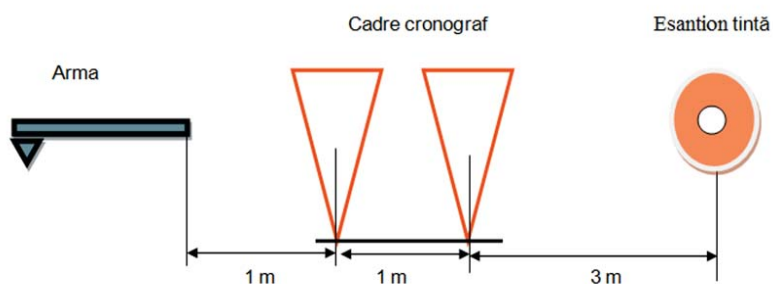


Fig.3 Schema tunelului balistic



Fig.4 Plăci din aliaje metalice speciale dispuse în zonele critice ale vehiculelor blindate pentru protecția militarilor, a rezervorului de carburant și a muniției. Îmbinarea plăcilor se poate realiza prin lipire (brazare), sudare sau nituire.

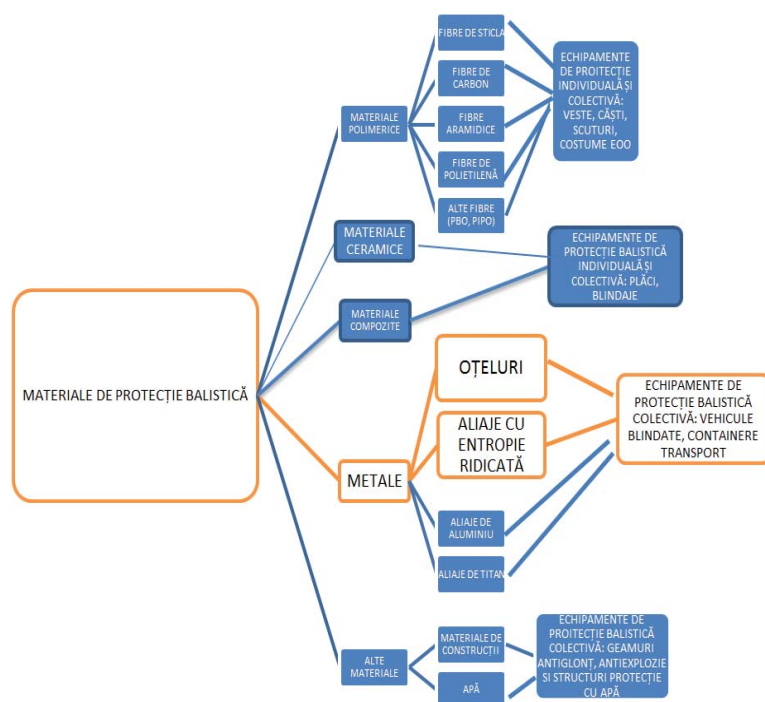


Fig.5 Tipuri de materiale pentru protecție balistică

În ultimul timp aliajele cu entropie ridicată sunt studiate pentru a fi utilizate pentru aplicații militare, deși costurile de obținere și prelucrare sunt încă destul de ridicate.

Simultan cu aceste cercetări se desfășoară și teste pentru stabilirea celor mai bune metode de îmbinare a plăcilor HEA pe structura existentă a unor dispozitive sau vehicule militare.

Condiții de protecție balistică

Prima categorie de muniție include cartușele calibrul 7,62 mm cu glonț perforant incendiar. Masa gloanțelor este de 10 - 11 g și viteza inițială de 840 - 880 m/s. Acestea sunt folosite împotriva persoanelor protejate de veste antiglonț sau de blindajele relativ subțiri ale mașinilor militare de transport trupe și ale mașinilor civile de transport valori. Armele care utilizează aceste muniții sunt mitralierele ușoare și puștile semiautomate cu lunetă. Puterea de perforare a acestor gloanțe este de 12 -14 mm grosime de blindaj din oțel, ceea ce corespunde la o densitate de suprafață de 90-110 kg/m².

A doua categorie include cartușele calibrul 12,7 mm și 14,5 mm cu glonț perforant. Masa gloanțelor este de 30-40 g și viteza de 900-1200 m/s. Acestea sunt folosite împotriva mașinilor blindate ușoare și au capacitatea de a perfora inclusiv blindajele frontale care depășesc, de regulă, grosimea de 15 mm. Armele care utilizează aceste muniții intră în categoria mitralierelor grele și se află de multe ori montate pe mașini blindate ușoare și tancuri.

Dintre toate variantele analizate se reține construcția bimetalică sudată prin explozie sau lipită prin brazare, care formează un bloc unitar și care asigură cea mai bună protecție balistică [1].

2.3. Modelarea comportării la impact cu proiectil perforant

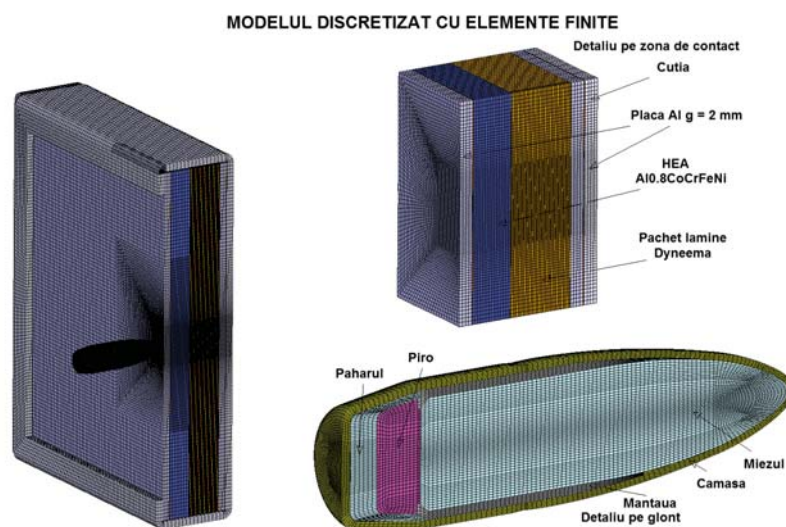


Fig.4 Model discretizat cu elemente finite

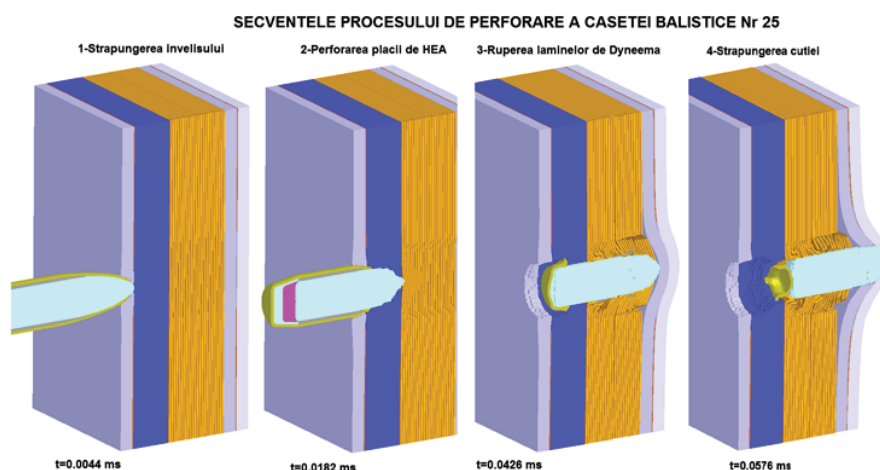


Fig.5 Secvențele procesului de perforare a casetei balistice nr.25

2.4. Efectul tratamentelor termice asupra proprietăților mecanice

Prin aplicarea tratamentelor termice duritatea aliajului HEA5 se modifică astfel:

- în stare de elaborare/turnare duritatea medie este 45 HRC;
- în urma aplicării tratamentului de omogenizare TT1 (1100°C/4ore cu răcire in aer) duritatea a scăzut la circa 20 HRC, fiind comparativă cu valoarea durității unui oțel structural;
- prin aplicarea tratamentului TT2 (stabilizare 900°C/4 ore + 700°C/2 ore cu răcire în apă) duritatea a crescut la 31 HRC apoi a scăzut la 27 HRC.

Aceasta variație a durității s-a datorat dizolvării compușilor duri formați la turnare.

Efectul tratamentului termic TT2 s-a manifestat prin creșterea plasticității materialului, deși duritatea s-a redus la aproape 27 HRC după ultima tranșă de tratament.

Tabelul 1. PROPRIETĂȚI ALE ALIAJELOR CU ENTROPIE RIDICĂȚĂ de tip AlCrFeCoNi

Aliaj			Duritate HRC (Rockwell)	Media

	Tratament termic	Poziția amprențelor de duritate	1	2	3	4	5	6	[HRC]
Al _{0.8} CrFeCoNi	Fără tratament termic	Proba 1.1	44	48.7	46.4	47.6	48.3	-	47
		Proba 1.2	46.4	47.5	42.7	43.8	46.3	-	45.3
	Omogenizare (1100°C)	Fața sup.	10.9	17.0	25.6	16.8	24.2	-	18.9
		Fața inf.	21.9	26.6	22.6	25.1	28.1	-	24.9
	Stabilizare (900°C)	Fața sup.	18.2	31.0	28.7	36.3	31.3	-	29.1
		Fața inf.	30.3	34.0	33.7	35.8	46.9	-	34.1
	Stabilizare (700°C)	Fața sup.	11.8	29.4	29.2	25.1	27.0	-	24.5
		Fața inf.	28.0	28.7	26.3	30.9	35.6	-	29.9

Tabelul 2. PROPRIETAȚI de compresiune ALE ALIAJELOR CU ENTROPIE RIDICATĂ

Aliaj	Tratament termic	Epruveta	Cod	Dimensiuni inițiale [mm]		Dimensiuni finale [mm]		Rez. la rupere [N/mm ²]	Def. maximă [mm]
				d ₀	h ₀	d ₁	h ₁	σ _r	ε
Al _{0.8} CrFeCoNi	Fără TT	Epruv. 1	80-01	6.00	8.00	***	***	2635.6	3.07
		Epruv. 2	80-02	5.90	8.00	***	***	2808.0	3.27
	Omogenizare (1100°C)	Epruv. 1	80-11	6.14	7.96	8.50	4.52	2526.2	1.28
		Epruv. 2	80-12	5.90	8.35	8.10	4.70	2919.9	4.00
	Stabilizare (900°C)	Epruv. 1	80-21	6.00	8.69	-	-	2159.9	2.22
		Epruv. 2	80-22	5.90	7.75	7.90	4.73	2687.3	0.90
	Stabilizare (700°C)	Epruv. 1	80-31	6.08	8.00	7.80	5.75	2686.6	2.36
		Epruv. 2	80-32	6.05	8.30	7.60	5.90	2594.0	2.35

3. Obținerea aliajelor cu entropie ridicată

Aliajele metalice cu entropie ridicată au fost obținute în laboratorul ERAMET al UPB-SIM, într-o instalație de retopire cu arc în vid (RAV), model MRF ABJ 900. Au fost realizate mai multe eșantioane de test sub forma de baghete, care ulterior au fost prelucrate prin frezare pentru realizarea pieselor brazate. Aliajul a fost retopit în agregatul metalurgic de 3 ori pe fiecare suprafață de separație cu atmosfera inertă de argon pentru obținerea unei omogenități corespunzătoare.

Pentru realizarea testelor mecanice și a probelor îmbinate prin brazare s-au prelucrat plăci din aliaje HEA având dimensiuni de 5x10x55mm. O parte dintre probe au fost supuse testelor de rupere prin șoc, valoarea energiei de rupere fiind de circa 60J la temperatura de 20°C, iar altele s-au îmbinat prin brazare. Prelucrarea plăcilor s-a realizat în stare turnată, utilizând procedeul de frezare.

Tabelul 3. Compoziția chimică globală determinată prin analiză spectrală

	HEA5
	Al _{0.8} CrFeCoNi
Al, %	8.72
Cr, %	21
Fe, %	22.61
Co, %	23.82
Ni, %	23.85

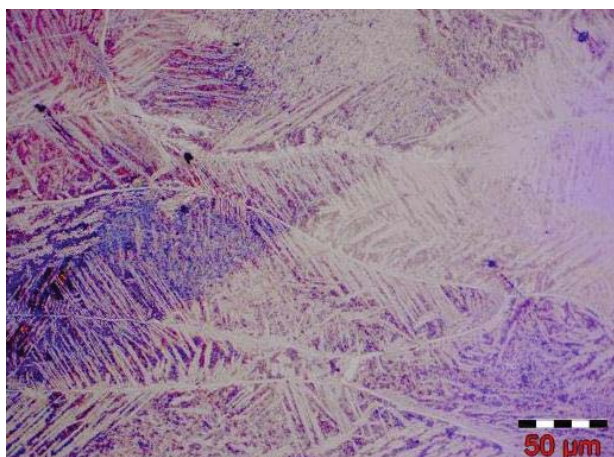


Fig.6 Microstructura aliajului HEA 5 in stare turnată – dendrite de aliaj alfa

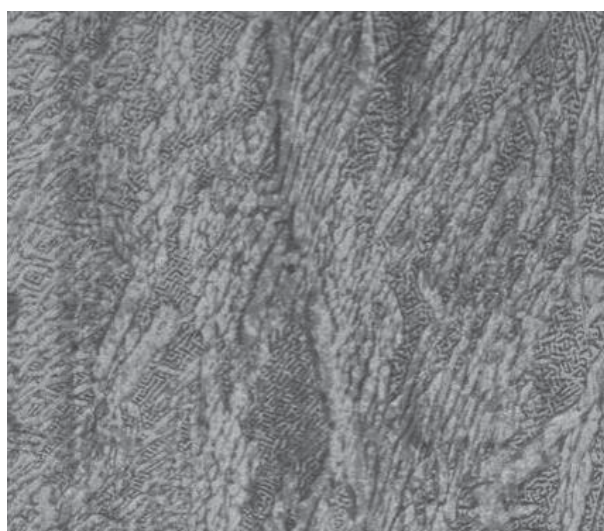


Fig.7 Microscopie electronică

4. Brazarea aliajelor cu entropie ridicată

Brazarea este un proces de îmbinare a metalelor sau materialelor ceramice care utilizează un metal sau un aliaj de adaos care se topește (la o temperatură mai mare de 450 °C) și pătrunde prin capilaritate în interstițiul dintre componentele de asamblat. Cu această metodă pot fi realizate asamblări omogene, între materiale de același tip sau cu aceeași compoziție chimică, dar și asamblări eterogene, între piese metalice cu compoziții chimice complet diferite sau componente ceramice.

Materialul de adaos este adus în stare lichidă la o temperatură puțin mai mare decât temperatura sa de topire, fiind protejat împotriva oxidării de o atmosferă sau un flux adecvat. Acesta interacționează cu interfețele componentelor de asamblat, efectul fiind cunoscut sub denumirea de umectare, ocazie cu care se creează legături stabile la nivel atomic și aderență reciprocă, după care se răcește rapid pentru a forma o îmbinare fermă.

Prin definiție, temperatura de topire a materialului de adaos este întotdeauna substanțial mai mică decât temperatura de topire a materialelor care sunt îmbinate. Asamblările brazate sunt, în general, mai rezistente decât metalele de adaos utilizate, ca urmare a geometriei îmbinării și legăturilor puternice care se formează la nivelul interfețelor umectate ale componentelor.

Materiale de adaos

Baghete învelite - BAg45CuZn

- tijă metalică (sârmă)
- înveliș din amestec de minerale și pulberi metalice

Tabelul 4. Compoziția chimică a baghetei

Aliajul baghetei	Compoziția chimică, în % masice			
	Ag	Cu	Zn	Alte elemente
BAg45CuZn	45,4	27,2	24,2	0,2

Tabelul 5. Rolul compușilor chimici

Denumire compus chimic din înveliș	Rolul componentului
H ₃ BO ₃ Na ₂ B ₄ O ₇ B ₂ O ₃	Zgurifiere
KC ₁ NaF Na ₂ SiF ₆ Na ₃ AlF ₆ KBF ₄ KF	Decapare (dezoxidare)

Flux decapant

Fluxurile de tip FH 10 sunt fluxuri de uz general și se utilizează pentru intervalul de temperaturi de utilizare de la 550°C până la 800°C.

Conțin următoarele componente: bor, fluoruri simple și complexe. Reziduurile lor sunt în general corozive și trebuie îndepărtate, după brazare, prin spălare sau periere.

Elemente ale fluxurilor

Boraxul în stare topită are o acțiune acidă. Are o comportare bună în procesul de lipire, utilizat în amestec cu metaborat de sodiu și trioxid de bor. Acțiunea activă chimic este exercitată de oxidul de bor, care reacționează cu oxizii de pe suprafețele pieselor de lipit cu formare de borați cu structură amorfă, ușor de îndepărtat prin spălare sau periere.

5. Etape rămase după pregătirea pieselor

- A. Curățare suprafețe (Borax)
- B. Uscare – aer cald
- C. Poziționare piese în dispozitiv
- D. Brazare cu flacăra de gaze:
 - a) Încălzire
 - b) Adăugare material adaos – sârma din aliaj Cu-Ag
 - c) Lipire – pătrundere metal topit în interstițiul dintre piese
 - d) Răcire
 - e) Desprindere din dispozitiv
 - f) Control vizual
 - g) Control distructiv

Microduratea Vickers

Măsurarea microdurateții aliajului hiperentropic s-a realizat cu ajutorul unui durimetru Shimadzu HMV 2T.

Forța aplicată = 200N (HV0,2)

Timpul de apăsare = 10 sec.

Tabelul 6.

Proba	Zona de măsurare	Valoare medie HV0,2
Aliaj HEA 5 fără tratament termic	Material de adaos	171
	Material de bază	331
	Zonă de influență termică	365

Tabelul 7.

Proba	Zona de măsurare	Valoare medie HV0,2
Aliaj HEA 5 cu tratament termic	Material de adaos	171
	Material de bază	331
	Zonă de influență termică	301

6. Concluzii

Probele din aliajul cu entropie ridicată au fost îmbinate prin lipire tare (brazare) cu flacără oxigaz utilizând ca materiale de adaos baghete învelite din aliaj AgCuZn.

Aliajul de lipire a avut o comportare bună la brazare, având un domeniu de topire îngust (700-800°C) și o bună capacitate de umectare a suprafețelor pieselor din aliaje cu entropie ridicată. Aspectul suprafețelor după lipire a fost satisfăcător, compușii rezultați prin topirea fluxurilor decapante fiind îndepărtați cu ușurință prin spălare și periere cu perie din sârmă. Duritatea zonei de îmbinare a crescut în cazul pieselor fără tratament termic, dar a scăzut în cazul celor tratate termic. Scăderea nu este foarte mare.

Această lucrare reprezintă un element de noutate la nivel național și internațional, abordând un domeniu încă în curs de explorare și îmbunătățire.

7. Bibliografie

- [1]. V. Geantă, I. Voiculescu, T. Cherecheș și alții – Contract de cercetare: Structuri compozite rezistente la solicitări dinamice cu viteze mari de deformare cu aplicabilitate în domeniul protecției colective – HEAMIL – PCCA 209/2012
- [2]. Che-Wei Tsai, Yu-Liang Chen, Ming-Hung Tsai, Jien-Wei Yeh, Tao-Tsung Shun, Swe-Kai Chen, Deformation and annealing behaviors of high-entropy alloy Al_{0.5}CoCrCuFeNi, *Journal of Alloys and Compounds* 486 (2009) p.427–435;
- [3]. L.H. Wen*, H.C. Kou, J.S. Li, H. Chang, X.Y. Xue, L. Zhou, Effect of aging temperature on microstructure and properties of AlCoCrCuFeNi high-entropy alloy, *Intermetallics* 17 (2009) p.266–269;
- [4]. J.J. Harwood, *Strengthening Mechanisms in Solids*, Metal Park, Ohio, ASM Seminar, 1960, 23;
- [5]. C.Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, 6th ed. New York, John Wiley&Sons, Inc, 1980, 67;
- [6]. Y. Zhang, Y. J. Zhou, X. D. Hui, M. L. Wang, G. L. Chen, Minor alloying behaviour in bulk metallic glasses and high entropy alloys, *Science in China, Series G, Physics, Mechanics & Astronomy*, 2008, Vol. 51, no.4, p 427-437.
- [7]. C. Li, J.C. Li, M. Zhao, Q. Jiang, Effect of alloying elements on microstructure and properties of multiprincipal elements high-entropy alloys, *Journal of Alloys and Compounds* 475 (2009) p.752–757;
- [8]. C. W. Tasi, Y. L. Chen, M.H. Tsai, J. W. Yeh, T.T Shun, S. K. Chen, Deformation and annealing behaviors of high –entropy alloy Al_{0.5}CoCrCuFeNi, *Journal of Alloys and Compounds*, 486 (2009) p. 427-435;
- [9]. Sternberg, S., Landauer, O., Mateescu, C., Geană, D., Vișan, T. *Chimie fizică*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
- [10]. Victor Geanta, Tudor Chereches, Paul Lixandru, Ionelia Voiculescu, Radu Stefanioiu, Daniel Dragnea, Teodora Zecheru, Liviu Matache, *Virtual Testing of Composite Structures Made of High Entropy Alloys and Steel*, *Metals* 2017, 7, 496; doi:10.3390/met7110496, p.1-14, ISSN: 2075-4701, WOS:000416803200046 (Q1, Q2), IF=1,984.

SIMULAREA CU AJUTORUL ABAQUS A CONTROLULUI NEDISTRUCTIV AL MATERIALELOR METALICE

BOSOI Bogdan-Florin

Facultatea:IMST, Specializarea:IC, Anul de studii:I MASTER, e-mail:bosoi_b@yahoo.com

Conducător științific: Ș.l.dr.ing. Ștefan Constantin PETRICEANU

REZUMAT: Lucrarea prezenta cuprinde o scurta introducere, descrierea teoretica a metodei utilizate pentru controlul nedistructiv cu ultrasunete, cateva aspecte generale despre softul ABAQUS, rezultate experimentale, concluzii si bibliografie.

1. Introducere

Scopul acestui studiu il reprezinta determinarea parametrilor si configuratiei optime de control a unei piese din otel folosindu-se metoda de control cu ultrasunete.

In cazul controlului cu ultrasunete scopul este evaluarea stării de integritate a unor piese din industrie și prelucrarea digitală a imaginilor cu ajutorul mediului de programare Matlab în vederea punerii în evidență a defectelor constatate.

Ca si obiectiv al acestui proiect,imi propun sa analizez starea de integritate a unui scripete,mai exact urechea de prindere a acestuia,el avand rolul de a sustine,in general, greutati mari.Pentru a nu avea parte de tragedii voi realiza un control nedistructiv cu ultrasunete,astfel prevenind folosirea acestuia cu defecte de interior,ori in apropierea suprafetei materialului,ce ar putea duce la ruperea „urechii”.

Controlul va fi efectuat practic atat in laborator,cat si sub forma de simulare in software-ul ABAQUS CAE.

2. Descrierea teoretică a metodei

Metoda de control cu ultrasunete este bazată pe undele mecanice (ultrasunete) generate de un element piezo-magnetic excitat la o frecvență cuprinsă de regulă între 2 și 5 MHz. Controlul presupune transmiterea, reflexia, absorbția unei unde ultrasonore ce se propagă în piesa de controlat. Fasciculul de unde emis se reflectă în interiorul piesei și pe defecte, după care revine către defectoscop ce poate fi în același timp emițător și receptor. Poziționarea defectului se face prin interpretarea semnalelor.

Tipuri de metode de control:

- Metoda cu ecouri repetate
- Metoda cu impuls transmis
- Metoda cu impuls reflectat

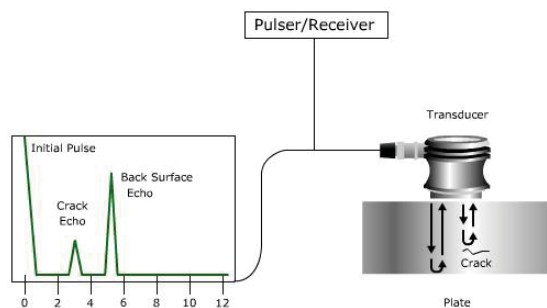


Fig. 2.1 Schema de principiu metoda puls-ecou

2.1.1 Tipuri de unde

Testul cu ultrasunete se bazează pe variația în timp a deformațiilor și vibrațiilor în materiale, care în general se referă la acustica materialului.

În solide, undele sunetelor se pot propaga în 4 feluri care se bazează pe oscilația particulelor. Sunetul se poate propaga în unde longitudinale, unde defazate, unde de suprafață și în materiale subțiri ca unde metalice. Undele longitudinale și cele defazate sunt 2 moduri de propagare cele mai utilizate în ultrasunete. Mișcarea particulelor responsabile pentru propagarea longitudinală și defazată a undelor este ilustrată mai jos.

Tabelul 2.1 Serie de unde posibile în solide:

Tipul undeii	Vibrația particulelor
Longitudinal	Paralel cu direcția undelor
Transversal (Defazate)	Perpendicular cu direcția undelor
Suprafață - Rayleigh	Orbită eliptică - mod simetric
Unde metalice - Lamb	Componentă perpendiculară pe suprafață (unde extinse)
Unde metalice - Love	Paralel cu planul, perpendicular pe direcția undelor
Stoneley (Leaky Rayleigh Waves)	Unde ghidate în lungul interfeței
Sezawa	Mod antisimetric

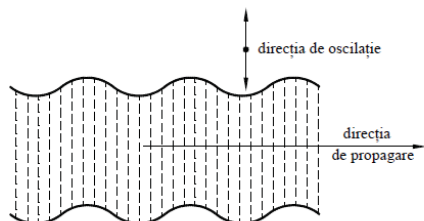


Fig. 12.2. Unde transversale.

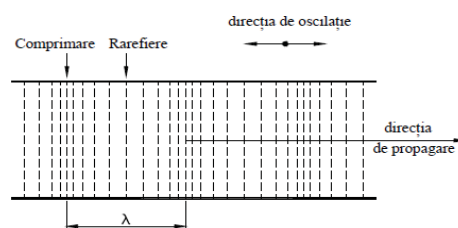


Fig. 12.1 Unde longitudinale.

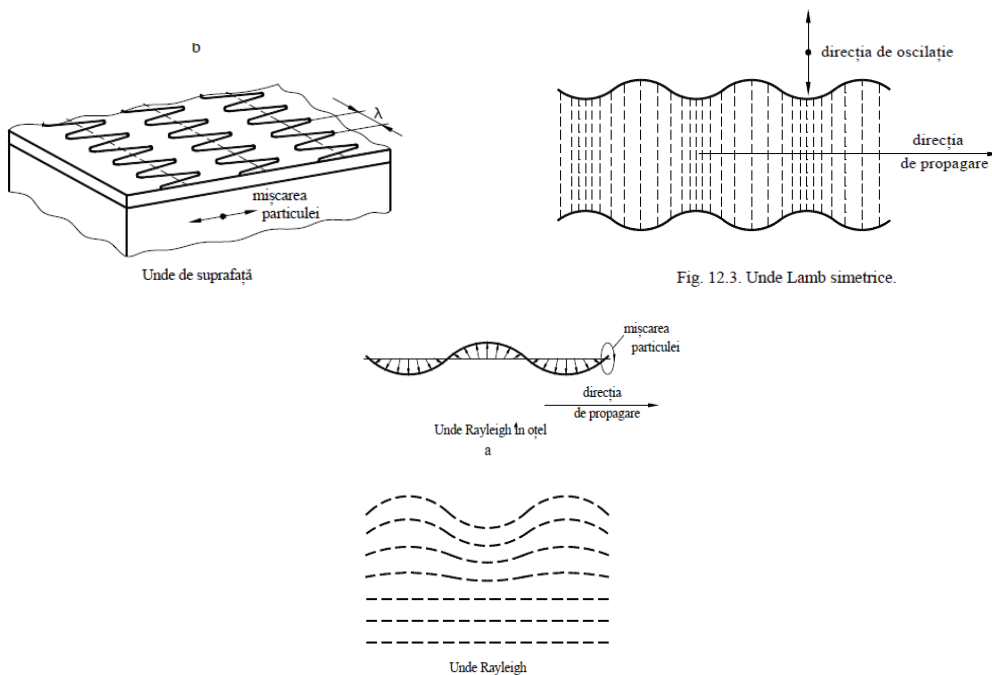


Fig. 12.3. Unde Lamb simetrice.

Fig 2.2 Tipuri de unde

2.1.2 Ecuațiile undei, parametrii de propagare și interacțiunea undelor cu materia

În cazul undei progresive notăm cu f_0 valoarea funcției f la momentul $t = 0$ în punctul x_0 , adică: $f_0 = f\left(-\frac{x_0}{v}\right) = \text{const.}$ La momentul ulterior $t > 0$ această valoare se va regăsi în punctele care satisfac condiția: $t - \frac{x}{v} = -\frac{x_0}{v}$, deci pentru $x > x_0$.

În concluzie:

- valoarea constantă f_0 a perturbației se propagă de la sursă în sensul pozitiv al axei Ox , ceea ce justifică denumirea de undă progresivă;
- raportul $\frac{x - x_0}{v}$ reprezintă timpul necesar ca unda să străbată distanța $x - x_0$ și, prin urmare,
- constanta v reprezintă viteza de propagare a perturbației (v se numește viteză de fază, denumire justificată mai jos).

Densitatea fluxului energetic, J_{en} , este egală cu energia transferată în unitatea de timp prin unitatea de arie dispusă normal pe direcția de transfer a energiei. Se măsoară în W/m^2 .

$$J_{en} = \frac{\Delta W}{\Delta S_n \Delta t}$$

$$J_{en} = \frac{w \Delta S_n (v \Delta t)}{\Delta S_n \Delta t} = w \cdot v$$

Vectorial:

$$\vec{J}_{en} = w \cdot \vec{v}$$

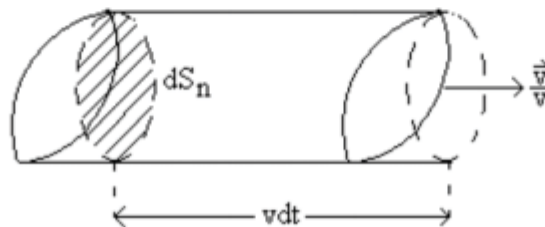


Fig 2.3 Calculul densitatii fluxului energetic pentru unda elastica longitudinala

2.1.3 Tipuri de aplicatii: active si pasive

Aplicatii ale controlului nedistructiv cu ultrasunete:

- table și benzi, țagle și bare rotunde laminate;
- șine de cale ferată și tramvai;
- țevi sudate sau nesudate;
- îmbinări sudate cap la cap prin topire și prin presiune;
- componente pentru autovehicule, piese pentru avioane și rachete;
- instalații din domeniul energetic;
- componente pentru industria nucleară;
- butelii de gaz și tuburi pentru proiectile;
- valțuri și conducte; determinarea caracteristicilor unor materiale metalice;
- materiale placate;
- arbori și axe, poansoane, matrițe;
- în condiții speciale, materiale nemetalice: beton, compozite etc.

Operatii tehnologice efectuate sub actiunea ultrasunetelor:

- dispersie, sedimentare, curatare, filtrare, emulsionare, extractie, uscare, cristalizare, taiere

Terapia cu ultrasunete

Boli tratate cu ultrasunete: reumatism, artroze, hernie de disc, fibrozita intramusculara, Herpes Zoster, astm bronsic, fracturi.

Ecografia medicala ce foloseste frecvente cuprinite intre 1-15 MHz:

- pentru inima si abdomen se folosesc frecvente intre 2 MHz si 3 MHz
- pentru organe mici sau in pediatrie 6 MHz
- oftalmologie 8-10 MHz

In estetica medicala ultrasunetele cu frecventa de 1 MHz permit tratarea unor degradari ale pielii prin stimularea circulatiei si a metabolismelor celulare,cresterea secretiei de colagen si elastina.

Sonarele folosesc frecvente de 100 kHz in general,insa s-au conceput si sonare cu frecvente de 50 kHz sau 500 kHz.

3. ABAQUS CAE

Abaqus FEA (fostă ABAQUS) este un software pentru analiza elementelor finite și inginerie asistată de calculator, lansată inițial în 1978. Numele și logo-ul acestui software se bazează pe instrumentul de calcul al lui si anume abac.

Abaqus este utilizat în industria automobilelor, industriei aerospațiale și a produselor industriale. Produsul este popular în instituțiile non-academice și de cercetare din domeniul ingineriei datorită capacității largi de modelare a materialelor și capacității programului de a fi personalizat.

La baza Abaqus se afla teoria elementelor finite A.E.F- este utilizată pentru rezolvarea unor probleme analitice de mari dimensiuni. Obiectivul acesteia este modelarea și descrierea comportării mecanice a structurilor cu geometrie complexă. Metoda este un procedeu de discretizare: forma geometrică și câmpurile deplasărilor, deformațiilor specifice și tensiunilor sunt descrise prin cantități discrete (de ex. coordonate) distribuite în toată structura. Aceasta impune o notație matricială. Uneltele sunt calculatoarele numerice, capabile să memoreze liste lungi de numere și să le prelucreze.



Fig 3.1 Abaqus CAE

4. Rezultate experimentale

Prin intermediul lucrării practice se urmărește controlul nedistructiv al reperului scripete prin metoda de control cu ultrasunete, dar și simularea controlului nedistructiv în software-ul ABAQUS CAE.

Un scripete este un mecanism simplu format dintr-o roată canelată de-a lungul periferiei, care servește la schimbarea direcției unei forțe și transmiterea ei prin intermediul unui cablu sau a unui lanț care rulează pe periferia ei, materialul acestuia fiind constituit din oțel.



Fig 4.1 Scripete

Metoda de control utilizată este metoda puls-ecou cu transductor ce funcționează în regim emitor-receptor, frecvența de lucru fiind de 4 MHz, pentru grosimea suprafeței de controlat de 4 mm.



Fig 4.2 Masurare grosime scripete(4mm)

Aparatul utilizat este de tipul USM 35 XS:

- domeniu de frecvență: 0.2 MHz-20 MHz
- frecvență de repetiție puls: 4-1000 MHz în 10 pași
- rezoluție de măsurare: 0.01 mm până la 99.99 mm sau 0.1 mm până la 999.9 mm
- intensitate puls: 220 pF, 1 nF

- delay:-10 pana la 1000 mm
- viteza sunet:de la 1000 la 15000 m/s

Metodologia lucrării practice:

1. Piesa a fost curată pe suprafața de aplicare a gelului cuplant.
2. S-a realizat cuplarea aparatului la electricitate, respectiv a transductorului la aparat.
3. A fost aplicat gelul cuplant pe suprafața de controlat.
4. S-a realizat contactul între transductor și piesă în vederea reglajului aparatului.
5. Aparatul UMS 35XS a fost reglat cu caracteristicile necesare.
6. La contactul între transductor și piesă observăm o valoare a drumului sonic de 12 și un delay de 0.7 la drumul 3.



Fig 4.3 Rezultate control US

7. În cadrul drumului 4 avem o valoare a drumului sonic de 16 și un delay de 0.591.



Fig 4.4 Rezultate control US

În urma inspecției nedistructive efectuate pe urechea de prindere a roții canelate s-a constatat că reperul scripete nu prezintă discontinuități.

In vederea realizarii unei simulari a controlului nedistructiv prin ultrasunete in software-ul ABAQUS CAE au fost indepliniti urmatoorii pasi:

- Realizarea reperului scripete in format 3D.

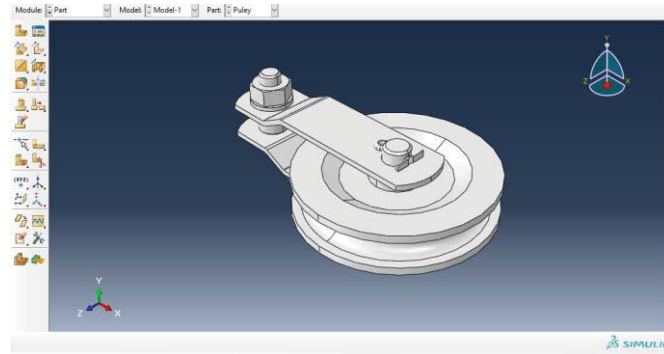


Fig 4.5 Realizare reper 3D

- Reprezentarea reperului suport prindere.
- Atribuirea materialului pentru reperul respectiv.
- Atribuirea sectiunii reperului.
- Realizarea unei instante independente piesei create.
- Crearea unui camp ce va cuprinde in laturile sale senzorii si excitatiile necesare simularii.
- Atribuirea senzorului si a excitatiei cu caracteristicile acestora.
- Atribuirea caracteristicilor de unda.
- Atribuirea campurilor de iesire ale undei.
- Atribuirea amplitudinilor pentru nodul de excitatie.
- Amplasarea nodului de excitatie pe reper.
- Mesharea reperului in forma de paralelipiped.

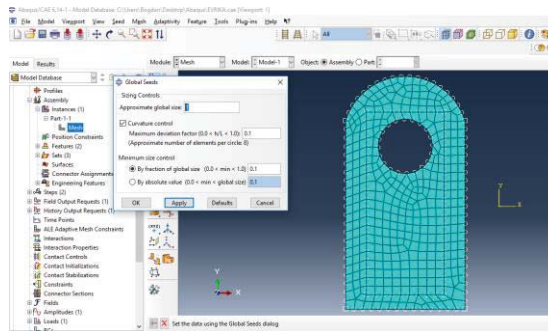


Fig 4.6 Meshare reper

- Crearea unui job, apoi analiza rezultatelor.
- In ultima instanta avem similarile realizate datorate urmarii pasilor de mai sus.
- Frecventa Wave 1E-007:

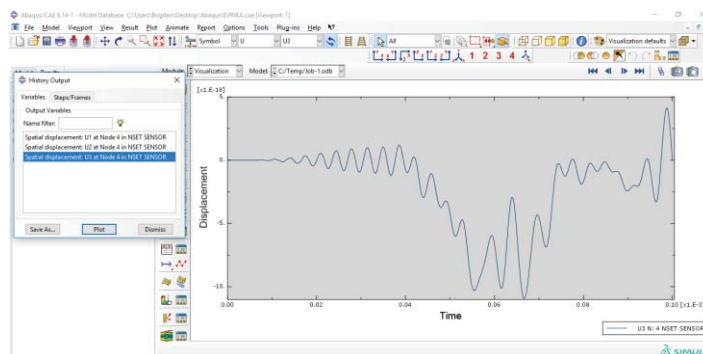


Fig 4.7 Rezultate diagrama XY

- Frecventa Wave 1E-003:

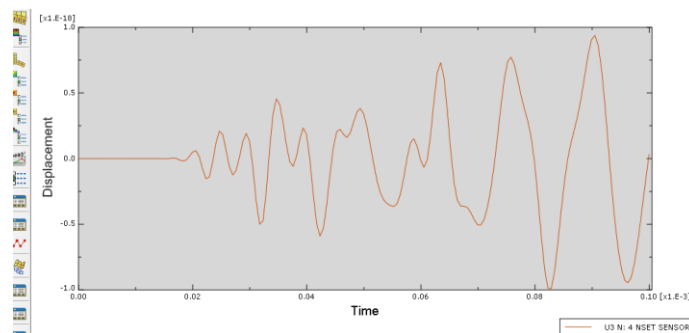
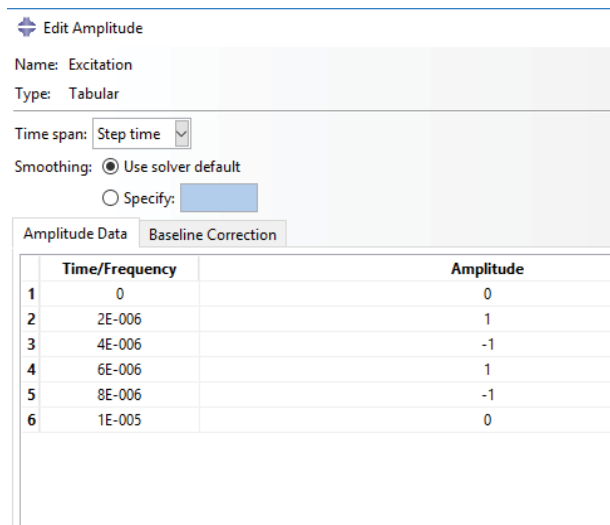


Fig 4.8 Rezultate diagrama XY

5. Concluzii

Prin intermediul acestui studiu s-a identificat pentru o piesa concreta(ureche de prindere scripete) configuratia optima de control capabila sa asigure o detectabilitate maxima a tipurilor de defecte cu probabilitatea cea mai mare de a fi prezente in piesa si a rezultat ca parametrii ideali de unda alesi dupa realizarea simularii sunt:

- Frecventa Wave 1E-007-echivalentul a 2MHz
- Amplitudini:



	Time/Frequency	Amplitude
1	0	0
2	2E-006	1
3	4E-006	-1
4	6E-006	1
5	8E-006	-1
6	1E-005	0

Fig 5.1 Amplitudini ale unde

Toate aceste caracteristici(nod,excitatie,etc) au fost aplicate pe suprafata S1 a piesei.

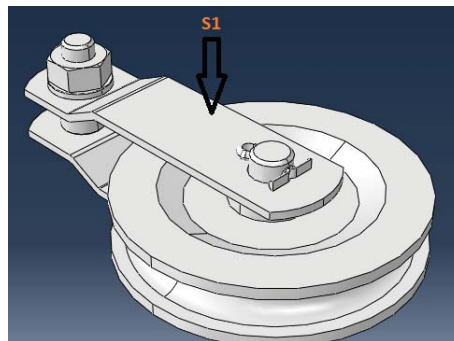


Fig 5.2 Suprafata verificata a reperului

Astfel,prin metodologia utilizata in cadrul realizarii simularii(simulare cu unda de placa) dar si prin intermediul confirmarii experimentale realizate in laborator,insa cu metoda de control US puls-ecou,s-a dovedit eficienta folosirii controlului nedistructiv prin intermediul softului ABAQUS CAE,eficienta ce conduce la rezultate fezabile.

6. Bibliografie

- [1]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Abaqus>
- [2]. <http://www.resist.pub.ro/CursuriRades/04%20M%20Rades%20-%20Analiza%20cu%20elemente%20finite.pdf>
- [3]. <https://www.scribd.com/document/331066053/Controlul-Cu-Ultrasunete>
- [4]. http://www.resist.pub.ro/Cursuri_master/MNEIS/curs5_MNEIS.pdf
- [5]. <http://www.solutiicnd.ro/blog/controlul-nedistructiv-cu-ultrasunete-ut/>

PROIECTAREA OPTIMIZATĂ A UNUI PRODUS FOLOSIND ANALIZA CU ELEMENTE FINITE

ANDRIEȘ Ana, DOBRIȚA² Ana-Maria²

²Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria și Managementul Calității, Anul de studii: IV, e-mail: anamariadobrita9@yahoo.ro

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Dan NIȚOI**

REZUMAT: Lucrarea prezintă importanța modelării și simulării în inginerie prin exemplificarea proiectării din punct de vedere structural, termic și vibratoriu a unei piese complexe de tip „corp pompă”. La ora actuală proiectarea oricărei structuri reale se bazează pe un studiu amănunțit, teoretic ce are drept scop optimizarea comportării acesteia, optimizare ce trebuie să se realizeze într-un timp foarte scurt și cu costuri cât mai mici. Realizarea modelelor reale va veni ulterior în completarea modelelor teoretice ce vor fi validate prin experimente.

CUVINTE CHEIE: ansamblu, ansys, comportare mecanică, vibratorie și termică.

1. Introducere

Software-ul Ansys este folosit pentru a proiecta produse bazate pe simulări care să testeze comportarea mecanică a unui produs, distribuția temperaturilor, distribuția vitezelor și a presiunilor într-o structură mecanică sau într-un fluid sau să studieze proprietățile câmpului electromagnetic. Software-ul Ansys dezvoltă și comercializează software de analiză a elementelor finite utilizat pentru a simula probleme de inginerie.

2. Stadiul actual

M&S este o disciplină indispensabilă pentru continuarea dezvoltării în domeniul științei și ingineriei. Aceasta este esențială pentru progresele în domeniul biomedicinii, nanomaterialelor, securității naționale, microelectronicii, științelor energetice și de mediu, materialelor avansate și dezvoltării produselor. Există dovezi ample că evoluțiile din aceste discipline noi ar putea avea un impact semnificativ în mod practic în fiecare aspect al experienței umane.

În cercetarea prin M&S apar câteva provocări foarte importante. Aceste provocări implică rezolvarea problemelor deschise asociate cu modelarea multilingvistică și multifizică, integrarea în timp real a metodelor de simulare cu sistemele de măsurare, validarea și verificarea modelelor, manipularea datelor la nivel global precum și vizualizarea acestora. În mod semnificativ, una dintre aceste provocări este educația următoarei generații de ingineri și oameni de știință în teoria și practicile din M&S.

Astăzi, domeniul simulării pe calculator se află pe pragul unei noi ere. Progresele în modelarea matematică, algoritmi computaționali, viteza computerelor, știința și tehnologia computerizării intensive a datelor au pregătit calea pentru îmbunătățiri fără precedent în materie de sănătate, securitate, productivitate și competitivitate. Pentru a realiza aceste progrese, totuși, trebuie depășite obstacolele majore științifice, inginerice, sociologice și educaționale. Progresele vor necesita evoluții semnificative în domeniul cercetării, schimbări în modul de gândire, în activitățile de cercetare și educație a instituțiilor academice precum și, schimbări în structura organizatorică a sistemului educațional. Pentru domeniile de inginerie, progresele în M&S pe calculator oferă posibilități și mai importante. Exploatarea pe deplin a noilor capacități trebuie, totuși, să aștepte cercetarea fundamentală a componentelor științifice ale modelării, simulării și computerelor, printre alte domenii. În acest sens, ne referim la combinarea acestor activități de cercetare de bază precum tehnologia științei bazată pe M&S.

Realizarea întregului potențial al M&S va necesita o revoluție a tehnologiei de simulare. Tehnologia bazată pe simulare nu este "simulare ca de obicei"; mai degrabă, cercetarea este axată pe modelarea și simularea unor complexe, interdependente sisteme ingineresti și achiziționarea de rezultate care să respecte standarde precise de precizie și fiabilitate. Într - adevăr, domeniul de aplicare al M&S include mult mai mult decât modelarea fenomenelor fizice. Ea dezvoltă noi metode, dispozitive, proceduri, procese și strategii de planificare. Nu numai că se bazează și stimulează progresele în domeniul științific de înțelegere, dar și valorifică aceste progrese, aplicându-le provocărilor din domeniul ingineriei. De exemplu, descoperirile din M&S au aplicații directe pentru optimizare, control, cuantificarea incertitudinilor, verificare și validare, luarea deciziilor și găsirea răspunsului în timp real. Pe scurt, M&S va ridica această tehnică de lucru la un nou nivel, puternic, un nivel în care se speră a se rezolva cele mai dificile probleme de modelare, proiectare inginerescă, fabricare și cercetare științifică.

ANSYS Mechanical Thermal este soluția software-cheie pentru ingineria mecanică care utilizează analiza elementelor finite (FEA). Aceasta acoperă o gamă enormă de aplicații și vine complet cu tot ce este nevoie de la pregătirea geometriei până la optimizare și toți pașii între ele. Cu Ansys Mechanical puteți modela materiale avansate, sarcini complexe de mediu și cerințe specifice industriei în domenii cum ar fi: hidrodinamica offshore și materiale compozite stratificate.

Realitatea a arătat că orice sistem real este foarte complex, acesta fiind supus simultan acțiunii câmpurilor de forțe din domeniul mecanic, acțiunii câmpurilor termice și de multe ori câmpurilor electromagnetice.

Într-un studiu minimal din domeniul mecanic trebuie luate în considerare atât forțele mecanice, cât și câmpurile termice, întrucât realitatea implică o acțiune combinată a acestora. De multe ori în problemele mecanice ar trebui luate în considerare și probleme de lucru chimic (precum oxidarea) sau probleme de abraziune (uzare) ce apar în funcționarea sistemelor. [1]

3. Descrierea produsului

3.1. Pompă cu roți dințate și debit constant

În lucrare se va urmări realizarea unui model teoretic ce dorește să simuleze comportarea mecanică, termică și vibratorie a unui ansamblu de tip „Pompă cu roți dințate”.

Rolul funcțional al ansamblului este acela de a asigura creșterea presiunii și asigurarea unui debit constant. În figura 1 este prezentat desenul ansamblului „Pompă cu roți dințate”, desen ce a fost realizat în programul SolidWorks. Desenele cu complexitate mai ridicată nu pot fi realizate direct în programul Ansys, întrucât acesta este un program de calcul ingineresc și nu unul de desenare.

În acest sens, după realizarea întregului ansamblu în programul SolidWorks, folosind comanda File/Import din programul Ansys se va realiza importarea desenului realizat cu mare ușurință. În figura 1 se prezintă desenul construit în SolidWorks ce va fi importat ulterior în Ansys.

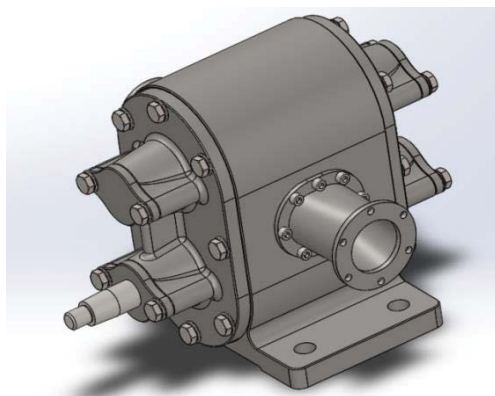


Fig. 1. Pompă cu roți dințate și debit constant

Orice analiză începe cu înțelegerea cât mai aprofundată a modului de funcționare și a rolului funcțional al sistemului studiat.

3.2. Analiză a elementului „Corp pompă”

Reperul „corp pompă” face parte din clasa corpurilor complexe, materialul din care se obține acesta este EN-GJMB-700-2, iar prelucrările mecanice ulterioare fiind găurire, frezare, alezare, rectificare. Rolul funcțional al piesei „**Corp pompă**” este acela că asigură suportul pentru toate celelalte componente ale pompei, cât și etanșeitatea împreună cu componentele următoare: capac, flanșă, arbore. Produsul „Corp pompă” face parte din echipamentul instalației hidraulice de ridicat (platforme).

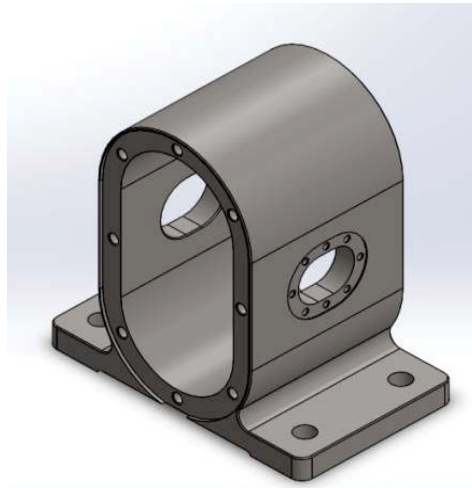


Fig. 2. Prezentarea elementului „Corp Pompă”

4. Modelarea și simularea prin metoda elementelor finite a comportării produsului „Corp pompă”

Ca urmare a rolului funcțional, analizăm studiul forțelor și cum este supus reperul de tip „corp pompă” variațiilor temperaturii și vibrațiilor.

4.1. Analiza structurală

Pentru produsul de tip „Pompă cu roți dințate” problemele importante privesc analiza stării de tensiuni și a deplasărilor în zonele unde se montează lagărele de rostogolire (rulmenții).

Zona de maxim interes este cea în care datorită asamblării cu strângere dintre carcasă și rulment și datorită forțelor ce apar în timpul funcționării se dezvoltă o stare de tensiuni importantă ce trebuie analizată în amănunt.

Astfel datele de intrare în problemă sunt:

- ✚ Presiunea exercitată de inelul exterior al rulmentului asupra carcasei studiate;
- ✚ Forțele ce acționează în timpul funcționării sistemului;
- ✚ Realizarea încăstrării în partea inferioară a carcasei.

Pentru calculul problemei mecanice am calculat în mod analitic presiunea exercitată asupra rulmentului la realizarea asamblării cu strângere care are valoarea $P=7130 \text{ N/m}^2$, forța $F_1=14000 \text{ N}$ și momentul $M=27488935 \text{ N/m}$. Aceste forțe se vor aplica pe 6 din cele 8 găuri de prindere a capacului pompei pe carcasa acesteia, capacele pompei fiind de fapt elementul intermediar între rulment și carcasa (fig. 3.).

Al doilea tip de date de intrare constă în forțele ce acționează asupra șuruburilor ce se assemblează pe capacele corpului de pompă sunt $F_2=5000$ N pe fiecare gaură de prindere a capacului pompei (M10, 80000 N fiind forța F care acționează în zona roților dințate).

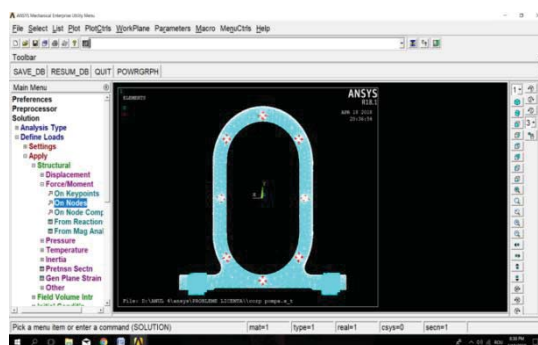


Fig. 3. Aplicarea forțelor dezvoltate în rulment prin intermediul capacelor reflectată prin șuruburile de prindere în corpul pompei

Un al doilea tip de de solicitări ce acționează asupra corpului pompei constă în forțele ce se dezvoltă la asamblarea acestuia cu cele două flanșe ce fac legatura între orificiile de admisie și de evacuare din pompă. Pentru cele două flanșe, găurile în care se assemblează șuruburile, forța calculată analitic are valoarea $F= 3000$ N pe fiecare gaură, fiind aplicată pe cele 16 găuri filetate (M6). În figura 4 se prezintă și acțiunea acestui tip de forțe asupra carcusei.

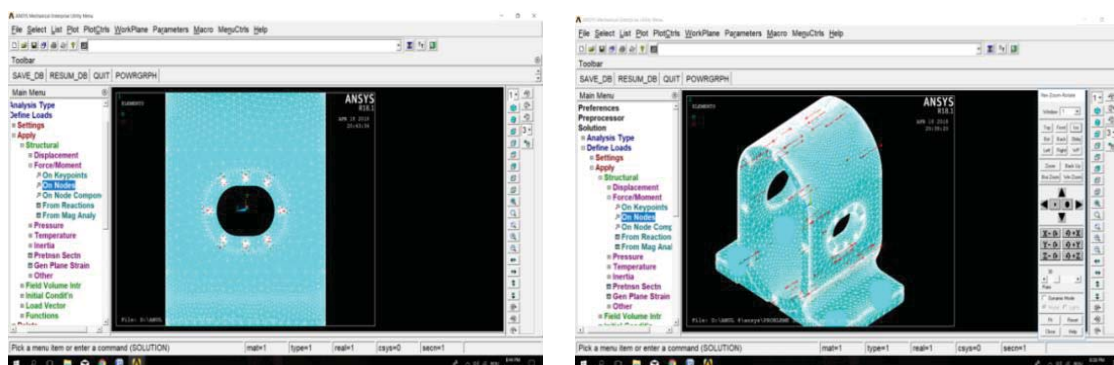


Fig. 4. Prezentarea forțelor ce acționează la asamblarea carcusei cu cele două flanșe la admisia și refularea fluidului din pompă

Întrucât orice problemă de tip structural necesită rezemarea suficientă a piesei studiate s-a considerat necesar încastrarea structurii pe cele 4 găuri din talpa corpului de pompă acolo unde de fapt ansamblul este rigidizat. În aceste zone s-a aplicat o valoare a deplasărilor pe cele 3 axe OX,OY,OZ egală cu zero. În figura 5 este prezentată etapa de selectare și mai apoi aplicare a încastrarilor în zona celor patru șuruburi de prindere a corpului pompei.

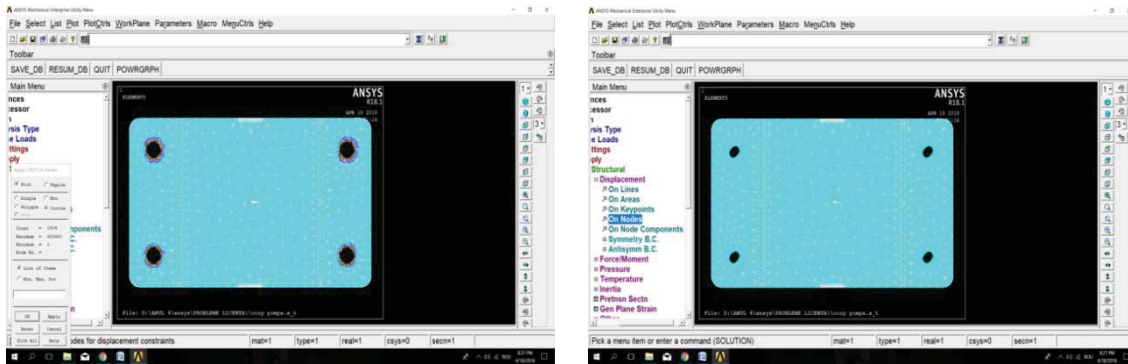


Fig. 5. Selectarea și aplicarea încăstrărilor corpului de pompă

În rezumat, în figura 6 sunt prezentate toate datele de intrare în problemă ce constau în definirea încăstrărilor și a forțelor ce se manifestă în mod direct sau indirect asupra corpului de pompă.

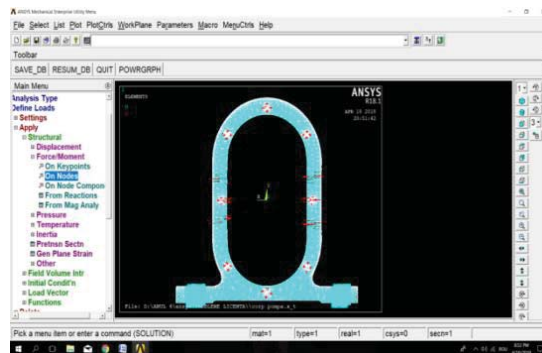


Fig. 6. Prezentarea datelor de intrare în problemă – forțele și încăstrările ce se manifestă asupra corpului de pompă

Ca urmare a rezolvării problemei ce se bazează pe datele de intrare prezentate anterior, folosind modulul "Solve", programul calculează soluțiile problemei. Cele mai importante dintre acestea constau în determinarea deplasărilor și a tensiunilor ce apar în interiorul carcasei. În figura 7 a,b,c se prezintă deplasările raportate la axa OX, OY și OZ. În figura 8 se prezintă suma deformațiilor carcasei.

După cum se poate observa, aceasta este $USUM = 0,35$ mm, valoare destul de importantă în condițiile în care funcționarea unei pompe asamblările sunt de obicei de ordinul sutimilor de milimetru. În modul, valoarea este relativ importantă, de ordinul zecimilor de milimetru, necesitând astfel o analiză amănunțită a valorilor deplasărilor în zonele de interes și anume în zona îmbinărilor prin flanșe și în zona asamblării prin șuruburi cu capacele pompei în care se vor monta rulmenții. Cunoașterea rolului funcțional al pompei este astfel foarte importantă, de aceasta depinzând interpretarea valorilor calculate.

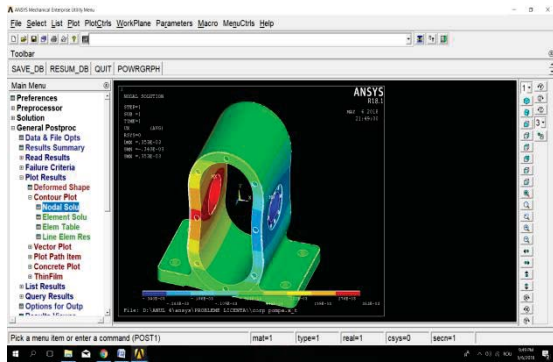


Fig. 7a. Deformația pe axa X (UX=0,35mm)

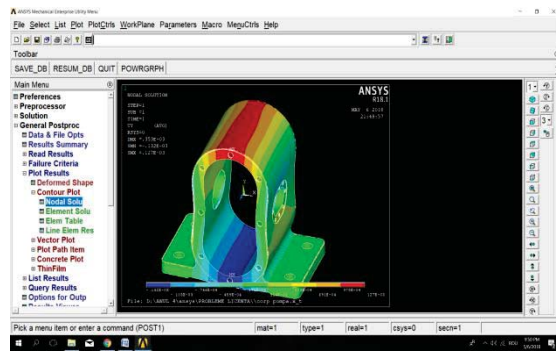


Fig. 7b. Deformația pe axa Y (UY=0,12mm)

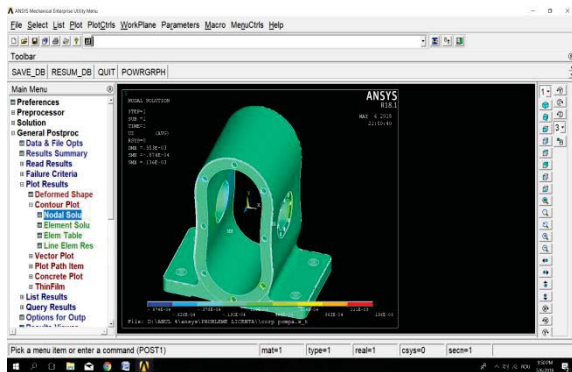


Fig. 7c. Deformația pe axa Z (UZ=0,13mm)

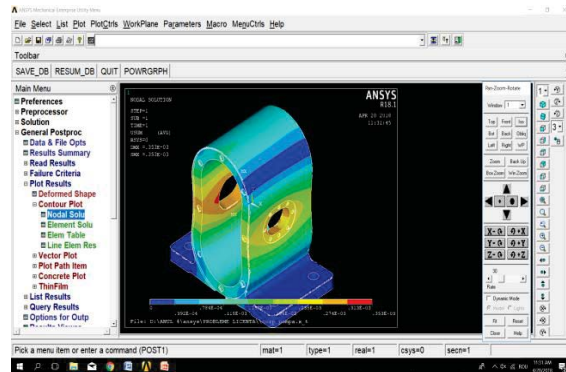


Fig. 8. Suma deformațiilor pe cele 3 axe X,Y,Z (USUM=0,35mm)

4.1. Analiza termică

Pentru produsul de tip „Pompă cu roți dințate” problemele importante privesc analiza variației de temperatură în zonele unde se montează lagărele de rostogolire (rulmenții). Zona de maxim interes este cea în care datorită asamblării cu strângere dintre carcasă și rulment și datorită temperaturii ce apare în timpul funcționării se dezvoltă o temperatură importantă ce trebuie analizată cu atenție.

Astfel datele de intrare în problemă sunt:

- ✚ Temperatura exercitată de inelul exterior al rulmentului asupra carcasei studiate;
- ✚ Temperatura mediului ambiant

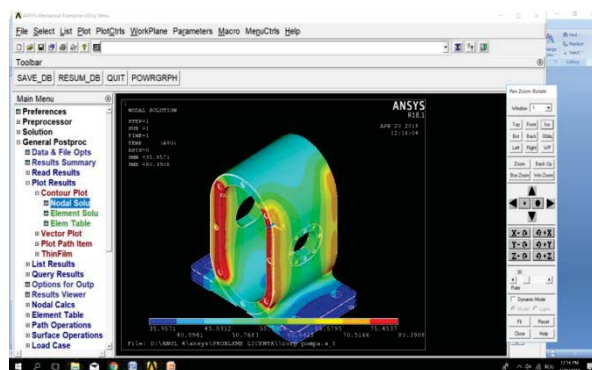


Fig. 9. Variația temperaturii în zona rulmenților

Datorită temperaturilor înalte pe o perioadă de timp îndelungată, cuplul șurub – piuliță se poate suda și de aceea principalul nostru obiectiv este să evităm acest lucru prin faptul că după 5-10 ore de funcționare, instalația se oprește și se verifică. Temperatura în zona rulmenților va fi de maxim 50° C peste temperatura ambientală și nu va depăși 80° C, iar ansamblul se controlează cel puțin săptămânal.

4.2. Analiza modurilor de vibrație

Pentru produsul „Pompă cu roți dinate” problemele vibratorii privesc determinarea frecvențelor și a nodurilor proprii de vibrație ce se poate realiza prin intermediul analizei modale. Frecvențele naturale și modurile de vibrație sunt parametri foarte importanți pentru faza de proiectare deoarece furnizează informații despre comportarea în regim dinamic a structurilor analizate.

Analiza modală în cadrul programului ANSYS este o analiză ce privește modurile de vibrație libere a unei structuri, nesupusă nici unei constrângeri.

Soluția modală se obține în urma unei analize modale care constă în parcurgerea următoarelor etape:

1. Construcția modelului;
2. Aplicarea încărcărilor și obținerea soluției prin analiza structurală;
3. Expandarea modurilor;
4. Vizualizarea rezultatelor.

Ca urmare a realizării analizei modale, programul oferă o serie de frecvențe de vibrații, dintre care se vor selecta primele dintre acestea. Această selecție este absolut necesară întrucât nu toate modurile de vibrație se pot realiza și în mod real, programul calculând din punct de vedere matematic multe moduri de vibrație.

În mod practic, prin cunoașterea modurilor de vibrație libere se poate încerca evitarea funcționării sistemului în zonele de frecvență calculate astfel încât să se evite producerea fenomenului de rezonanță ce poate conduce în mod foarte sigur la creșterea amplitudinilor de vibrație până la distrugerea sistemului. În figura 15 se prezintă modul de vibrație la frecvența $f = 477$ Hz, mod de vibrație foarte simplu. În figura 16 se prezintă modul de vibrație la frecvența $f = 743$ Hz mod de vibrație foarte posibil datorită simplității acestuia. În figura 17 se prezintă cel de al treilea mod de vibrație, la frecvența $f = 1243$ Hz, frecvență destul de ridicată și mai puțin posibil a se realiza. Un mod de vibrație mai puțin posibil este cel ce se produce la frecvența $f = 4104$ Hz puțin probabil a se produce aceasta rezultând și din observarea modificărilor dimensionale ale carcasei.

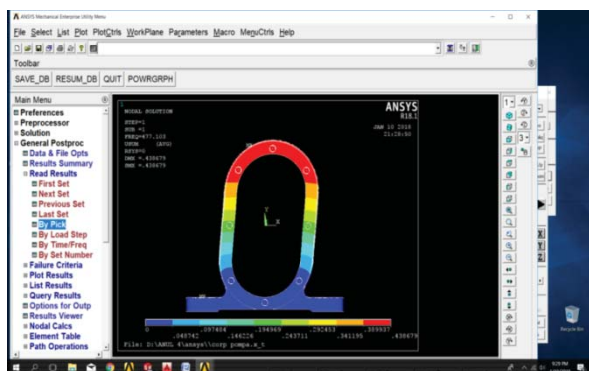


Fig. 10. Modul de vibrare pe axa X la 477.10 Hz al reperului „Corp Pompă”

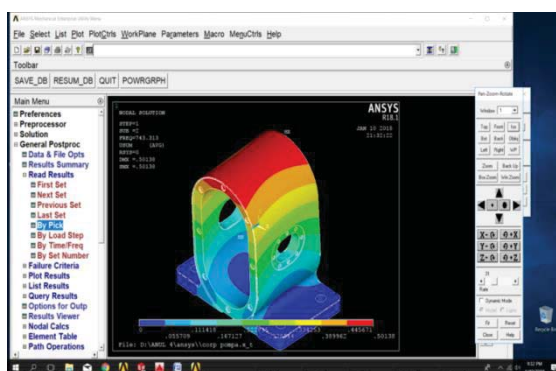


Fig. 11. Modul de vibrare pe axa Z la 743.31 Hz al reperului „Corp Pompă”

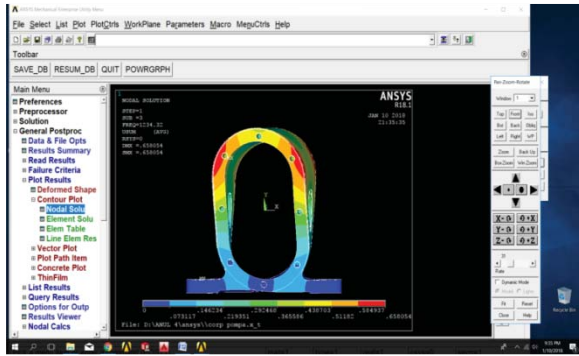


Fig. 12. Modul de vibrare pe axa X la 1234.3 Hz al reperului „Corp Pompă”

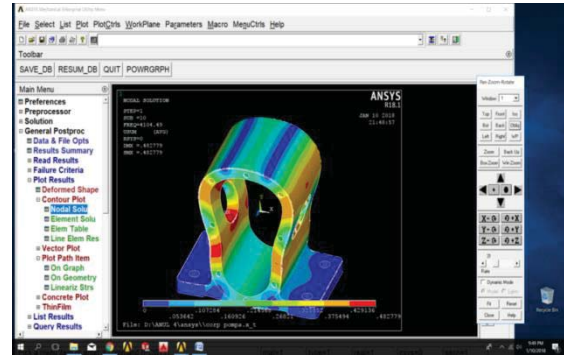


Fig. 13. Modul de vibrare pe axa X la 4104.5 Hz al reperului „Corp Pompă”

5. Concluzii

În cadrul acestei lucrări s-au prezentat rezultatele analizei structurale, analiza variației temperaturii, analiza modală a unui reper care echează pompele cu roți dințate, cu scopul determinării stării de tensiuni și a deplasărilor în zonele unde se montează lagărele de rostogolire (rulmenții), variației de temperatură în zonele unde se montează lagărele de rostogolire (rulmenții), determinării frecvențelor și modurilor proprii de vibrație. Toate aceste analize acoperă aproape toate problemele ce apar în funcționarea unui produs de tipul „Pompă de apă”. Prin analizarea tuturor acestor probleme se poate realiza o optimizare a formei geometrice a produsului și mai apoi se pot prescrie condițiile optime de funcționare pentru obținerea unei durate de viață cât mai mare a produsului.

6. Bibliografie

- [1] Nitoi Dan Florin, Introducere in modelare si simulare, Editura Bren, 2018
- [2] Nitoi Dan Florin, Amza Gheorghe, Modelarea si simularea in stiintele tehnice si stomatologice, Editura Agir, 2012
- [3] Amza Gheorghe, Radu Constantin, Nitoi Dan, Tehnologia materialelor si produselor, Editura Printech, 2014
- [4]. Internet: <http://www.rasfoiesc.com/inginerie/tehnica-mecanica/METODE-DE-ELEMENT-FINIT-PENTRU26.php>

COMUNICAREA ÎN MANAGEMENTUL PROIECTELOR

MINEA Silvia-Raluca, RANCIU Cosmin-Ionuț și TREPĂDUȘ Maria-Cristina

Facultatea:IMST, Specializarea:IMC, Anul de studii:IV, e-mail:trepadus.cristina@yahoo.com

Conducători științifici: Prof.dr.ing. Gabriel-Marius DUMITRU și S.I.dr.ing. Bogdan Dumitru

REZUMAT: Prezenta lucrare propune o exemplificare a comunicării în cadrul echipelor de proiect. În acest scop au fost definite mai multe noțiuni elementare pentru aprofundarea subiectului. Lucrarea propune ca și exemplu un proiect aplicabil în cadrul facultății.

CUVINTE CHEIE: Comunicare, Management, Manager, Proiect

1. Introducere

Scopul lucrării este de a evidenția anumite noțiuni des întâlnite în managementul de proiect și totodată de a le aplica în cadrul unui studiu de caz realizat. Pe parcursul lucrării s-a ținut cont de importanța comunicării în cadrul unei echipe, cu atât mai mult în cadrul unei de proiect.

Motivația alegerii temei vine de la dorința de a cunoaște și aplica tehnici și metode cu rezultate remarcabile pe termen lung, deși inițial implică mai multă muncă și cercetare. Lucrarea atinge următoarele puncte:

- Definiții asociate domeniului
- Despre comunicare – a asculta și a vorbi
- Etapele managementului de proiect
- Studiu de caz

2. Stadiul actual

În prezent, standardul care reglementează activitățile referitoare la managementul de proiect este ISO 21500:2014-Linii directoare pentru managementul de proiect.

Acest standard internațional oferă îndrumări pentru managementul proiectelor și poate fi folosit de orice tip de organizație, incluzând organizații publice, private sau comunitare, precum și pentru orice tip de proiect, indiferent de complexitate, dimensiune sau durată.

Standardul oferă îndrumări cu privire la conceptele și procesele importante ale managementului proiectelor, care au impact asupra execuției proiectelor.

3. Management de proiect. Definiții

- Ce sunt proiectele? Ce este managementul de proiect?

Managementul de proiect este o metodologie formală anume elaborată pentru gestionarea proiectelor. Într-o gamă foarte diversă de întreprinderi economice se poate utiliza cu folos managementul de proiect, fie că e vorba de construirea unei nave, de construirea unei case, de dezvoltarea unui sistem informatic, de proiectarea conceptuală, realizarea și lansarea pe piață a unui nou produs sau de derularea unei inițiative de reducere a costurilor. Tipurile de aptitudini necesare pentru îndeplinirea fiecăreia dintre aceste activități variază imens, dar toate pot fi materializate prin intermediul unui proiect și gestionate cu

abordarea de management de proiect. Toate îndeplinesc criteriul de a avea un rezultat final clar și care sa poată fi definit- sau o consecință palpabilă.

În esență, un proiect este un mod de a lucra, un mod de a-i organiza pe oameni și un mod de a gestiona activități. Este o manieră de organizare și coordonare a muncii. Ceea ce îl deosebește de alte genuri de management este faptul că se concentrează în totalitate pe un anumit rezultat final și că, în momentul în care se realizează acest rezultat, proiectul încetează să mai fie necesar și i se pune capăt.

Un proiect începe într-un moment dat din timp și i se consideră terminat atunci când rezultatul final este complet realizat. De regulă, vor exista resurse limitate, cel mai adesea sub formă de bani și efort uman, pentru livrarea rezultatului final. Deși există unele elemente comune în toate proiectele, oricât de mult s-ar deosebi între ele, fiecare proiect este unicat, cu un set specific de activități care nu se mai repetă identic.

Instrumentele, tehnicile și procesele specifice managementului de proiect pot fi extrem de eficiente ca mijloace pentru a se obține un rezultat dorit- sau, în limbajul pe care îl folosesc managerii de proiect, ca mijloace de „livrare”.

➤ Ce înseamnă „Manager de proiect”?

Un manager de proiect este o persoană care deține responsabilitatea pentru livrarea tuturor componentelor unui proiect, fie ca atribuție profesională în cadrul unui post cu normă întreagă, fie ca sarcină de îndeplinit într-o situație dată. Munca pe care o face un manager de proiect variază într-adevăr de la un proiect la altul, dar, în esență, managerul deține responsabilitatea pentru:

- definirea sferei de cuprindere a activității din cadrul proiectului;
- planificarea activității și determinarea necesarului de resurse;
- organizarea alocării resurselor;
- gestionarea ducerii la îndeplinire a lucrărilor necesare;
- soluționarea oricăror eventuale probleme sau dificultăți.

Munca unui manager de proiect se desfășoară în conformitate cu principiile unei abordări de management de proiect, în plus un manager de proiect trebuie să pună în aplicare un set de aptitudini pentru comunicare și relații interumane.

➤ Pentru cine sunt proiectele?

Orice proiect se execută pentru cineva, care poate fi o persoană individuală sau un grup de oameni. Aceștia sunt clienții. La prima vedere, ar putea părea o noțiune foarte simplă și, teoretic, chiar este. Relația dintre un manager de proiect și clientul său trebuie să fie una clară și explicită- deși, în practică, ea poate fi echivocă și înțesată de intrigă și manipulare, în variate grade de intensitate.

Clientul are următoarele caracteristici:

- Impune în mod legitim cerințe referitoare la proiect;
- Beneficiază de foloasele pe care le aduce proiectul, odată terminat;
- Deține în mod oficial un rol în aprecierea reușitei proiectului, odată ce acesta este terminat.

Pentru managerul de proiect este esențial să înțeleagă că:

- Clientul are exigențe care trebuie să fie bine cunoscute, dat fiind că acestea constituie baza de referință pentru rezultatele materializate ale proiectului;
- În numeroase cazuri, există mai mulți clienți, nu doar unul singur;
- Între clienți diferiți sau grupuri diferite de clienți pot exista deosebiri (uneori chiar conflictuale), la nivelul cerințelor și al criteriilor de apreciere a succesului;
- Proiectul trebuie să aibă un set de comun de cerințe, documentate și convenite împreună cu clientul sau clienții, precizându-se care dintre ele trebuie luate în considerare și care pot fi ignorate.

Pentru majoritatea proiectelor, clientul poate fi clasificat în mai multe categorii, fiecare având un interes în derularea proiectului. Cele mai des întâlnite categorii sunt:

- Sponsorul sau titularul proiectului;
- Finanțatorul;
- Beneficiarul;
- Utilizatorul final;
- Clientul final;
- Persoanele cointeresate (care, în fapt, se referă la un grup mai cuprinzător decât cel al clienților).

Succesul proiectului

Fiecare proiect va avea un set de elemente care pot fi utilizate pentru evaluarea succesului. Acestea pot fi explicitate formal, ca factori critici pentru reușita proiectului, sau pot fi pur și simplu tacit înțelese între managerul de proiect și acea cineva care dirijează sau sponsorizează proiectul. De fapt și de drept, una dintre primele îndatoriri și aptitudini esențiale ale unui bun manager de proiect care administrează un proiect bine administrat este aceea de a face să existe claritate în privința factorilor expliciți ai succesului și de a-i aduce treptat la lumină pe cei implicați. În cadrul unor proiecte, rezultatele vor fi sub forma unui simplu set de elemente materiale, dar alte proiecte pot avea un set foarte complex de factori independenți. În unele cazuri, aceștia pot fi chiar contradictorii, obligându-l pe manager să jongleze permanent cu gradele de prioritate și importanță ale fiecăruia.

Cu excepția cazului în care vorbim despre un proiect foarte simplu sau foarte precis definit, măsura absolută a succesului poate fi greu de stabilit. Totuși, în termeni elementari, toate tipurile de criterii pentru aprecierea succesului se reduc la următoarele 3 categorii de înalt nivel:

- **Predarea livrabilelor (a rezultatelor concrete propuse)**- această condiție poate părea orbitor de evidentă și, pentru multe proiecte, mai ales cele lipsite de complexitate, succesul se reduce pur și simplu la îndeplinirea obiectivelor concrete planificate în stadiul inițial al lucrărilor.
- **Obținerea beneficiilor asociate proiectului** – în mod normal, persoana sau organizația care a inițiat proiectul a dorit livrabilele datorită faptului că acestea îi conferă anumite beneficii utile.
- **Satisfacția clientului** – aceasta este a treia categorie de indicatori ai succesului, asociată cu livrabilele și cu beneficiile, dar nu sinonimă cu ele. Fiecare proiect are un client, sub o formă sau alta. Acesta poate fi, pur și simplu, persoana care solicită sau plătește executarea proiectului. Dar la fel de bine poate fi vorba de o multitudine de persoane, cu un ansamblu complex de relații. A înțelege cine sunt diversele grupuri de persoane cointeresate într-un proiect constituie o aptitudine profesională, pe care managerii de proiect trebuie să o dobândească, iar gradul de succes va depinde de măsura în care acești oameni se declară mulțumiți de rezultatele finale ale proiectului. Unii manageri de proiect vor avea obiecții față de această ultimă categorie a indicatorilor succesului, pe motiv că doar rareori se vede stipulată ca o cerință explicită a proiectului și că, la urma urmei, poate fi foarte bine considerată ca un efect final direct al reușitei în a îi oferi clientului livrarea obiectivelor solicitate de la bun început și realizarea beneficiilor economice ulterioare. Un alt motiv pentru care satisfacția clientului se vede dată la o parte ar fi și faptul că, adeseori, este o dimensiune imaterială și dificil de măsurat.

4. Despre comunicare – a asculta și a vorbi

Este important să reflectați la comunicațiile pe care vreți să le faceți, planificarea și punerea în practică având nevoie de multă atenție, deliberare și efecte. Comunicațiile trebuie să se bazeze pe o bună cunoaștere a clientului, care să nu se rezume doar la cerințele specificate și la transmiterea raportărilor periodice. Comunicațiile cu echipa de proiect nu trebuie să se limiteze la discuții despre planul de activitate și la actualizări sporadice.

➤ **Auditoriul- pe cine trebuie sa ascultați și să vă faceți ascultat**

Se face o analiză despre persoanele cu care este necesară comunicarea- categoriile de interlocutori. Toți managerii de proiect au o serie de persoane cu care trebuie să stea de vorbă în mod regulat, atât la un nivel formal, cât și la unul informal. Acest auditoriu poate fi împărțit în trei mari categorii generale:

1. Oamenii direct implicați în proiect- se face referire la echipa de proiect, dar și la furnizori precum și alți terți responsabili pentru execuția proiectului și care desfășoară activități conexe.
2. Clienții proiectului- persoana sau grupul de persoane pentru care se realizează un proiect.
3. Alte persoane cointeresate- un grup diversificat, unde se pot încadra orice alte persoane asupra cărora proiectul exercită un impact sau care pot să exercite un impact asupra rezultatului final al proiectului.

Echipa de proiect

Principalele comunicații pe care le va efectua managerul de proiect în mod curent vor fi cele cu echipa de proiect. În tot ceea ce privește echipa de proiect, managerul proiectului este evident că trebuie să comunice cu membrii echipei, pentru a le arăta ce trebuie făcut și pentru a le dirija munca. În plus, managerul de proiect trebuie:

- Să explice și să actualizeze în permanență informațiile privind planul și conținutul, pe măsură ce acestea se modifică în cursul desfășurării proiectului;
- Să asigure instrucțiuni precise, referitoare la sarcinile ce urmează să fie îndeplinite de fiecare membru al echipei;
- Să-i motiveze pe membrii echipei în a-și executa îndatoririle de muncă de o manieră eficace și eficientă;
- Să fie la curent cu progresele fiecărui membru al echipei, în raport cu planul;
- Să sprijine echipa în efortul de a păstra ritmul de înaintare;
- Să înțeleagă probleme și riscurile, pe măsura apariției lor;
- Să cunoască bine echipa și dinamica relațiilor interpersonale, astfel încât orice eventuală intervenție managerială să poată fi planificată și implementată.
- Să-i asculte pe membrii echipei, căci aceștia sunt adeseori o sursă de informații critice, idei bune și sugestii.

Pentru a putea face toate aceste lucruri, managerul de proiect trebuie să învețe cum să deosebească informațiile relevante din punctul de vedere al echipei de proiect și care este cea mai bună abordare, în comunicarea cu membrii echipei.

Managerii de proiect chiar au nevoie să dialogheze cu membrii relevanți ai comunității clienților, adică să le vorbească și să-i asculte în mod regulat. Clientul relevant pentru o anumită situație nu va fi întotdeauna același, deci se impune o analiză a categoriilor de clienți din fiecare caz.

Managerii de proiect chiar au nevoie să dialogheze cu membrii relevanți ai comunității clienților, adică să le vorbească și să îi asculte în mod regulat. Clientul relevant pentru o anumită situație nu va fi întotdeauna același, deci managerii vor trebui să oși facă timp și să analizeze care dintre categoriile de clienți se potrivește în fiecare caz.

Prin urmare, la modul general vorbind, managerul de proiect trebuie:

- **Să-i identifice pe clienți, împărțiți pe categorii** -având în vedere lista prezentată anterior, se poate concluziona că împărțirea clienților pe categorii nu este atât de simplă. Pentru fiecare proiect, managerul de proiect trebuie să revadă definițiile de mai sus și să se asigure că știe precis cât de important este fiecare grup de clienți, din perspectiva reușitei proiectului.
- **Să identifice și să ierarhizeze capacitatea de influență critică și importanța fiecărui tip de client** -unii clienți sunt mai importanți decât alții, iar managerul de proiect are la dispoziție un timp limitat, care nu îi va permite să comunice la fel de exhaustiv cu toată lumea. Acest lucru nu

este o scuză pentru un management neglijent al relațiilor cu clienșii, dar în cea mai mare parte a timpului este necesară o selecție a acestora.

5. Etapele managementului de proiect

Etapele unui proiect sunt:

- conceperea proiectului;
- planificarea proiectului;
- implementarea proiectului;
- evaluarea/controlul și revizuirea proiectului.

Etapele de planificare, execuție și control fac parte din ciclul de viață al proiectului.

A. În etapa de concepere a proiectului, managerul, membrii echipei de proiect și toți ceilalți stakeholderii se întâlnesc pentru a confirma faptul că realizarea unui astfel de proiect va rezolva o problemă existentă care a fost identificată punând bazele procesului de planificare. Activitățile care vor fi realizate în această fază vor fi:

- identificarea problemei;
- analiza problemei;
- identificarea soluțiilor posibile de rezolvare a problemei;
- selectarea celei mai bune soluții;
- definirea scopului și a obiectivelor proiectului;
- definirea intereselor stakeholderilor;
- alegerea membrilor echipei de proiect;
- o analiza preliminară cost/beneficiu.

B. Planificarea cea mai importantă etapă a proiectului reprezentând începutul ciclului de viață pentru proiectul respectiv. Succesul unui proiect rezultă dintr-o planificare, o bună execuție și un control eficient. Planificarea este etapa proiectului în care se vor găsi modalitățile prin care cerințele specificate de beneficiar să poată fi puse în practică. Activitățile care se vor realiza sunt:

- detalierea scopului;
- prezentarea jaloanelor (milestones = finalitatea unor activități dintr-o anumită categorie bine definită);
- definirea activităților și descrierea secvenței lor de derulare;
- identificarea resurselor financiare, materiale și umane necesare;
- dezvoltarea unui grafic de timp (timetable);
- stabilirea ipotezelor de lucru și realizarea unor studii de fezabilitate (financiar, socio-economic).

Împărțirea proiectului în diverse sarcini de realizat este necesară din mai multe motive:

- proiectul apare ca o înșiruire logică de activități care ajută la determinarea graficului optim de timp;
- activitățile vor fi mai ușor de controlat și evaluat;
- se determină ușor necesarul de personal și calificările acestuia în raport cu ceea ce este necesar în cadrul proiectului;

În această etapă, se realizează analiza SWOT pentru beneficiar – solicitant, relevând condițiile mediului intern și a celui extern.

C. Implementarea proiectului va cuprinde activități ca monitorizare, managementul riscurilor din cadrul proiectului, finalizarea proiectului.

D. În etapa de evaluare a proiectului, va fi concepută strategia de evaluare, relevându-se modalitățile de evaluare, durata și persoanele care vor efectua această evaluare.

6. Studiu de caz

A. Pentru exemplificarea celor menționate anterior, se vor parcurge toate etapele derulate de către un manager cu scopul realizării proiectului unei aplicații actualizate în timp real cu disponibilitatea sălilor din facultate.

- Identificarea problemei

Decizia demarării proiectului a luat naștere din dorința de eficientizare a spațiului de lucru/studiu. Pe parcursul timpului s-a constatat dificultatea în a găsi rapid o sală adecvată disponibilă pentru diverse activități curriculare și extra-curriculare.

Tabelul 1. Identificarea problemei

Eficientizarea spațiului de lucru			
STRENGTHS	WEAKNESSES	OPPORTUNITIES	THREATS
- existența unor spații numeroase și vaste; - dorința de dezvoltare și îmbunătățire;	- folosire neadecvată a spațiului de lucru; - tehnologie învechită; - perioade de timp mari pentru găsirea unei săli disponibile;	- alinierea cu universități din spațiul european; - atragerea unui număr mai mare de studenți; - modernizare/ automatizare/ optimizare;	- costul de implementare al proiectului; - posibilitatea de eșec;

- Analiza problemei

Se presupune că alegerea fiecărei săli se face în funcție de numărul de persoane prezente, de necesitatea unor anumite dotări (videoprojector, smartboard etc). Luând în considerare aceste două aspecte importante se consideră fezabilă implementarea unui astfel de proiect.

- Identificarea soluțiilor posibile de rezolvare a problemei

Ca posibile soluționări ale problematicii studiate se identifică următoarele posibilități:

Centru de informații electronic

Amplasarea într-un spațiu ușor accesibil al unui centru de informații electronic care să poată oferi indicații referitoare la disponibilitatea sălilor, amplasarea acestora în campus și modul de a ajunge acolo.

Avantaje

- Investiție minimă (se achiziționează un singur aparat situat la intrarea principală în facultate);
- Timp de funcționare îndelungat;
- Interfață intuitivă;

Dezavantaje

- Nu poate fi de folos cu privire la încuierea/descuierea sălilor;
- Nu se pot rezerva săli;
- Are rol orientativ, nu eficientizează alocarea sălilor;
- Se poate bloca (este necesară contactarea firmei de mentenanță și programarea unei reparații);
- Este dependent de alimentarea cu electricitate.

Aplicație pentru smart phone-uri

O aplicație care poate fi descărcată în mod gratuit de către toți studenții facultății (folosind un user name și o parolă). Această aplicație indică disponibilitatea sălilor în timp real iar acestea pot fi schimbate în funcție de numărul de studenți prezenți. Astfel, spațiul este folosit într-un mod practic, fără să existe săli cu 50 de locuri și 30 de studenți sau invers.

Avantaje

- O mai bună utilizare a spațiului de lucru;
- Utilizare rapidă;

- Atractivă în rândul studenților;
- Caracteristici de GPS cu comenzi vocale care pot ajuta studenții să identifice cu ușurință sala pe care o caută;
- Nu depinde de alimentarea cu energie electrică;

Dezavantaje

- Există posibilitatea ca aplicația să se blocheze dacă fluxul de utilizatori este prea mare;
- Depinde de conexiunea la internet și de performanțele telefonului;

Responsabil cu managementul sălilor din facultate

O persoană desemnată să managerieze accesul în sălile de curs/seminar în funcție de numărul persoanelor prezente.

Avantaje

- Plata se face eșalonat;

Dezavantaje

- Subiectivitate;
- Aptitudini limitate de a ține cont de mai mulți factori în același timp;
- Starea de spirit;
- Selectarea celei mai bune soluții

Având în vedere dezvoltarea exponențială a tehnologiei și a societății se optează pentru varianta implementării unei aplicații pentru smart phone-uri.

- Definirea scopului și a obiectivelor proiectului

Așa cum este menționat anterior, scopul acestui proiect este de a aloca săli într-un mod personalizat în funcție de activitățile desfășurate și numărul de persoane participante.

Obiective

- Timp minim de răspuns;
- Eliminarea feedback-ului negativ din partea profesorilor/studenților;
- Spații adecvate pentru a facilita programele de studiu;

- Definirea intereselor stakeholderilor

În situația dată se pot considera stakeholderi studenții care vor beneficia de rezultatul proiectului. Interesele acestora sunt de a minimiza timpul petrecut căutării unei săli și alinierea cu alte universități de profil.

- Alegerea membrilor echipei de proiect

Alegerea membrilor echipei de proiect este o etapă foarte importantă. Având în vedere faptul că rezultatul este destinat și studenților este necesar ca în echipa de proiect să fie prezent și un membru al consiliului acestora care să le poată reprezenta interesele. De asemenea din echipa de proiect trebuie să facă parte și un membru al conducerii, un membru al departamentului financiar-economic, un reprezentat al profesorilor.

- Analiză preliminară cost-beneficiu

În urma întrunirii unei echipe specializate în domeniul socio-economic s-a stabilit ca proiectul, deși cu investiții inițiale destul de mari aduce beneficii majore în cadrul facultății.

Rezultatele acestei investiții sunt profitabile pe termen lung deoarece este o modificare în pas cu tehnologia și nu necesită mentenanță costisitoare.

B. Planificarea proiectului

În primul rând proiectul trebuie să aibă un inițiator, denumit ulterior manager de proiect, fiind nevoie să se clarifice o serie de aspecte dintre care: sponsorii, mandatul, scopul, obiectivele, durata, controlul, finanțarea și beneficiul proiectului.

7. Concluzii

În urma aspectelor prezentate anterior, concluzionăm că managementul de proiect prezintă un rol deosebit de important atunci când avem în vedere un proiect de anvergură deoarece în funcție de structurarea și alocarea de resurse/responsabilități duce la încheierea proiectului cu sau fără succes. De asemenea, pentru reușita unui proiect trebuie avută în vedere și comunicarea în cadrul echipei care are o influență deosebită în modul de desfășurare al lucrurilor.

Avantaje ale utilizării managementului de proiect se regăsesc detaliate în sfera descrisă mai jos:

- criteriu riguros asupra utilizării resurselor;
- relații mai apropiate cu clienții;
- costuri mai mici, calitate mai mare;
- motivare mai bună a salariaților;
- orientare spre rezultate.

8. Bibliografie

- [1]. Autor, Richard Newton (2005), *Managerul de proiect-Măiestrie în livrarea proiectelor*, Editură, CODECS Oraș, București ISBN (10) 973-8060-84-2.
- [2]. <https://standardizare.wordpress.com/2014/11/17/sr-iso-215002014-2/>
- [3]. <http://www.rasfoiesc.com/business/management/MANAGEMENTUL-PROIECTELOR59.php>

DOCUMENTAREA SISTEMULUI DE MANAGEMENT AL CALITATII

STANCIU Florin, GHEORGHISOR Valentina Gabriela,
POPIAN Maria Alexandra și MANOLESCU Petre Cristian
Facultatea: IMST, Specializarea: IMC, Anul de studii: III, e-mail: florin.stanciu@doosan.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Irina SEVERIN**

REZUMAT: În urma reclamației unui client, măsurătorile efectuate și înregistrate în raportul dimensional final al unui rotor de turbină, în privința condițiilor de bătaie radială totală și cilindricitate, nu au fost conform cu cele raportate inițial. Obiectivul lucrării este acela de a detalia modul de analiză și soluționare a problemei. Pentru a se asigura sustenabilitatea soluționării, s-au redactat proceduri de lucru specifice.

CUVINTE CHEIE: Reclamație, instrucțiune de lucru, rotori, bătaie radială totală.

1. Introducere

Pentru obținerea unui Rotor de Turbina, piesa semifabricat trece prin mai multe stadii de fabricație, după cum urmează:

- Forjarea – care aduce lingoul în forma brută a piesei finite
- Efectuarea de tratamente termice de calitate, (călire, revenire, termostabilizare), care asigură proprietăți mecanice și o lungă durabilitate acestui tip de produs.
- Prelucrarea, care include mai multe stadii:
 - Degroșare;
 - Semifinisare
 - Finisare (frezare, amborare/centruire, carotare pentru extragerea probelor la care se efectuează încercări mecanice distructive și strunjire)

Acest tip de piesă se livrează în stadiul de semifinisare, conform desenului de execuție iar prelucrarea finală se execută la client.

Desenul de semifinisare conține condiții geometrice stricte pentru realizarea bazelor de referință folosite la centrarea pe mașina unealtă și prelucrarea finală. Aceste condiții sunt :

- Circularitate \bigcirc
- Cilindricitate \bigcirc
- Bătaie Radială \diagup
- Bătaie Radială Totală \diagup , pentru bazele de referință.

În figurile 1...3 se prezintă exemple de desene de execuție / Baze de referință.

2. Investigarea problemei

În urma unei reclamații venite de la unul dintre clienții firmei, s-a constatat că modul de verificare și înregistrare al condițiilor geometrice pentru bazele de referință nu era efectuat într-un mod eficient, problemele descoperite fiind:

- a) Înregistrările rezultatelor preliminare obținute nu se păstrau în arhiva biroului de control mai mult de aproximativ două luni, fiind indisponibile pentru investigații;
- b) Raportul dimensional transmis la client, în care se regăsesc valorile obținute la măsuratori, conține date incomplete sau eronate;

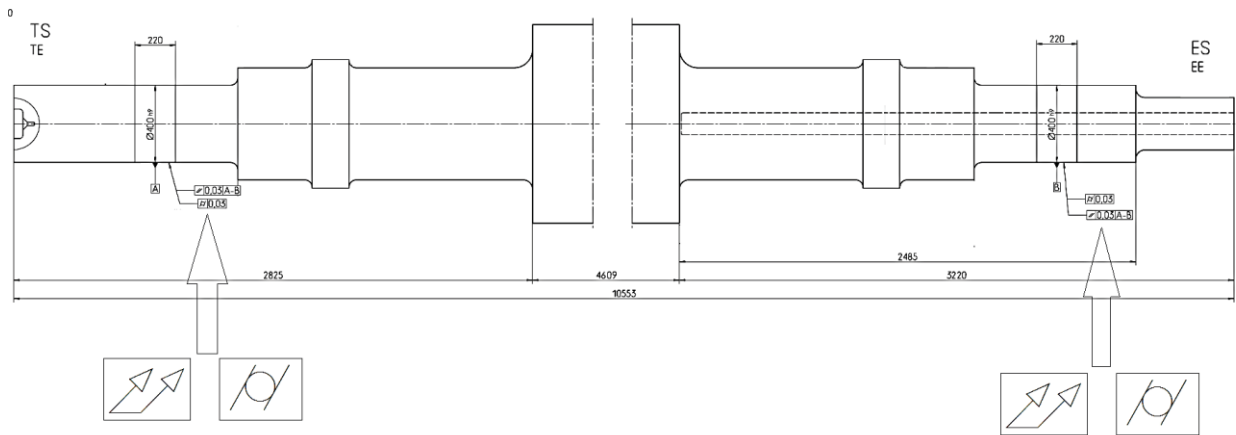


Fig. 1. Abaterile de bătaie radială totală și cilindricitate pe desenul de execuție al unui rotor de turbină

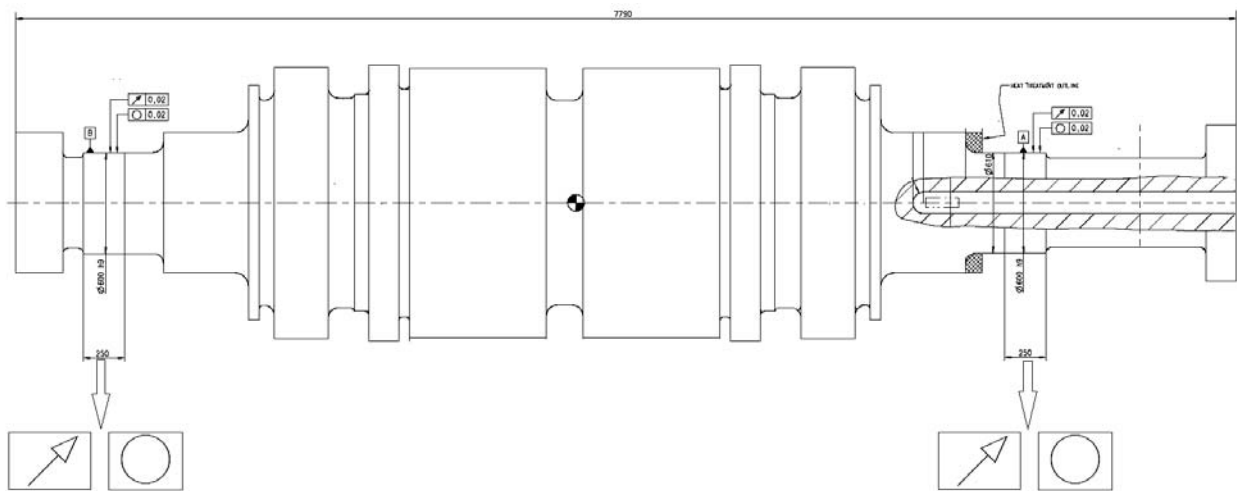


Fig. 2. Abaterile de bătaie radială și circularitate pe desenul de execuție al unui rotor de turbină



Fig. 3. Bazele de referință ale unui rotor de turbină

- c) Condițiile de Cilindricitate și de Bătăie Radială Totală din zona bazei de referință, căpătul „TS”, și cea din a doua bază de referință, capatul „ES”, au fost înregistrate în raportul dimensional după măsurare, însă din acest document nu reiese care este poziția valorii înregistrate pentru fiecare;
- d) Valorile de cilindricitate obținute nu au fost înregistrate cu valorile exacte;

Dim no.	Section	Drawing size	Tolerance		Realised size	Remarks
			min.	max.		
1		\varnothing 420	-1	1	420.12	
2		1/A-B			0.03/A-B	
3		\varnothing 420h9	-0.15		419.82~83*	Acc.to SDR23434-184.000
4		Rz6.3			<Rz6.3	
5		0.03			<0.03	
6		0.03/A-B			0.01/A-B	
43		0.03			<0.03	
44		0.03/A-B			0.01/A-B	

Fig. 4. Raport dimensional

3. Soluționarea problemei

S-a stabilit o prima instrucțiune de lucru care conține schema cu pașii de urmat în cazul unui control dimensional (fig. 5).

Rezultatele obținute, intermediare sau finale, se înregistrează în sistemul CTC (eQSYS) urmând prevederile celei de-a doua instrucțiuni de lucru (fig. 6) pentru verificarea și înregistrarea condițiilor geometrice :

- Circularitate,
- Cilindricitate,
- Bataie Radiala,
- Bataie Radiala Totala

Inspectorii de calitate au fost instruiți și au luat la cunoștință noul mod de lucru.

	RECORDING THE RESULTS OF INTERMEDIATE AND FINAL INSPECTIONS INREGISTRAREA REZULTATELOR LA INSPECTIILE INTERMEDIARE, RESPECTIV, FINALE	210-WI-899
		Revision : 0
		Date: 05.Mar.2018
		Page

<u>Intocmit / Prepared by:</u> Florin Stanciu	<u>Semnatura / Signature:</u>	<u>Data / Date:</u>
<u>Aprobat / Approved by:</u>	<u>Semnatura / Signature:</u>	<u>Data / Date:</u>
<u>Avizat / Authorized by:</u>	<u>Semnatura / Signature:</u>	<u>Data / Date:</u>

AMENDAMENT 1		Date:
AMENDAMENT 2		Date:
AMENDAMENT 3		Date:

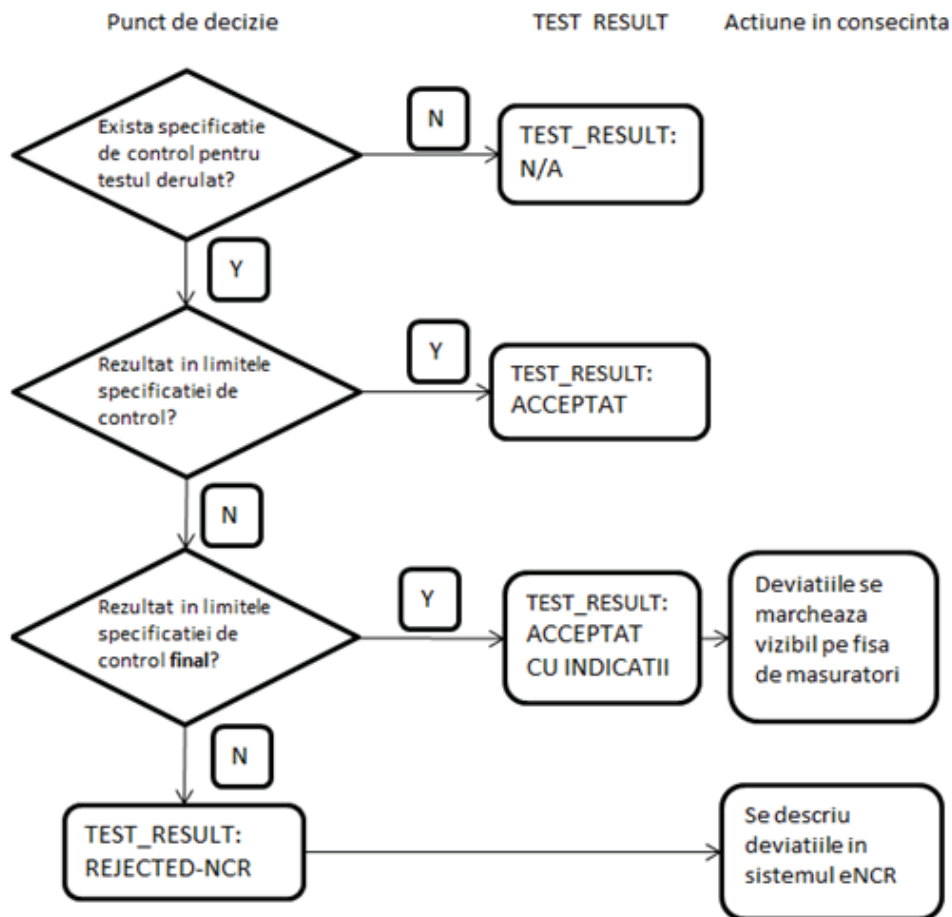


Fig. 5. Prima instruciune de lucru întocmită

	WORK INSTRUCTION ISSUING FOR DIMENSIONAL CHECKING OF ROTORS CONTROL DIMENSIONAL AL PISTELOR LA ROTORI	210-WI-046
		Revision : 0
		Date: 29.Mar.2018
		Page 1/3

Intocmit / Prepared by: Florin Stanciu	Semnatura / Signature:	Data / Date:
Aprobat / Approved by:	Semnatura / Signature:	Data / Date:
Avizat / Authorized by:	Semnatura / Signature:	Data / Date:

AMENDAMENT 1		Date:
AMENDAMENT 2		Date:
AMENDAMENT 3		Date:

1 SCOP




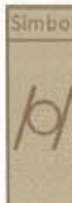


Stabilirea modului de verificare si inregistrare al abaterilor de forma (\circ , \oslash) si de pozitie (∇ , \angle) pentru departamentul.

2 DOMENIU

Se aplica la controlul dimensional a conditiilor geometrice de tipul celor mentionate la §1. In cazurile cand nu se specifica altfel, se procedeaza conform prezenta instructiune.

2.1 Definitii


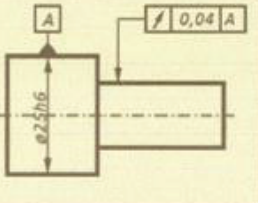
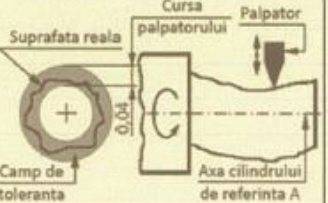
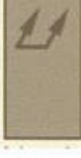
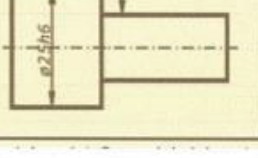
Se considera urmatoarele definitii:

Denumire	Definitie – Expresie grafica		
Abatere de la circularitate	<p>Simbol</p> 	<p>Inscriere pe desen</p> 	<p>Reprezentarea tolerantei</p> 
Abatere de la cilindricitate	<p>Simbol</p> 	<p>Inscriere pe desen</p> 	<p>Reprezentarea tolerantei</p> 

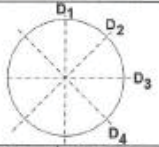
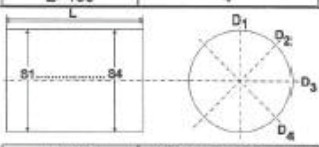
F 51, rev 1

Fig. 6. Instructiune de lucru pentru verificare abateri de formă

	WORK INSTRUCTION ISSUING FOR DIMENSIONAL CHECKING OF ROTORS CONTROL DIMENSIONAL AL PISTELOR LA ROTORI	210-WI-046
		Revision : 0
		Date: 29.Mar.2018
		Page 2/3

Bataia radiala		Inscriere pe desen 	Reprezentarea tolerantei 
	Bataie radiala totala		Inscriere pe desen 

3. METODA DE MASURARE SI INREGISTRARE

Simbol	Instrument de masura	Pozitionare/Fixare	Elemente geometrice verificate									
○	Micrometru	Prisme	 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th>L (mm)</th> <th>Sectiuni masurate</th> </tr> <tr> <td>L < 250</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>L = 250-450</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>L > 450</td> <td>4</td> </tr> </table>	L (mm)	Sectiuni masurate	L < 250	2	L = 250-450	3	L > 450	4	$\bigcirc = D_M - D_m$ $D_M = \text{Max}(D_1, D_2, D_3, D_4)$ $D_m = \text{Min}(D_1, D_2, D_3, D_4)$
L (mm)	Sectiuni masurate											
L < 250	2											
L = 250-450	3											
L > 450	4											
⊙	Micrometru	Prisme	 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th>L (mm)</th> <th>Sectiuni masurate</th> </tr> <tr> <td>L < 250</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>L = 250-450</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>L > 450</td> <td>4</td> </tr> </table>	L (mm)	Sectiuni masurate	L < 250	2	L = 250-450	3	L > 450	4	$\bigcirc = D_M - D_m$ $D_M = \text{Max}(D_{i,j})$ $D_m = \text{Min}(D_{i,j})$ $i = 1 \dots 4$ $j = 1 \dots 2 \mid L < 250\text{mm}$ $j = 1 \dots 3 \mid L = 250 \div 450\text{mm}$ $j = 1 \dots 4 \mid L > 450\text{mm}$
L (mm)	Sectiuni masurate											
L < 250	2											
L = 250-450	3											
L > 450	4											

F 51, rev 1

Fig. 6. Instructiune de lucru pentru verificare abateri de formă - Continuare

	WORK INSTRUCTION ISSUING FOR DIMENSIONAL CHECKING OF ROTORS CONTROL DIMENSIONAL AL PISTELOR LA ROTORI	210-WI-046
		Revision : 0
		Date: 29.Mar.2018
		Page 3/3

↗	Comparator cu cadran	M.U.		<p><i>Pasul I - Minim 3 rotatii nu se citesc valorile;</i> <i>Pasul II - Se citesc valorile minime si maxime pe 3 rotatii;</i> <i>Pasul III - Se calculeaza diferenta intre minim si maxim;</i> <i>Ex:</i> $(0.02) - (-0.03) \Rightarrow \text{∕} = 0.05$</p>								
↖	Comparator cu cadran	M.U.	<table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>L (mm)</th> <th>Sectiuni masurate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L<250</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>L=250+450</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>L>450</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	L (mm)	Sectiuni masurate	L<250	2	L=250+450	3	L>450	4	<p><i>Pasul I - Minim 3 rotatii nu se citesc valorile;</i> <i>Pasul II - Se citesc valorile minime si maxime pe 3 rotatii la fiecare sectiune;</i> <i>Pasul III - Se calculeaza diferenta intre minim si maxim intre toate sectiunile;</i> <i>Ex:</i> $(0.03) - (-0.04) \Rightarrow \text{∕} = 0.07$</p>
L (mm)	Sectiuni masurate											
L<250	2											
L=250+450	3											
L>450	4											

4. ANEXE

- Fisa de masuratori Verificare Circularitate
- Fisa de masuratori Verificare Cilindricitate
- Fisa de masuratori Verificare Bataie radiala
- Fisa de masuratori Verificare Bataie radiala totala

4. Concluzii

Subiectul descris în această lucrare este o nouă abordare privind modul de lucru al departamentului de calitate în activitățile zilnice din cadrul companiei.

Bazat dar nu limitat la ISO 9001:2015 și ISO 2768, acest mod de lucru este implementat din Aprilie 2018, ajutând la desfășurarea unui mod corect de lucru, precum și la evitarea reclamațiilor.

5. Bibliografie

- [1] ***, SR EN ISO 9001:2015 Quality management systems.
- [2] ***, ISO 2768 General tolerances - Geometrical tolerances for features without individual tolerance indications.
- [3] I. Draghici, M. Pascovici, C.D. Radulescu - Îndrumar de Proiectare în construcția de mașini.
- [4] S. Adamczak, D. Janecki, K. Stepień - Cylindricity measurement by the V-block method – Theoretical and practical problems.
- [5] S. Adamczak, D. Janecki, K. Stepień Qualitative and quantitative evaluation of the accuracy of the V-block method of cylindricity measurements.
- [6] Marian GHEORGHE, Dragos ILIESCU Semifabricate turnate și forjate la Doosan IMGB, Prezentare - Tehnologii de Fabricație – IMST Inginerie Economică – anul III, Lucrare nepublicată.

6. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

CTC = Controlul tehnic de calitate

TS = Turbine side

ES = Excited side

eQSYS = Electronic Quality System

eNCR = Electronic Non-Conformity Report

NCR = Raport de neconformitate

CALITATEA SERVICIILOR ÎN DOMENIUL BANCAR

ANGHEL Ancuța, MANOLACHE Alina, MARINESCU Casiana, NEACȘIU Andrada

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria și Managementul Calității, Anul de studii: III, e-mail: casiana_23@yahoo.com

Conducători științifici: **Prof. Dr. Ing. Irina SEVERIN**
As. Drd. Ing. Ana Maria BOGATU

REZUMAT: În contextul intensificării unei concurențe acerbe între băncile comerciale din România apare problema obținerii unor noi clienți și fidelizarea celor existenți.

Obiectivul general al acestui studiu este de a oferi o perspectivă practică privind calitatea serviciilor bancare, în scopul de a consolida anumite concepte, cum ar fi: tipologia calității (calitatea tehnică versus calitatea funcțională), dimensiunile și evaluarea conceptului calității. Prin analizarea dimensiunilor calității, modalitățile de măsurare și îmbunătățirea acestora, cercetarea prezintă oferă instrumente necesare pentru a înțelege semnificația acestui concept de „serviciu ireproșabil”. Cercetarea analizează comparativ oferta de servicii bancare oferite studenților de patru bănci.

CUVINTE CHEIE: calitate tehnică, calitate funcțională, servicii bancare, Benchmarking, Ishikawa

1. Introducere

Calitatea reprezintă măsura în care un ansamblu de caracteristici intrinseci îndeplinește cerințele (conform SR EN ISO 9000, 2006). Termenului calitate i se poate asocia un calificativ (ca, de exemplu: „slabă”, „mediocră”, „bună”, „excelentă” etc., în funcție de gradul de satisfacere a cerințelor avute în vedere), iar prin termenul caracteristică intrinsecă se înțelege o proprietate inerentă, permanentă, specifică (a unui produs/ serviciu/ proces, etc.).

Prin cerință, se înțelege o nevoie sau o așteptare care este declarată, în general implicită sau obligatorie. Cerințele pot fi generate de diferitele părți interesate. Cerințele privind un produs / serviciu se pot referi la aspecte ca: performanțele, facilitățile de utilizare, siguranța în funcționare (disponibilitate, fiabilitate, mentenabilitate), securitatea produsului/ serviciului etc. De asemenea termenul cerință mai are și sensul de exprimare în conținutul unui document prin care se transmit criteriile care urmează să fie îndeplinite dacă va fi declarată conformitatea cu documentul și față de care nu sunt permise abateri.

Serviciul reprezintă o acțiune, o prestație prin care se obține o utilitate cu valoare economică sau socială pentru un terț. Un serviciu este „de calitate” numai atunci când caracteristicile serviciului și caracteristicile prestării de serviciu sunt astfel definite și realizate încât să satisfacă așteptările, cerințele și necesitățile clientului. Banca este o instituție financiară care are ca obiect principal de activitate atragerea de depozite și acordarea de credite. Băncile sunt organizate sub forma unei societăți comerciale pe acțiuni și își desfășoară activitatea sub supravegherea băncii centrale [1].

În contextul intensificării unei concurențe acerbe între băncile comerciale din România, apare problema obținerii unor noi clienți și fidelizarea celor existenți. Creșterea numărului de bănci a dus la dezvoltarea concurenței și la conștientizarea aspectelor referitoare la calitatea serviciilor bancare oferite pe piață, astfel încât să se ia în calcul, nu numai „calitatea dorită / realizată de bancă”, ci și calitatea percepută de client [5].

Christian Grönroos distinge două dimensiuni ale calității serviciilor, care sunt percepute și evaluate de către clienți: calitatea tehnică și calitatea funcțională (fig. 1). Calitatea tehnică a serviciului se concentrează pe ceea ce este furnizat de organizația prestatoare de servicii ca rezultat tehnic al procesului de prestare.



Fig. 1. Calitatea tehnică și Calitatea funcțională

Calitatea funcțională se concentrează pe modul în care este furnizat serviciul. Grönroos sugerează că atributul de calitate funcțională este mai important decât calitatea tehnică în multe piețe de produse, motivul fiind dat de competența tehnică este un factor de calificare pentru nivelul de intrare spre a fi furnizor de servicii în aceste piețe [6].

În literatura de specialitate sunt prezentate o multitudine de opinii cu privire la caracteristicile serviciilor bancare. Numeroși autori consideră că serviciile bancare sunt caracterizate, așa cum rezultă din figura 2 :

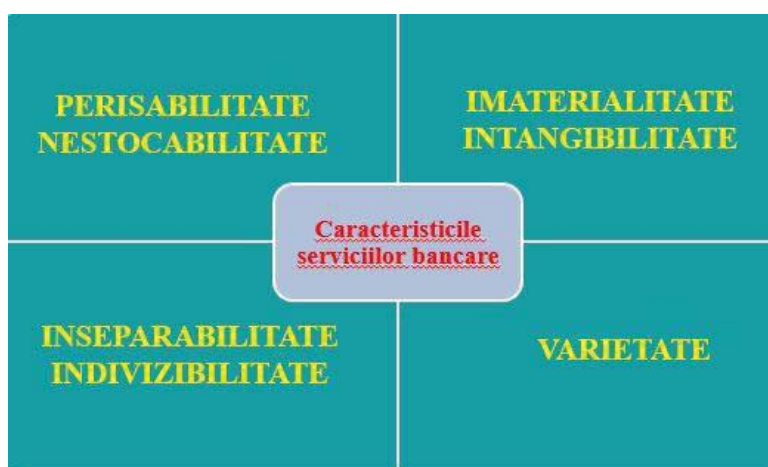


Fig. 2. Caracteristicile serviciilor bancare

a). **Imaterialitate, intangibilitate** – acestea se referă la faptul că orice serviciu este un produs imaterial, chiar dacă anumite servicii bancare pot fi însoțite de o componentă materială (de exemplu contractul de depozit, contractul de credit etc.). Intangibilitatea serviciilor crează dificultăți clientului în înțelegerea sau evaluarea valorii serviciilor înainte de achiziționare. Valoarea lor adevărată poate fi evaluată numai după cumpărare, după ce clientul a folosit serviciul și a avut ocazia să îi sesizeze beneficiile sau neajunsurile.

b). **Inseparabilitate, indivizibilitate** – acestea survin din faptul că procesul de prestare și cel de achiziționare a serviciului nu pot fi separate. Clientul fiind și el prezent în momentul prestării serviciului, relația dintre prestator și consumator se constituie ca o particularitate a serviciului, deoarece atât prestatorul cât și cumpărătorul pot influența rezultatele prestării serviciului. Serviciile bancare se produc și se consumă cu participarea clientului, uneori fiind necesară și integrarea unor produse aflate în proprietatea clientului.

Datorită intangibilității și indivizibilității serviciului, este imposibil de evaluat calitatea acestuia înainte de a-l achiziționa, întrucât producerea și consumul serviciului bancar, de regulă, au loc simultan.

Serviciile sunt produse și vândute în același timp, ele nu pot fi depozitate pentru viitor. Serviciile au nevoie de un canal cât mai scurt de distribuție, astfel încât ele să poată fi furnizate la cerere, ceea ce poate reprezenta o problemă pentru bancă.

c). **Perisabilitate, nestocabilitate** – aceste caracteristici se referă la faptul că depozitarea sau producția pe stoc a serviciilor este imposibilă. De aceea se impune ca personalul să fie instruit și disponibil pentru prestarea serviciului atunci când acesta este necesar (de exemplu se poate angaja sau disloca temporar,

din alte unități, personal cu normă parțială pentru perioadele aglomerate, se poate instala un bancomat suplimentar etc.);

d). **Varietatea - calitatea serviciilor** depinde de cine le asigură, de momentul, locul și de timpul necesar pentru asigurarea serviciului. De exemplu, un client poate prefera să folosească o bancă în dauna alteia, datorită rapidității serviciului. Majoritatea clienților sunt conștienți de faptul că serviciul poate fi foarte diferit de la o bancă la alta, și chiar de la o sucursală la alta a aceleiași bănci. De aceea, clienții ar putea ține cont de opiniile și recomandările altor clienți înainte de alegerea serviciului [5].

Pentru a avea o imagine de ansamblu asupra proceselor principale care se desfășoară în vederea atingerii unui grad de calitate ridicat, în prestarea serviciilor bancare s-a realizat bucla calității. Bucla calității reprezintă „conceptul de activități interdependente care influențează calitatea în diferite etape, începând cu identificarea necesităților și terminând cu evaluarea satisfacerii acestora” [3].

Conform standardului SR EN ISO 9004: 2010, bucla calității încorporează următoarele trei procese principale:

- procesul de marketing;
- procesul de proiectare;
- procesul de prestare de servicii.

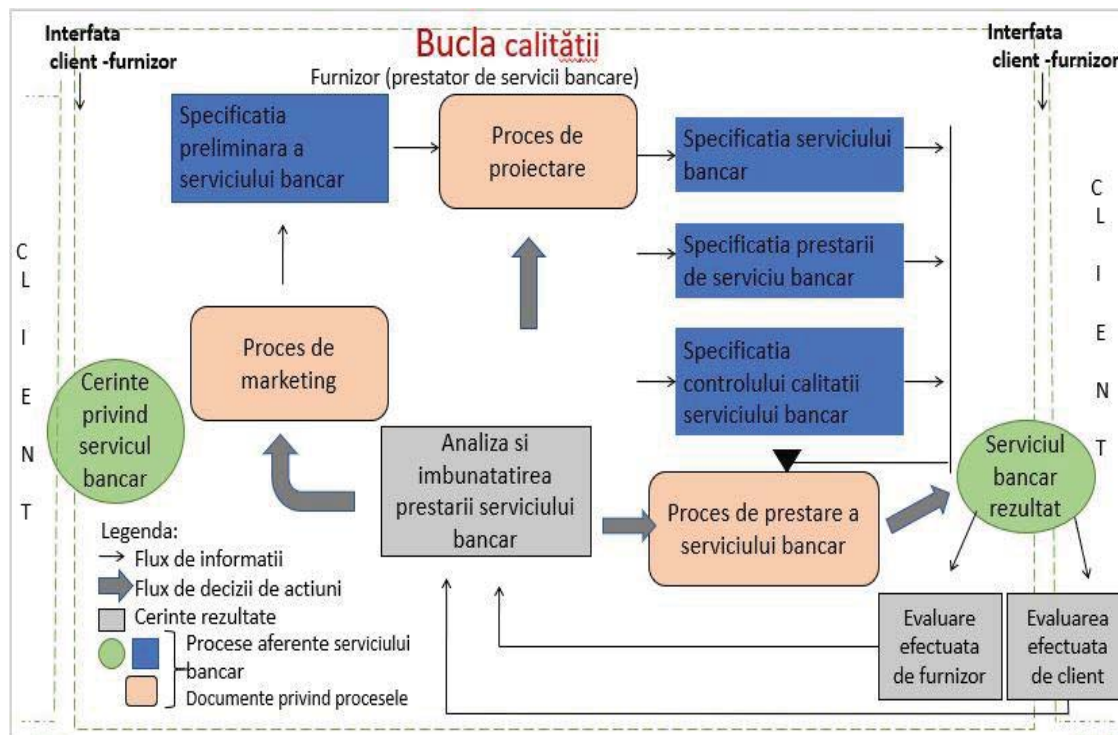


Fig. 3. Bucla calității asociată domeniului bancar

2. Studiu de caz

Pentru măsurarea calității produselor (serviciile bancare) prezentate mai sus, a fost aplicată metoda de evaluare externă a calității, numită „clientul capcană”. Aceasta constă în supravegherea și analizarea interacțiunilor dintre funcționarii bancari și clienți și are drept rezultat obținerea așa-numitelor „momente ale adevărului”, metoda fiind aplicată pentru realizarea evaluării calității serviciilor bancare. Din cauza impedimentelor întâlnite în practică, există totuși diferențe între versiunea teoretică a metodei și modul în care aceasta este aplicată.

Acest studiu a fost realizat pe baza analizei următorilor indicatori de calitate ai serviciilor bancare [4]:



Fig. 3 Indicatori de calitate în domeniul bancar

Se va evalua calitatea tehnică și funcțională a serviciului „pachet de student” care este prezentat pentru patru tipuri de pachete oferite pe piața bancară din România:

- „STUDENT PE+”, pachet oferit de BRD-Groupe Société Générale;
- „PACHET CAMPUS”, pachet oferit de BCR;
- „STAR STUDENT”, pachet oferit de Banca Transilvania (BT);
- „STUDENTOCARDUL”, pachet oferit de Raiffeisen Bank.

În urma analizei celor patru servicii bancare, din punct de vedere al elementelor care nu depind nici de performanța angajatului și nici de cea a clientului și utilizând un sistem de notare de la 1 la 5, au fost obținute următoarele rezultate:

S-a utilizat următorul sistem de notare: 5 - Foarte mulțumit / 4 - Mulțumit / 3 – Neutru / 2 - Nemulțumit / 1 - Foarte nemulțumit

În Tabelul 1. au fost analizate caracteristicile tehnice ale serviciilor bancare ce se regăsesc în pachetele de student prezentate pe site-urile instituțiilor bancare.

În urma acestei comparații rezultă faptul că Banca Transilvania oferă cel mai avantajos pachet, în timp ce Banca BRD se situează la polul opus.

Tabelul 2. face referire la calitatea funcțională, mai exact la percepția cu care rămâne clientul în urma relaționării cu funcționarii băncilor. Studiul s-a realizat în sucursalele din proximitatea Campusului în intervalul orar 12:00-13:00, reprezentând momentul de vârf al activității în acest domeniu.

În urma vizitelor efectuate în fiecare sucursală, s-a constatat că băncile dispun de o aparatură modernă, însă au anumite deficiențe privind disponibilitatea de a răspunde solicitărilor / întrebărilor clienților.

Tabel 1. Analiza calității tehnice a serviciilor bancare

Caracteristicile serviciului	BCR	BRD	Banca Transilvania	Raiffeisen Bank
Comision la retragerea numerar de la alta unitate bancara	5	4	5	4
Dobanda	3	2	3	3
Pachete promotionale	4	2	3	2
Comision la plata facturilor	2	2	3	2
Suma minima blocata pe card	3	2	4	4
Scor obtinut	17	12	18	15

Tabelul 2. Analiza calității funcționale a serviciilor bancare

Elemente evaluate	BCR	BRD	Banca Transilvania	Raiffeisen Bank
Dotare moderna	5	5	5	5
Mediu placut	3	4	5	3
Politetea functionarilor	3	1	4	4
Competenta de a raspunde cererilor	3	2	3	4
Organizare spatiu	2	1	4	4
Disponibilitatea de a ajuta	2	1	2	3
Transparenta	3	1	4	1
Contact vizual	5	5	5	5
Timp de asteptare	2	2	3	3
Scor obtinut	28	22	35	32

Tabelul 3. Analiza Benchmarking a site-urilor băncilor

Criterii de analiza	BCR	BRD	Banca Transilvania	Raiffeisen Bank
Aspect cromatic	4	4	3	2
Animatia site-ului	3	5	2	1
Accesibilitatea informatiilor (<u>in functie de nr. de click-uri efectuate până la informatia dorită</u>)	5	3	2	1
Dinamica site-ului	4	3	3	5
Transparenta ofertelor	3	5	4	3
Scor obtinut	19	20	14	12

În Tabelul 3. s-a efectuat o analiză prin metoda Benchmarking a site-urilor tuturor băncilor menționate, iar în urma acesteia cel mai mare punctaj a fost obținut de Banca BRD deoarece s-a dovedit a fi cel mai frumos reprezentat cromatic, cu animații care atrag foarte mulți clienți, și cel mai important, oferă informații clare, care prezintă atât avantaje, cât și dezavantaje pentru informarea cât mai precisă a clienților.

3. Interpretare rezultate

În urma studiului s-a constatat că una din problemele majore cu care se confruntă băncile este reprezentată de timpul de așteptare.

Tabelul 4. Analiza timpilor de așteptare

Analiza timpilor de așteptare				
	BCR	BRD	BT	Raiffeisen
Durata de așteptare la ghișeu [min.]	10	12	5	6
Număr de funcționari existenți	2 pers.	2 pers.	3 pers.	3 pers.
Capacitatea de răspuns	moderat	moderat	rapidă	rapidă
Amabilitatea personalului	medie	scăzută	ridicată	ridicată

În Tabelul 4. sunt prezentați factorii care conduc la creșterea timpului de așteptare. După o privire de ansamblu putem observa faptul că banca BRD se situează pe un loc fruntaș la timpul de așteptare, din cauza deficiențelor de comunicare a personalului cu clienții.

Pentru a îmbunătăți calitatea serviciilor bancare se încearcă identificarea măsurilor principale ce conduc la diminuarea timpilor de așteptare, iar în acest sens se aplică diagrama Ishikawa.

Pentru identificarea factorilor ce conduc la reducerea timpilor de așteptare se completează cauzele asociate celor 6M: metode, materiale, mediu de lucru, măsurare, personal, echipamente, după cum se observă în figura 4.

4. Concluzii

În urma realizării acestei cercetări atât pe teren, cât și prin analizarea informațiilor disponibile on-line referitoare la furnizorii de servicii bancare, s-au constatat următoarele:

- ✓ Ofertele bancare sunt diverse.
- ✓ Se identifică o serie de probleme de comunicare la nivelul funcționarilor din bănci.
- ✓ Politicile referitoare la calitate ale băncilor nu sunt susținute printr-un nivel adecvat de empatie față de client al personalului de front-desk, existând loc pentru formare în acest sens.
- ✓ Percepția studenților – clienți ai serviciilor financiar-bancare asupra succesului băncii este corelată cu vechimea instituției bancare pe piață și imaginea pe care aceasta a dobândit-o în timp.

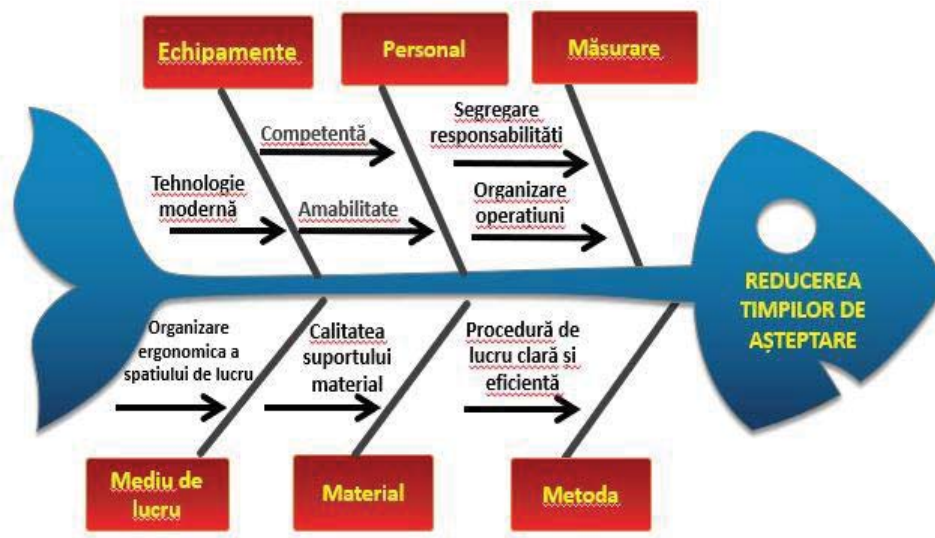


Fig. 4. Diagrama Ishikawa pentru identificarea cauzelor care influențează timpii de așteptare

5. Bibliografie

- [1]. „Asigurarea calității produselor și serviciilor”, Gheorghe SOLOMON și Dumitru-Titi CICIC, Editura BREN;
- [2]. „Inițiere în Ingineria Calității”, Mihai VOICU și Irina SEVERIN, Editura BREN
- [3]. „Produse și servicii bancare”, Mircea NEDELESCU și Cristina STĂNESCU
- [4]. <http://www.rasfoiesc.com/business/economie/finante-banci/CARACTERISTICILE-PRODUSELOR-SI87.php>
- [5]. http://www.utgjiu.ro/revista/ec/pdf/2011-03/8_ELENA_SILVIA_DINCULESCU.pdf
- [6]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Calitate>

BENCHMARKING REFERITOR LA CALITATEA SERVICIILOR PRESTATE DE UNIVERSITATEA POLITEHNICA din BUCUREȘTI ȘI UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA

CÎRSTEA Anca-Maria, CÎNDEA Maria-Roxana

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria și Managementul Calității, Anul de studii: III, e-mail: cirsteaancamaria@gmail.com

Conducător științific: prof. dr. ing. **Irina SEVERIN**,

REZUMAT: Benchmarking-ul referitor la calitatea serviciilor prestate de cele două universități (UPB și UPT) s-a realizat pentru a observa nivelul de performanță cu scopul de a prelua și aplica ulterior rezultatele pozitive de la universitatea concurentă. Pentru obținerea datelor s-au utilizat chestionare aplicate publicului țintă și anume studenții celor două universități. Rezultatele obținute au fost analizate comparativ astfel obținându-se concluzii relevante. Dificultatea cercetării a constat în reticența studenților de a răspunde la chestionarul transmis.

CUVINTE CHEIE: benchmarking, studenți, servicii, calitate

1. Introducere

Din cauza scăderii natalității și respectiv a promovabilității elevilor la examenul de bacalaureat, nivelul educațional se află în decădere continuă. Lipsa interesului elevilor pentru educație duce la scăderea aptitudinilor pe care un viitor angajator ar trebui să le aibă, astfel angajatorii sunt dezamăgiți de candidați și anunță, prin diferite canale, că se confruntă cu o criză de personal competent.

Benchmarking-ul referitor la calitatea serviciilor prestate de Universitatea Politehnica din București și Universitatea Politehnica Timișoara are ca scop obținerea informațiilor cu privire la dorințele studenților făcând referire la serviciile educaționale în domeniul ingineriei oferite de cele două universități.

2. Definirea temei

Termenul de Benchmarking reprezintă o metodă care urmărește identificarea celor mai bune valori existente în propria organizație, într-o firmă concurentă sau chiar la nivelul oricărui alt domeniu de activitate. Benchmarking se folosește ca un instrument de îmbunătățire, pentru ca organizația inițiatoare să își poată compara procesele și/sau performanțele cu cele ale unei alte organizații, poate determina modul în care cele mai bune companii dintr-un anumit domeniu de activitate au reușit să atingă nivelul excelent de performanțe și poate utiliza informațiile obținute pentru a-și îmbunătăți propriile performanțe [1].

Calitatea este un concept care se utilizează în toate domeniile vieții economice și sociale, însă care prezintă un caracter subiectiv și care are semnificații particulare pentru domenii sectoare, funcțiuni sau obiecte specifice. Calitatea superioară a produselor sau serviciilor oferite de firme constituie criteriile de bază pentru obținerea satisfacției clienților și profitabilității firmelor. Un nivel ridicat de calitate vă determină o satisfacție mai deplină a clientului, permițând deseori reducerea costurilor, creșterea profitabilității și asigurarea competitivității produselor/serviciilor pe piață. [2]

Calitatea reprezintă:

- „Corespunzător pentru utilizare” (J.M.Juran) [3];
- „Conformitate cu cerințele” (Crosby) [4];
- "Un ansamblu de caracteristici ale unei entități care îi conferă acesteia aptitudinea de a satisface necesități exprimate sau implicite" (SR ISO 8402:1995) [5];
- "Măsura în care un ansamblu de caracteristici intrinseci îndeplinește cerințele" [6].

3. Indicatori utilizați pentru analiza comparativă

Benchmarking-ul reprezintă o metodă care permite analizarea și compararea datelor de intrare, proceselor și datelor de ieșire acumulate de-a lungul timpului în cadrul unei instituții sau a altei instituții competitive considerată reper de comparație.

Această măsurare și comparare a datelor colectate se realizează pentru a identifica strategii și acțiuni corective ce vor contribui la o îmbunătățire continuă a performanțelor.

Pentru aplicarea metodei sunt utilizați indicatori de calitate. Indicatorii de benchmarking ajută la realizarea studiului, bazat pe evaluare și comparație. Acest studiu se realizează în concordanță cu definirea indicatorilor de performanță drept atribut sau rezultat al activităților care sprijină aprecierea calității unui proces implementat.

4. Informații despre instituțiile studiate

Pentru realizarea proiectului s-a ales Universitatea Politehnică din București, iar ca reper comparativ Universitatea Politehnică Timișoara.

Universitatea Politehnică din București este o instituție de învățământ superior publică, înființată în anul 1864. Totodată, este cea mai mare universitate tehnică din țară, având 15 facultăți și aproximativ 25.000 de studenți [7].

Universitatea Politehnică din București este una dintre cele mai vechi și prestigioase școli de ingineri din România. Tradițiile ei sunt legate de înființarea, în anul 1818, de către Gheorghe Lazăr,

a Școlii tehnice superioare cu predare în limba română la mănăstirea Sfântul Sava din București, care în anul 1832 este reorganizată în Colegiul de la Sfântul Sava.

Pentru realizarea studiului comparativ în domeniul ingineriei s-a ales Universitatea Politehnică Timișoara, instituție de învățământ superior cu profil tehnic, înființată în anul 1920.

În 2011, Universitatea Politehnică Timișoara a fost clasificată în prima categorie din România, cea a universităților de cercetare avansată și educație. Universitatea este membră a Alianței Române a Universităților Tehnice (ARUT), ce include cele mai importante universități cu profil tehnic din România [8].

Universitatea Politehnică Timișoara este una din cele mai mari universități tehnice din Europa Centrală și de Est. Programele de studiu oferite sunt organizate după sistemul Bologna, în trei cicluri: Licență, Masterat, Doctorat. UPT cuprinde 10 facultăți la care sunt înscriși 15 000 de studenți [8].

Pentru ambele universități analizate sunt prezentate, pe site-ul fiecărei instituții, beneficiile pe care studenții le au pe parcursul anilor de studiu, după cum urmează:

Tabelul 1. Comparație UPB - UPT (prezentare on-line)

Nr crt.	Universitatea Politehnică din București	Universitatea Politehnică Timișoara	Observații
1	Stagii de practică la una din cele 200 de firme cu care facultatea este parteneră;	Stagii de practică la una din cele 455 de firme cu care facultatea este parteneră;	UPT prezintă un număr mult mai mare de firme cu care are parteneriat
2	Calitatea și acuratețea informațiilor disponibile pe site-ul facultăților	Calitatea și acuratețea informațiilor disponibile pe site-ul facultăților	
3	Laboratoare dotate cu echipamente adecvate;	Laboratoare dotate cu echipamente adecvate;	
4	Acces la sistemul de burse (de merit, sociale, ERASMUS);	Acces la sistemul de burse (de merit, sociale, ERASMUS);	
5	Consiliere și orientare profesională;	Consiliere și orientare profesională;	
6	Cazare;	Cazare atât în căminele studențești cât și în căminele cu regim hotelier;	UPT deține cămine private cu regim hotelier.
7	Calitatea serviciilor medicale;	Calitatea serviciilor medicale;	
8	Accesul în săli de lectură;	Accesul în săli de lectură;	
9	Accesul la serviciile oferite de biblioteca UPB	Accesul la serviciile oferite de biblioteca UPT;	
10	Tabere studențești, târg de joburi	Activități extracurriculare (manifestări studențești, zilele carierei)	Facultatea UPB răsplătește munca studenților prin oferirea taberelor.
11	Licență Microsoft	Accesul la centrul de prezentare interactivă a fenomenelor fizice;	Studenții din UPB au licență gratuită pe tot parcursul anilor de studiu pentru softuri Microsoft, Autodesk. Studenții din UPT au posibilitatea de a realiza experimente și de a se relaxa.

5. Mod de lucru

Benchmarking-ul referitor la calitatea serviciilor prestate de Universitatea Politehnica din București și Universitatea Politehnica Timișoara s-a realizat pornind de la premiza egalității între cele două instituții de învățământ, identificându-se rețerele comune, dar și posibilitatea de dezvoltare. Pentru realizarea acestui studiu s-au colectat date de la studenți prin intermediul unui chestionar. Acest chestionar a fost realizat pe baza anumitor teme precum:

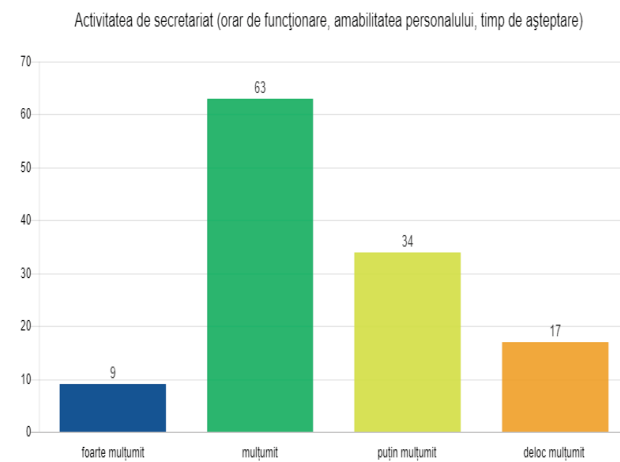
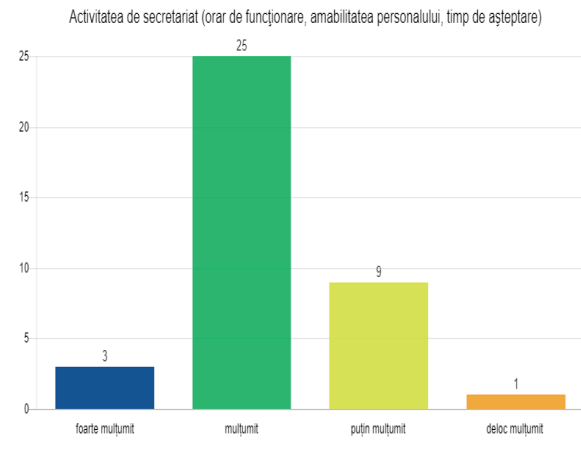
1. Universitatea și transparența informațiilor oferite de aceasta;
2. Confortul și dotările din facultăți;
3. Programul de studii și sprijinul oferit de cadrele didactice;
4. Condițiile de cazare;
5. Evenimente dedicate carierei;
6. Dezvoltarea personală prin intermediul activităților extracuriculare;
7. Sistemul de burse.

Chestionarul realizat a fost trimis către grupul țintă și anume studenților din cadrul Universității Politehnica din București, respectiv studenții din cadrul Universității Politehnica Timișoara prin intermediul rețelelor de socializare Facebook și WhatsApp, dar și prin intermediul asociațiilor studențești.

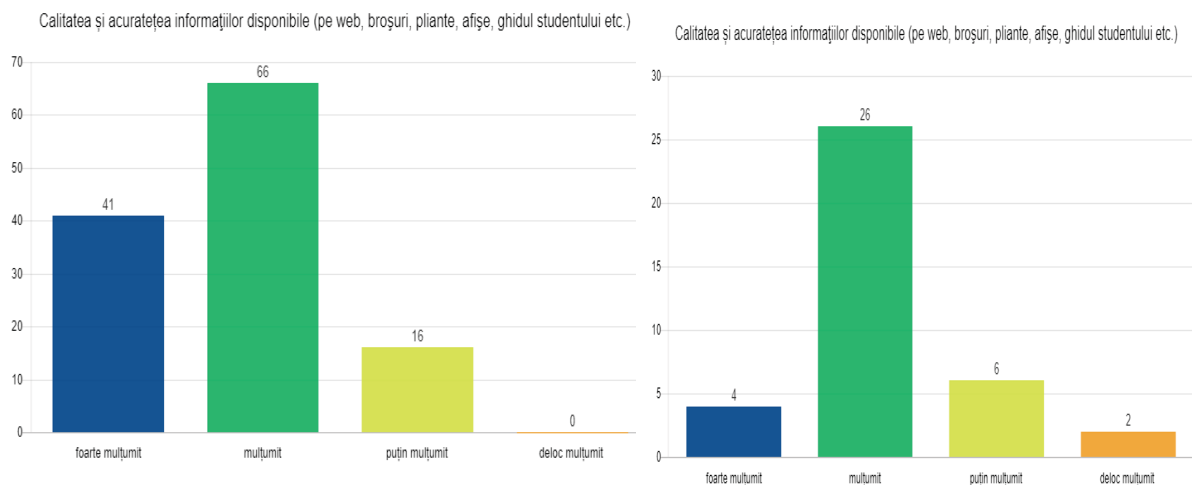
6. Rezultatele experimentale

Pentru obținerea datelor s-a utilizat chestionare aplicate publicului țintă și anume studenții celor două universități. Rezultatele obținute au fost analizate comparativ astfel obținându-se concluziile analizate ulterior.

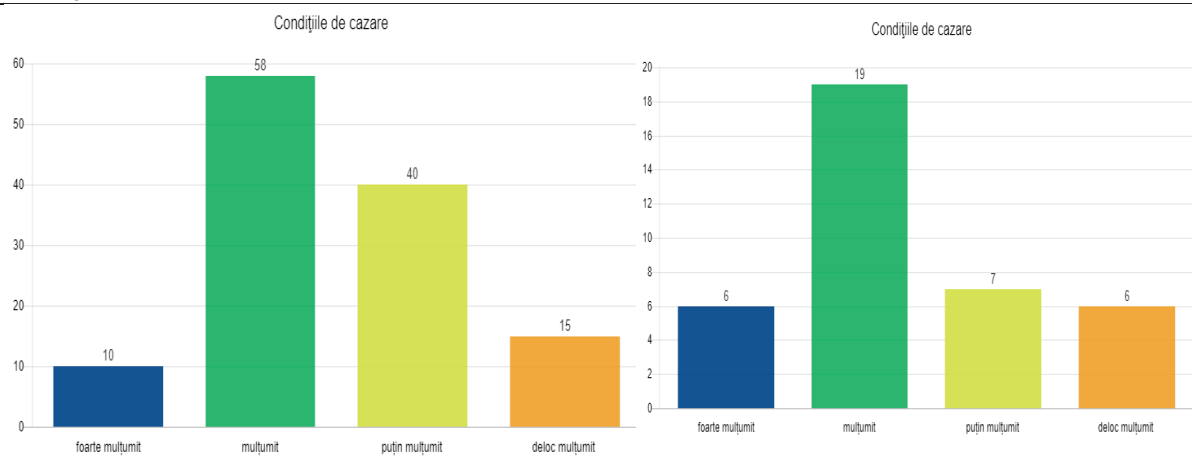
Tabel 2. Rezultatele obținute

Nr crt	Universitatea Politehnica București	Universitatea Politehnica Timișoara																				
1	Activitatea de secretariat (orar de funcționare, amabilitatea personalului, timp de așteptare)																					
	 <p>Activitatea de secretariat (orar de funcționare, amabilitatea personalului, timp de așteptare)</p> <table border="1"> <tr><th>Categorie</th><th>Număr</th></tr> <tr><td>foarte multumit</td><td>9</td></tr> <tr><td>multumit</td><td>63</td></tr> <tr><td>puțin multumit</td><td>34</td></tr> <tr><td>deloc multumit</td><td>17</td></tr> </table>	Categorie	Număr	foarte multumit	9	multumit	63	puțin multumit	34	deloc multumit	17	 <p>Activitatea de secretariat (orar de funcționare, amabilitatea personalului, timp de așteptare)</p> <table border="1"> <tr><th>Categorie</th><th>Număr</th></tr> <tr><td>foarte multumit</td><td>3</td></tr> <tr><td>multumit</td><td>25</td></tr> <tr><td>puțin multumit</td><td>9</td></tr> <tr><td>deloc multumit</td><td>1</td></tr> </table>	Categorie	Număr	foarte multumit	3	multumit	25	puțin multumit	9	deloc multumit	1
Categorie	Număr																					
foarte multumit	9																					
multumit	63																					
puțin multumit	34																					
deloc multumit	17																					
Categorie	Număr																					
foarte multumit	3																					
multumit	25																					
puțin multumit	9																					
deloc multumit	1																					

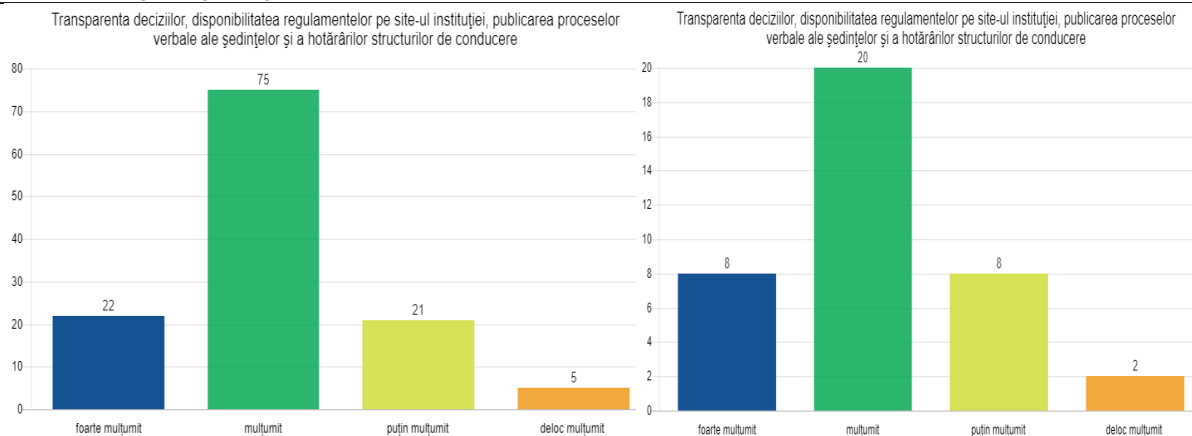
2 Calitatea și acuratețea informațiilor disponibile (pe web, broșuri, pliante, afișe, ghidul studentului etc.).



3 Condițiile de cazare

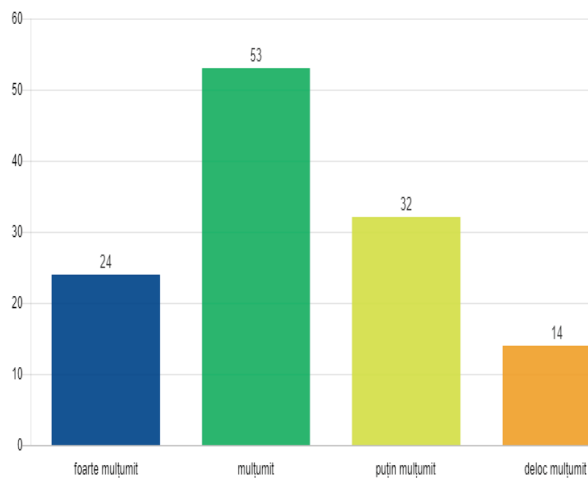


4 Transparența deciziilor, disponibilitatea regulamentelor pe site-ul instituției, publicarea proceselor verbale ale ședințelor și a hotărârilor structurilor de conducere

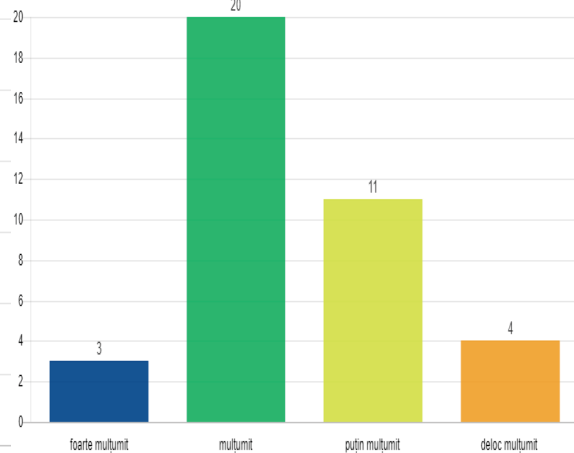


5 Sistemul de burse

Sistemul de burse

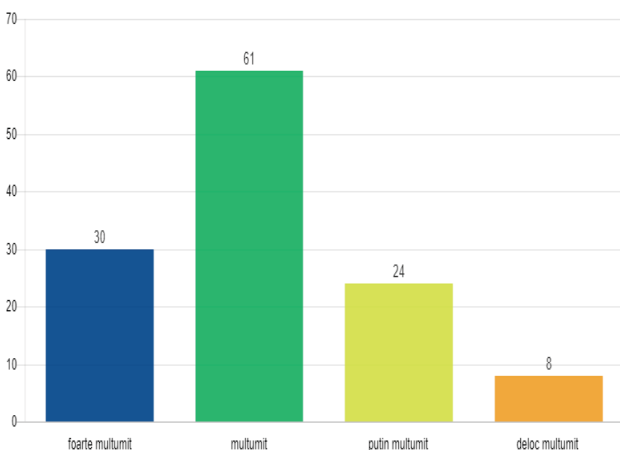


Sistemul de burse

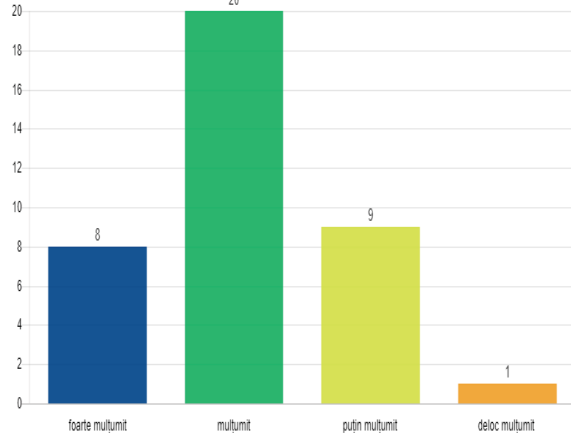


6 Laboratoare și spații de cercetare (dotări, programe, acces)

Laboratoare și spații de cercetare (dotări, programe, acces)

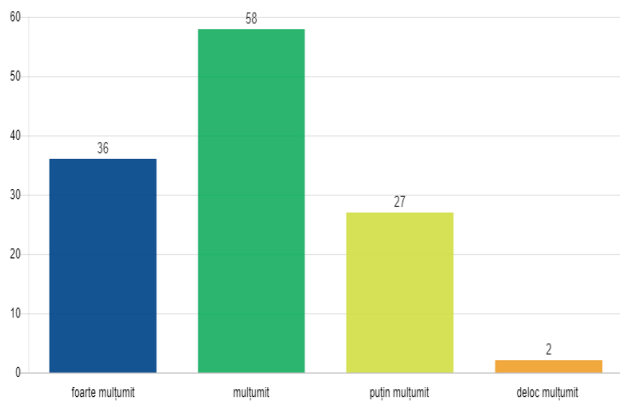


Laboratoare și spații de cercetare (dotări, programe, acces)

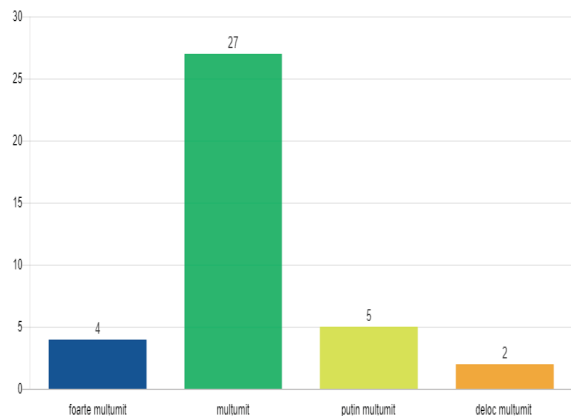


7 Spații de clasă / Amfiteatru (dotări, confort, funcționalitate)

Spații de clasă / Amfiteatru (dotări, confort, funcționalitate)

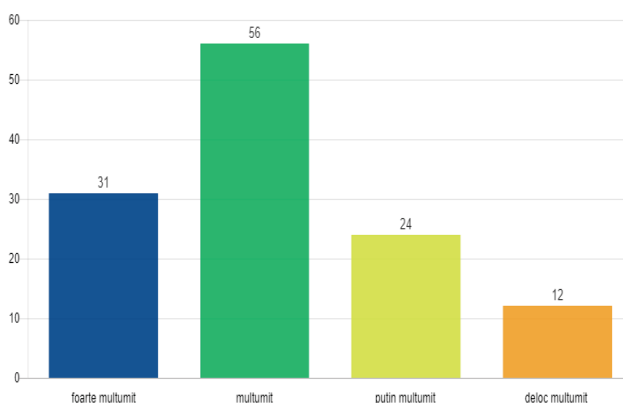


Spații de clasă / Amfiteatru (dotări, confort, funcționalitate)

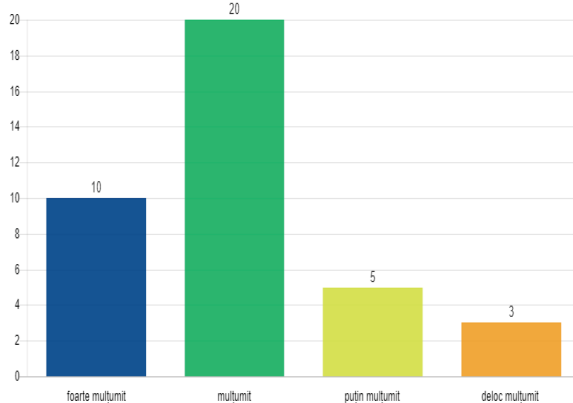


8 Săli de lectură (confort, liniște, locuri suficiente, funcționalitate, orar)

Săli de lectură (confort, liniște, locuri suficiente, funcționalitate, orar)

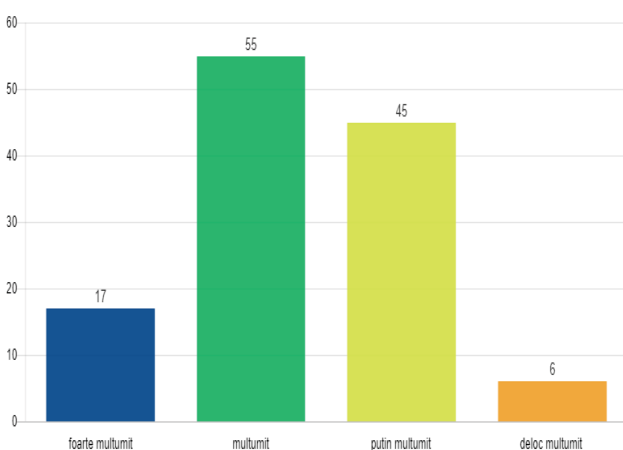


Săli de lectură (confort, liniște, locuri suficiente, funcționalitate, orar)

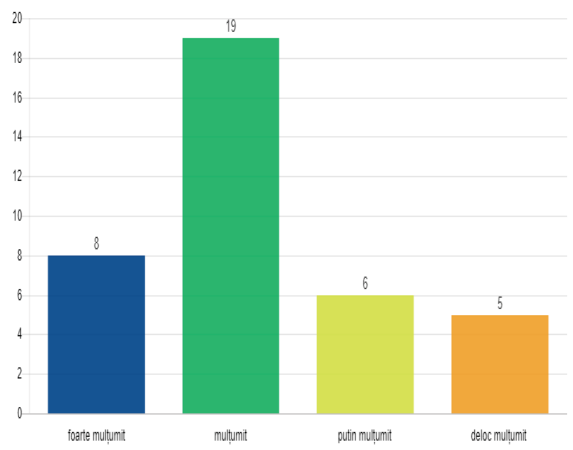


9 Relevanța și utilitatea cursurilor pentru specializarea aleasă

Relevanța și utilitatea cursurilor pentru specializarea aleasă

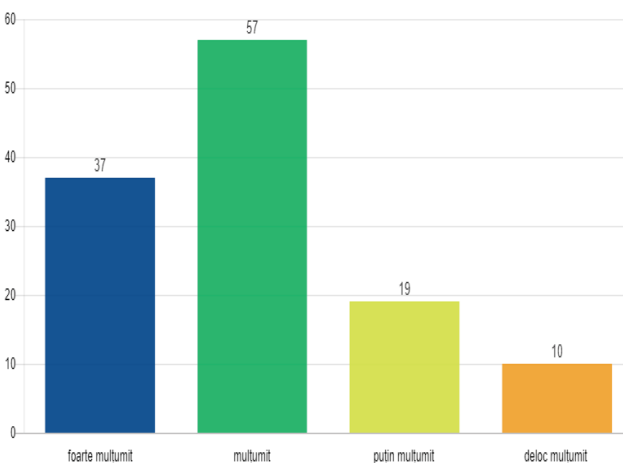


Relevanța și utilitatea cursurilor pentru specializarea aleasă

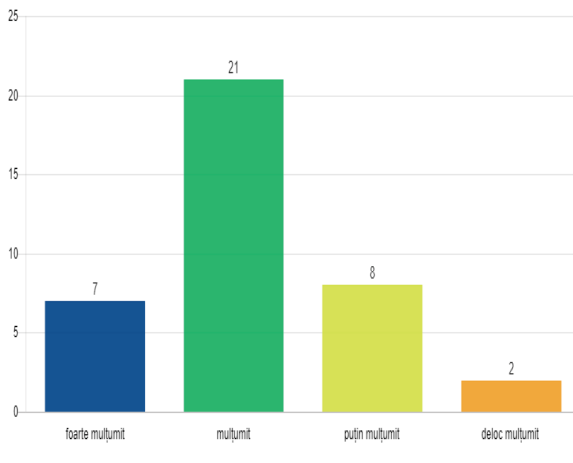


10 Dezvoltarea în universitate a abilităților de comunicare (comunicare interpersonală, realizarea de prezentări, discurs public, exprimare în scris)

Dezvoltarea în universitate a abilităților de comunicare (comunicare interpersonală, realizarea de prezentări, discurs public, exprimare în scris)

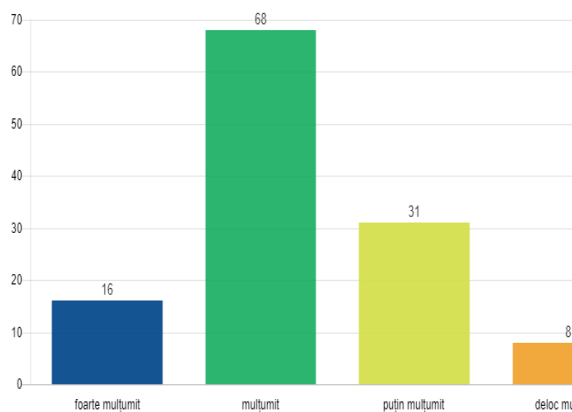


Dezvoltarea în universitate a abilităților de comunicare (comunicare interpersonală, realizarea de prezentări, discurs public, exprimare în scris)

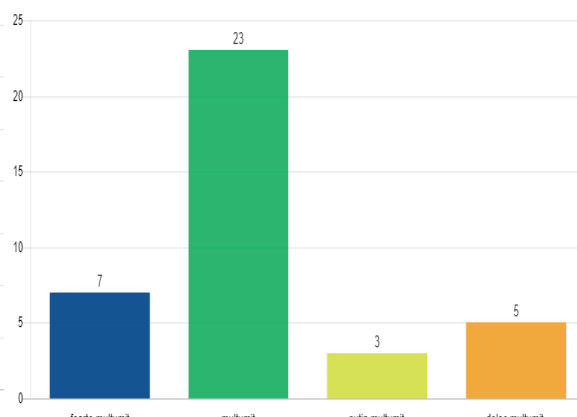


11 Activitatea de practică studențească

Activitatea de practică studențească

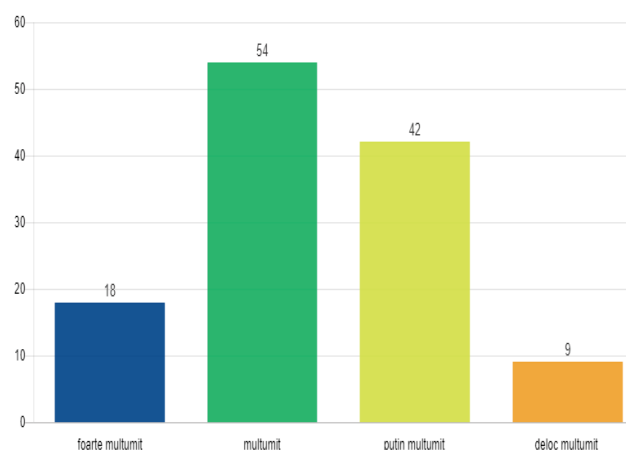


Activitatea de practică studențească

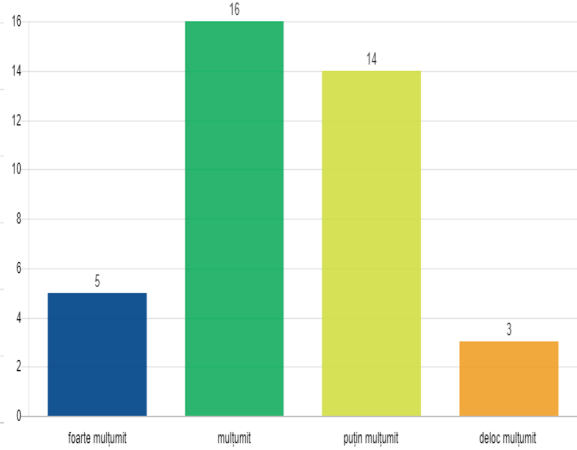


12 Programul este adaptat nevoilor și ritmului meu personal

Programul este adaptat nevoilor și ritmului meu personal

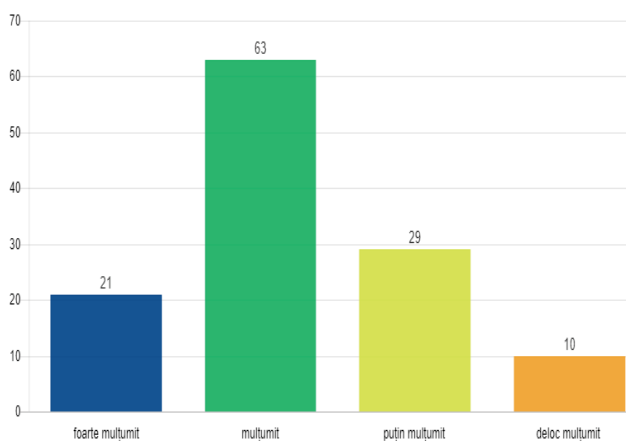


Programul este adaptat nevoilor și ritmului meu personal

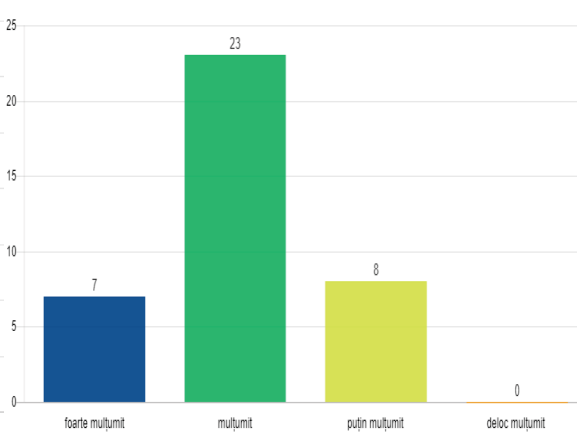


13 Evenimente dedicate carierei în universitate (târguri de locuri de muncă, întâlniri cu angajatorii, etc.)

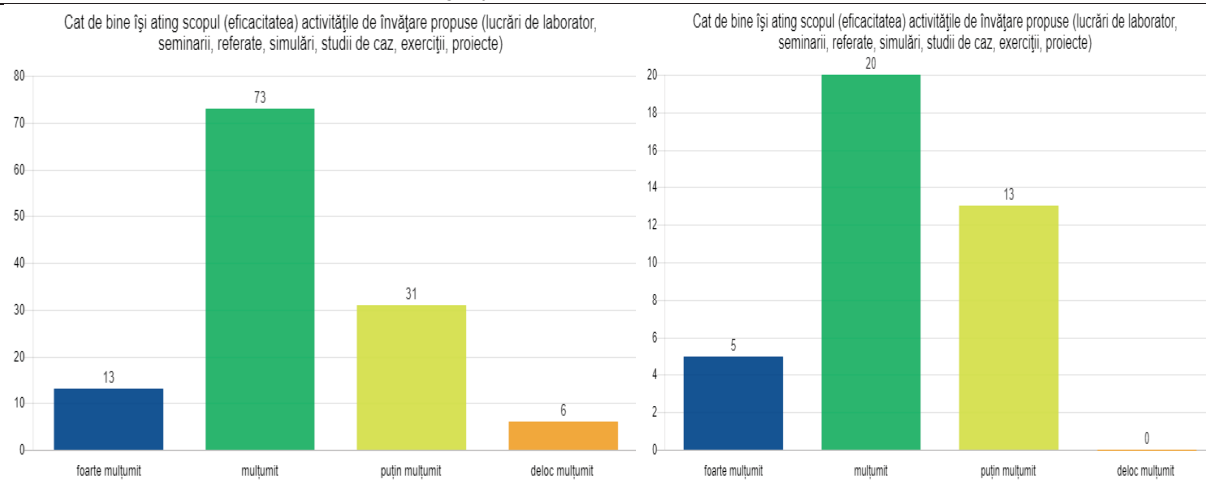
Evenimente dedicate carierei în universitate (târguri de locuri de muncă, întâlniri cu angajatorii, etc.)



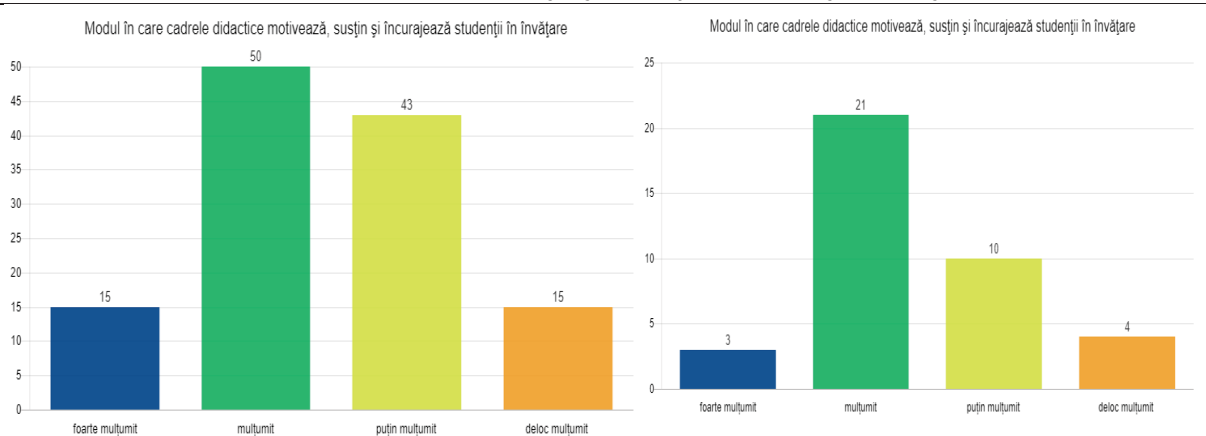
Evenimente dedicate carierei în universitate (târguri de locuri de muncă, întâlniri cu angajatorii, etc.)



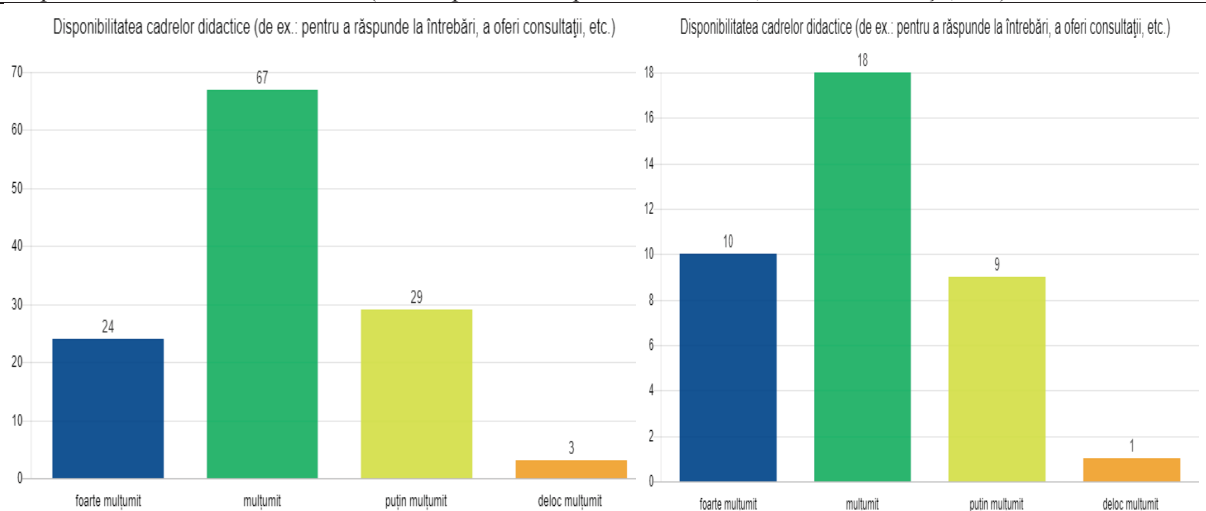
14 Cat de bine își ating scopul (eficacitatea) activitățile de învățare propuse (lucrări de laborator, seminarii, referate, simulări, studii de caz, exerciții, proiecte)



15 Modul în care cadrele didactice motivează, susțin și încurajează studenții în învățare

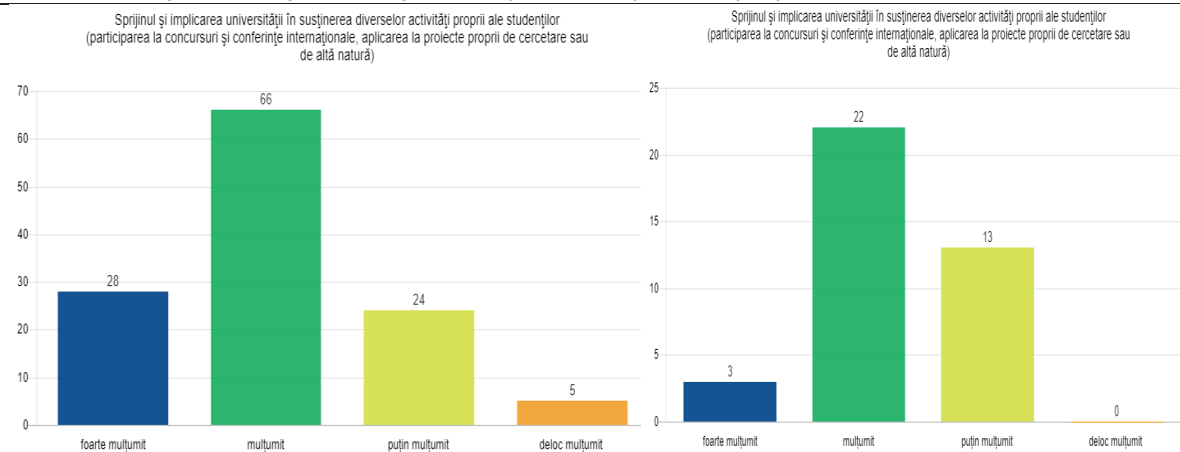


16 Disponibilitatea cadrelor didactice (de ex.: pentru a răspunde la întrebări, a oferi consultații, etc.)



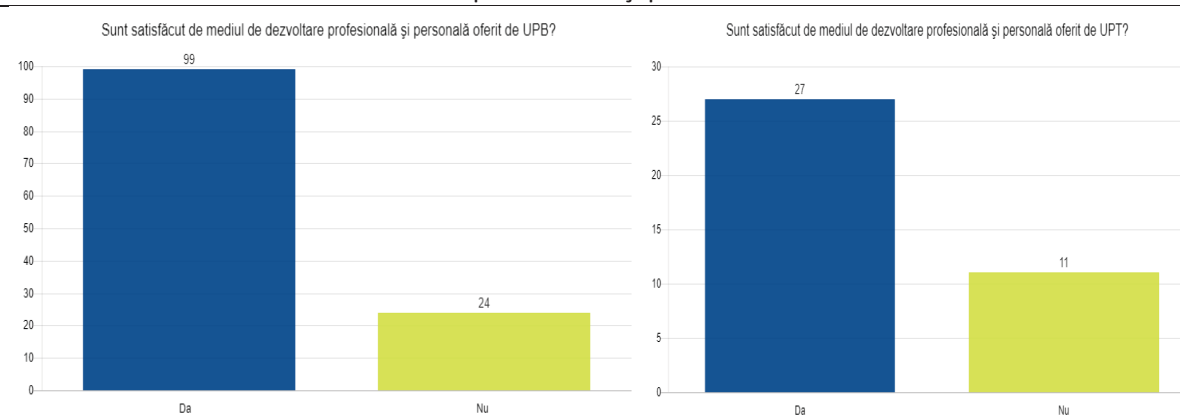
17

Srijinul și implicarea universității în susținerea diverselor activități proprii ale studenților (participarea la concursuri și conferințe internaționale, aplicarea la proiecte proprii de cercetare sau de altă natură)



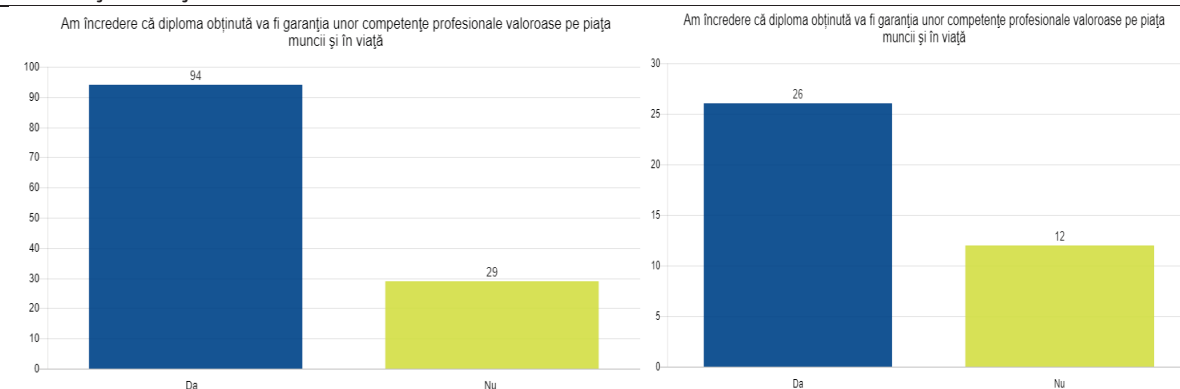
18

Sunt satisfăcut de mediul de dezvoltare profesională și personală oferit de Universitate?



19

Am încredere că diploma obținută va fi garanția unor competențe profesionale valoroase pe piața muncii și în viață



7. Concluzii și lecții învățate

Universitatea Politehnica din București datează încă din anul 1818 când industria nu era la fel de bine dezvoltată în România, comparativ cu Universitatea Politehnica Timișoara care a fost înființată în anul 1920, când potențialul economic a luat amploare.

Studentii din U.P.T. beneficiază de condiții de cazare diferite față de cei din U.P.B.

Datorită implicării și a interesului sporit pentru cultură și dezvoltare personală, studenții U.P.T. beneficiază de programe de cercetare internațională, prezentări interactive ale fenomenelor fizice, manifestări studentești, zilele carierei. Acești studenți se află în contradictoriu cu studenții din U.P.B. care au parte de târguri de job-uri, competiții sportive organizate de asociațiile studentești cu sprijinul universității.

În urma rezultatelor, există un număr de studenți ai Universității Politehnica din București nemulțumiți de activitatea extracurriculară oferită de facultăți și de desfășurarea orelor de seminarii sau de laborator. Această problemă ar putea fi atenuată prin obținerea unor locuri limitate pentru studenți la conferințele internaționale bazate pe teme din inginerie, posibilitatea de a realiza produse, piese, servicii prin intermediul concursurilor, workshop-uri de dezvoltare personală, training-uri.

Această nemulțumire a studenților poate conduce la dezinteresul față de programul de studii urmat producând astfel lipsa informațiilor, a abilităților pe care studenții trebuie să le dobândească în urma anilor de studiu.

Lipsa interesului studenților, lipsa solidarității studenților din cadrul Universității Politehnica din București, dar și existența studenților reticenți din cadrul Universității Politehnica Timișoara au condus la apariția dificultăților realizării proiectului. Pentru a evita apariția altor dificultăți au fost identificate soluții și au fost adoptate strategii de obținere a informațiilor din rândul grupului țintă.

8. Bibliografie

- [1]. <http://www.leanblog.ro/wp/resurse/glosar-2/b/> ;
- [2]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Calitate> ;
- [3]. Juran, J.M. (1988). Quality Control Handbook. McGraw-Hill, New York;
- [4]. Crosby, Ph.B. (1979). Quality Is Free. McGraw-Hill, New York;
- [5]. SR ISO 8402:1995. Managementul și asigurarea calității. Vocabular;
- [6]. SR EN ISO 9000:2006. Sisteme de management al calității. Principii fundamentale și vocabular;
- [7]. https://ro.wikipedia.org/wiki/Universitatea_Politehnica_din_Bucure%C8%99ti ;
- [8]. https://ro.wikipedia.org/wiki/Universitatea_Politehnica_Timi%C8%99oara ;

ANEXE

Tabel 1. Chestionarul aplicat pentru colectarea datelor

Nr crt	Intrebarea	Răspunsul
1	Vârsta pe care o aveți?	
2	La ce facultate sunteți? An de studii?	
3	Activitatea de secretariat (orar de funcționare, amabilitatea personalului, timp de așteptare)	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
4	Calitatea și acuratețea informațiilor disponibile (pe web, broșuri, pliante, afișe, ghidul studentului etc.).	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
5	Condițiile de cazare	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
6	Transparența deciziilor, disponibilitatea regulamentelor pe site-ul instituției, publicarea proceselor verbale ale ședințelor și a hotărârilor structurilor de conducere	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
7	Sistemul de burse	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
8	Laboratoare și spații de cercetare (dotări, programe, acces)	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
9	Spații de clasă / Amfiteatru (dotări, confort, funcționalitate)	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
10	Săli de lectură (confort, liniște, locuri suficiente, funcționalitate, orar)	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
11	Relevanța și utilitatea cursurilor pentru specializarea aleasă	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
12	Dezvoltarea în universitate a abilităților de comunicare (comunicare interpersonală, realizarea de prezentări, discurs public, exprimare în scris)	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
13	Activitatea de practică studentescă	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
14		foarte mulțumit

	Programul este adaptat nevoilor și ritmului meu personal	mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
15	Evenimente dedicate carierei în universitate (târguri de locuri de muncă, întâlniri cu angajatorii, etc.)	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
16	Modul în care cadrele didactice motivează, susțin și încurajează studenții în învățare	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
17	Disponibilitatea cadrelor didactice (de ex.: pentru a răspunde la întrebări, a oferi consultații, etc.)	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
18	Sprejiniul și implicarea universității în susținerea diverselor activități proprii ale studenților (participarea la concursuri și conferințe internaționale, aplicarea la proiecte proprii de cercetare sau de altă natură)	foarte mulțumit
		mulțumit
		puțin mulțumit
		deloc mulțumit
19	Sunt satisfăcut de mediul de dezvoltare profesională și personală oferit de Universitate ?	da
		nu
20	Am încredere că diploma obținută va fi garanția unor competențe profesionale valoroase pe piața muncii și în viață	da
		nu

CONTROLAREA UNUI COMPUTER PRIN GESTURI

Șerban Alexandru-Gabriel

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Inginerie industrială în limba engleză (industrial engineering), Anul de studii: I, e-mail: serbanalexandru02@yahoo.com

Conducător științific: Prof. univ. dr. ing. **Cătălin Gheorghe AMZA**

REZUMAT: Acest proiect utilizează tehnica de mișcare în salt, definită ca fiind utilizarea unui număr de senzori pentru a cartografia un spațiu de lucru sau cu alte cuvinte – crearea unui spațiu de lucru tridimensional. Conceptul care sta la baza proiectului este foarte simplu. Doi senzori ultrasonici (SU) sunt amplasați deasupra monitorului, iar aceștia o să citească distanța dintre mana noastră și monitor. Prin programarea unei plăcuțe de dezvoltare cu microprocesor Arduino, în funcție de valoarea distanței citite prin program, se vor efectua anumite acțiuni. Pentru efectuarea acțiunilor pe computer se folosește librăria Python pyautogui. Comenzile de la Arduino sunt trimise prin portul serial (USB). Aceste date o să fie citite ulterior de către python care rulează pe computer, iar în baza datelor citite o acțiune specifică va fi efectuată. Programul python este utilizat împreună cu programul arduino deoarece python preia informația brută de la placa de dezvoltare și senzori și o traduce în comenzi simple de tastatură.

CUVINTE CHEIE: arduino, python, senzori

1. Introducere

Prin folosirea unor materiale ieftine și a cunoștințelor de programare, cât și a înțelegerii interacțiunilor dintre materiale diferite și programe diverse avem capacitatea de a modifica și îmbunătăți un obiect deja existent precum un computer spre a îi mări posibilitățile de utilizare și a face ceva complet nou precum un artist ce desenează pe o pânză. Înaintea explicării pașilor producție este necesară definirea următorilor termeni și anume:

- placa de dezvoltare cu microprocesor (arduino) = o placă de circuit imprimat ce conține un procesor, cu puțin sau chiar fără hardware dedicat unei interfațe de utilizator având posibilitatea de a accepta și rula un program furnizat de utilizator;
- senzor ultrasonic = un senzor ultrasonic este un dispozitiv care poate măsura distanța către un obiect utilizând unde ultrasonore. Acesta măsoară locația prin trimiterea unei unde ultrasonore la o frecvență specifică și ascultând întoarcerea respectivei unde de sunet. Prin înregistrarea timpului trecut dintre unda de sunet generată și unda de sunet ce se întoarce este posibilă calcularea distanței dintre senzorul sonar și obiect;
- fire de conexiune = un cablu capabil să transporte energie sau semnale dintr-un loc în altul;
- software Arduino = software-ul Arduino este o platformă de tip ‘open-source’ specializată ce se bazează pe software și hardware ușor de utilizat. Plăcuțele Arduino sunt capabile de a citi semnale de intrare precum lumină sau sunet (de la diversi senzori) și de a le transforma în semnale de ieșire prin utilizarea limbajului de programare Arduino;
- Python software = Python este un limbaj de programare de nivel înalt cu scop general. Suportă paradigme de programare multiple incluzând de asemenea și o librărie standard.

Materialele utilizate au fost:

1. Placa de dezvoltare arduino



Figura 1.Placa de dezvoltare arduino Leonard

2.Senzorii ultrasonici



Figura 1.1.Senzori ultrasonici

3.Fire de conexiune de tip mamă-tată



Figura 1.2.Fire de conexiune de tip mamă-tată

Pentru această lucrare prin program se codeaza cinci acțiuni de interactiune cu un calculator și anume:

- acțiunea 1: Atunci când ambele mâini se află în fața sensorului la o anumită distanță un videoclip din VLC player o să se oprească/pornească
- acțiunea 2:Atunci când mâna dreaptă se află în fața sensorului la o distanță anume videoclipul o să meargă pe repede-înainte un pas (10 secunde)
- acțiunea 3: Când mâna stângă se află în fața sensorului la o distanță anume videoclipul o să se deruleze un pas (10 secunde)

- acțiunea 4: Când mâna dreaptă se află în fața senzorului la o anumită distanță, iar după se mișcă în fața senzorului videoclipul o să se pună pe repede înainte, iar dacă mișcă înapoi videoclipul se va derula.
- acțiunea 5: Când mâna stângă este pusă în fața senzorului la o distanță anume, iar apoi dusă înspre senzor volumul videoclipului o să crească și dacă este mișcată înapoi volumul o să scadă.

Codul este scris să facă aceste acțiuni în programul Arduino după cum urmează:

- definim pini I/O, cei doi senzori ultrasonici sunt conectați la pini digitali 2,3,4 și 5 și sunt alimentați de un curent egal cu cinci volți al pinului de alimentare. Pini Trigger sunt pini de ieșire, iar pini Echo sunt pini de intrare;
- comunicarea dintre Arduino și Python se face la o rată baud (unitatea de măsură a vitezei de comunicare într-un canal de date) de 9600 (1/9600 de secunde).
- programul în Python necesar este foarte simplu. Trebuie creată o comunicare în serie cu Arduino la rata baud corectă și apoi folosite funcțiile if și while pentru a produce acțiunile.

Pași sunt următorii: se deschide Windows command prompt și se schimbă directiva folderului python. Comanda implicită este: cd C:\Python27. În interiorul ferestrei de comanda python se folosește comanda >python -m pip install --upgrade pip pentru a îmbunătății Pip. Pip este o unealtă folosită de python pentru a instala mai ușor module.

Se folosește comanda 'python -m pip install pyautogui' pentru a instala modulul specific folosit.

```

C:\Python27>python -m pip --version
pip 1.5.6 from C:\Python27\lib\site-packages (python 2.7)

C:\Python27>python -m pip install --upgrade pip
Downloading/unpacking pip from https://pypi.python.org/packages/b6/ac/7015eb97dc749283ffdec1c3a88ddb8ae03b8fad0f0e611408f196358da3/pip-9.0.1-py2.py3-none-any.whl#md5=297dbd16ef53bcef0447d245815f5144
Installing collected packages: pip
  Found existing installation: pip 1.5.6
  Uninstalling pip:
    Successfully uninstalled pip
  Successfully installed pip
Cleaning up...

C:\Python27>python -m pip install pyautogui
Collecting pyautogui
  Downloading PyAutoGUI-0.9.36.tar.gz (46kB)
    100% |#####| 51kB 156kB/s
Collecting pymsgbox (from pyautogui)
  Downloading PyMsgBox-1.0.6.zip
Collecting PyTweening>=1.0.1 (from pyautogui)
  Downloading PyTweening-1.0.3.zip
Collecting Pillow (from pyautogui)
  Downloading Pillow-4.3.0-cp27-cp27m-win32.whl (1.3MB)
    100% |#####| 1.3MB 177kB/s
Collecting pycreeze (from pyautogui)
  Downloading PyScreeze-0.1.13.tar.gz
Collecting olefile (from Pillow->pyautogui)
  Downloading olefile-0.44.zip (74kB)
    100% |#####| 81kB 227kB/s
Installing collected packages: pymsgbox, PyTweening, olefile, Pillow, pycreeze, pyautogui
  Running setup.py install for pymsgbox ... done
  Running setup.py install for PyTweening ... done
  Running setup.py install for olefile ... done
  Running setup.py install for pycreeze ... done
  Running setup.py install for pyautogui ... done
Successfully installed Pillow-4.3.0 PyTweening-1.0.3 olefile-0.44 pyautogui-0.9.36 pymsgbox-1.0.6 pycreeze-0.1.13

C:\Python27>

```

Figura 1.3. Instalarea cu succes a modulului pyautogui

Arduino și Python comunică prin portul serial 3 (COM3), acesta poate fi schimbat în funcție de preferința utilizatorului.

```

python code for arduino leonard.py - C:\Python27\python code for arduino leonard.py (2.7.9)
File Edit Format Run Options Windows Help
import serial #Serial imported for Serial communication
import time #Required to use delay functions
import pyautogui

ArduinoSerial = serial.Serial('com3',9600) #Create Serial port object called arduinoSerialData
time.sleep(2) #wait for 2 seconds for the communication to get established

while 1:
    incoming = str (ArduinoSerial.readline()) #read the serial data and print it as line
    print incoming

    if 'Play/Pause' in incoming:
        pyautogui.typewrite(['space'], 0.2)

    if 'Rewind' in incoming:
        pyautogui.hotkey('ctrl', 'left')

    if 'Forward' in incoming:
        pyautogui.hotkey('ctrl', 'right')

    if 'Vup' in incoming:
        pyautogui.hotkey('ctrl', 'down')

    if 'Vdown' in incoming:
        pyautogui.hotkey('ctrl', 'up')

    incoming = ""

```

Figura 1.4.Codul intreg utilizat de programul Python

```

arduino_project | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help

arduino_project

const int trigger1 = 2; //Trigger pin of 1st Sensor
const int echo1 = 3; //Echo pin of 1st Sensor
const int trigger2 = 4; //Trigger pin of 2nd Sensor
const int echo2 = 5; //Echo pin of 2nd Sensor

long time_taken;
int dist,distL,distR;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigger1, OUTPUT);
  pinMode(echo1, INPUT);
  pinMode(trigger2, OUTPUT);
  pinMode(echo2, INPUT);
}

/*Function to calculate distance*/
void calculate_distance(int trigger, int echo)
{
  digitalWrite(trigger, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigger, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigger, LOW);
  time_taken = pulseIn(echo, HIGH);
  dist= time_taken*0.034/2;
  if (dist>50)
  dist = 50;
}

void loop() { //infinite loopy
  calculate_distance(trigger1,echo1);
  distL =dist; //get distance of left sensor

  calculate_distance(trigger2,echo2);
  distR =dist; //get distance of right sensor

  //Uncomment for debugging
  Serial.println("L=");
  Serial.println(distL);
  Serial.println("R=");
  Serial.println(distR);

  //Pause Modes -Bold
  if (distL >= 50 || distR >= 50 || distL < 40 || distR < 40) //Pause both hands

```

```

arduino_project | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help

arduino_project

//Pause Modes - Hold
if ((distL >40 && distR<40) && (distL <50 && distR<50)) //Detect both hands
{Serial.println("Play/Pause"); delay (500);}

calculate_distance(trigger1,echo1);
distL =dist;

calculate_distance(trigger2,echo2);
distR =dist;

//Control Modes
//Lock Left - Control Mode
if (distL==13 && distL==17)
{
  delay(100); //Hand Hold Time
  calculate_distance(trigger1,echo1);
  distL =dist;
  if (distL==13 && distL==17)
  {
    Serial.println("Left Locked");
    while(distL==40)
    {
      calculate_distance(trigger1,echo1);
      distL =dist;
      if (distL==10) //Hand pushed in
      {Serial.println ("Up"); delay (300);}
      if (distL==20) //Hand pulled out
      {Serial.println ("Down"); delay (300);}
    }
  }
}

//Lock Right - Control Mode
if (distR==13 && distR==17)
{
  delay(100); //Hand Hold Time
  calculate_distance(trigger2,echo2);
  distR =dist;
  if (distR==13 && distR==17)
  {
    Serial.println("Right Locked");
    while(distR==40)
    {
      calculate_distance(trigger2,echo2);
      distR =dist;
      if (distR==10) //Right hand pushed in

```

```

arduino_project | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help

arduino_project

calculate_distance(trigger1,echo1);
distL =dist;

//Control Modes
//Lock Left - Control Mode
if (distL==13 && distL==17)
{
  delay(100); //Hand Hold Time
  calculate_distance(trigger1,echo1);
  distL =dist;
  if (distL==13 && distL==17)
  {
    Serial.println("Left Locked");
    while(distL==40)
    {
      calculate_distance(trigger1,echo1);
      distL =dist;
      if (distL==10) //Hand pushed in
      {Serial.println ("Up"); delay (300);}
      if (distL==20) //Hand pulled out
      {Serial.println ("Down"); delay (300);}
    }
  }
}

//Lock Right - Control Mode
if (distR==13 && distR==17)
{
  delay(100); //Hand Hold Time
  calculate_distance(trigger2,echo2);
  distR =dist;
  if (distR==13 && distR==17)
  {
    Serial.println("Right Locked");
    while(distR==40)
    {
      calculate_distance(trigger2,echo2);
      distR =dist;
      if (distR==10) //Right hand pushed in
      {Serial.println ("Rewind"); delay (300);}
      if (distR==20) //Right hand pulled out
      {Serial.println ("Forward"); delay (300);}
    }
  }
}

delay(200);
}

```

Figurile 1.5,1.6 și 1.6 Codul complet al programului Arduino

Modul de asamblare este dupa cum urmează:

Pașul 1: Schema electrică

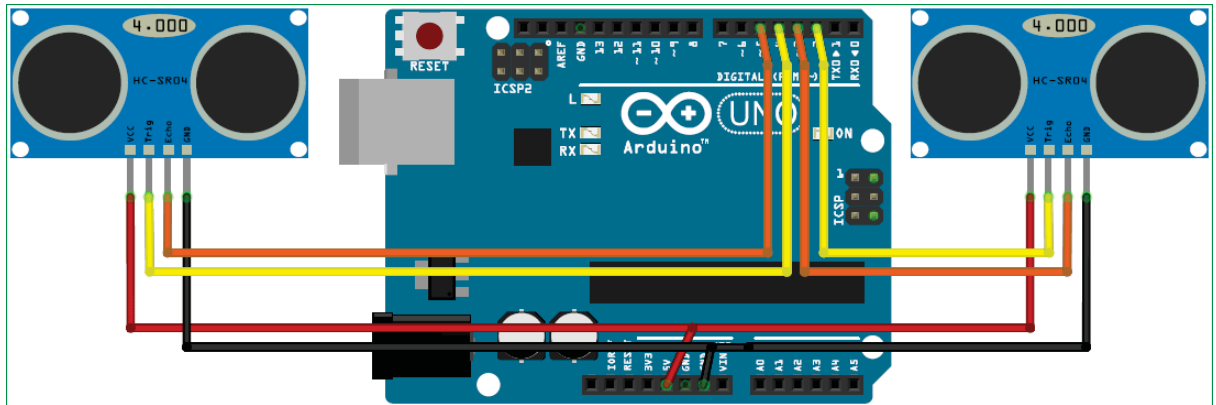


Figura 1.7.Schema electrică de conectare a senzorilor ultrasonici la placuța de dezvoltare

Pasul 2: Asamblarea

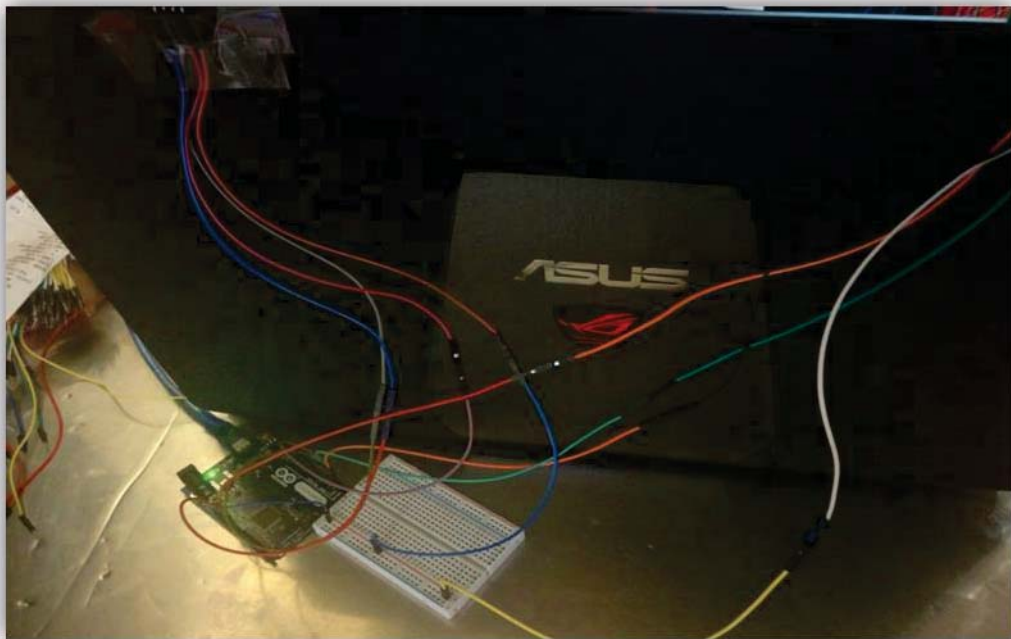


Figura 1.8.Asamblarea proiectului

Pasul 3: Testarea funcționalității



Figura 1.9. Test al asamblajului

2. Concluzii

Prin intermediul unor linii de cod și a materialelor programabile se poate transforma un calculator de tip PC, obiect utilizat în mod normal prin intermediul tastaturii și al mouse-ului într-un aparat wireless ce poate fi utilizat de la o distanță ce ține de alegerea proprie, creandu-se astfel o noua modalitate de a interacționa cu acesta. Acest lucru se poate aplica oricărui dispozitiv, atât timp cât sunt adăugate și programate componente precum senzorii, placile de dezvoltare și/sau modulele. Nu există o limită când vine vorba de ceea ce poate fi făcut prin dedicație și imaginație. O posibilitate este începutul a mii de experimente, iar prin încercare și eșec tehnologia avansează cu mult peste limitele anterioare.

RISC OCUPAȚIONAL LA LOCUL DE MUNCĂ. MUȘCĂTURA DE ȘARPE VENINOS

BRASTAVICEANU¹Virgil – Marian¹

¹Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria Securității și Sănătății în Muncă, Anul de studii: I, e-mail: virgil.brastaviceanu@gmail.com

Conducător științific: Conf. Dr. Ing. **Oana CHIVU**

REZUMAT: Prezenta lucrare are ca punct de plecare documentul "Instrucțiuni proprii de securitate și sănătate în muncă pe infrastructura feroviară", aprobat prin Dispoziția nr. 181 din 22.09.2015, a Directorului General al CNCF CFR S.A., în care nu sunt abordate aspecte privind întâlnirea cu șerpi veninoși, sau modul de comportare a lucrătorilor în cazul mușcăturii de șarpe veninos.

CUVINTE CHEIE: venin, șarpe, mușcătură

1. Introducere - Șerpi veninoși în România. Specii de șerpi veninoși și arealul acestora

În țara noastră se întâlnesc trei specii de vipere, șerpi ce fac parte din categoria șerpilor veninoși și anume

Vipera ammodytes cunoscută sub numele de vipera cu corn

Veninul ei este hemotoxic, este cea mai periculoasă specie de la noi, datorită cantității mari de venin injectate în comparație cu celelalte specii, mușcătura putându-se solda cu consecințe grave: edem, soc anafilactic, blocaj renal, tulburări de vedere, necroze în imediată apropiere a locului mușcăturii și chiar decesul. Vipera cu corn în general are un desen dorsal în romburi și este ușor de recunoscut după cornul caracteristic, așa cum este arătată în figura 1[2].

Poate fi întâlnită în zone stancoase de calcare în special, în păduri bătrâne de stejar sau alte foioase, pajiști înalte din vecinătatea acestor zone, liziere. Vipera cu corn este inconfundabilă, datorită cornului proeminent, fiind cel mai ușor de reperat în teren din toți șerpii României.



Fig. 1. Vipera cu corn [2]

Vipera cu corn este o specie termofilă (mare iubitoare de caldură), sezonul de activitate fiind aprilie – octombrie. Pe perioada rece toate speciile de viperă de la noi hibernează. În figura 2 sunt reprezentate zonele unde poate fi întâlnită vipera cu corn.



Fig.2. Arealul viperei cu corn [2]

Viperaberus – vipera de munte.

Veninul acesteia este hemotoxic și citotoxic, este mai puternic, dar pe ansamblu mușcătura este mai puțin periculoasă pentru că veninul este administrat în doze mult mai mici sau deloc, așa numita „mușcătură seacă”.

Vipera de munte este ușor de văzut, dar și mai ușor de confundat cu alți șerpi. Iubitoare de pajiști montane și fânețe seculare, dar și de stâncării sau baraje de piatră antropice, vipera de munte este mai ușor de văzut în poteci montane decât vipera cu corn. Unele forme coloristice ajung la negru parțial sau complet. De aceea vipera de munte este adesea confundată cu șarpele de casă, șarpele de apă, și alții (vezi figura 3) [2].

Vipera de munte este o specie iubitoare de habitate montane, în Carpați se întâlnește de la peste 1000 de metri altitudine. Celelalte două specii preferă locurile mai joase, fiind specii termofile. Vipera de munte poate fi văzută uzual în intervalul sfârșit de martie – început de noiembrie, dar în mod excepțional (zile foarte calde) au fost văzute exemplare active în februarie sau chiar decembrie.

Denumită în popor și viperă cu cruce, sau viperă neagră, această viperă are o răspândire mult mai largă în județele țării. În restul Europei poate fi întâlnită oriunde la altitudine de la 800 de metri în sus trecând și de 2500, sau în țările nordice, poate fi întâlnită și în zone joase, de câmpie (Scandinavia, UK, Rusia). Nu se găsește în Peninsula Iberică, fiind cea mai răspândită viperă europeană. Arealul acesteia este prezentat în figura 4.



Fig.3. Vipera de munte [2]



Fig.4. Arealul Viperei de munte [2]

Viperaursinii – vipera de stepă.

Mai puțin cunoscută datorită cultivării intensive a terenurilor, a pășunatului și implicit a fragmentării teritoriului, această specie este critic periclitată.

Vipera de stepă poate fi întâlnită și la malul mării specia este adaptată deplasării și traiului în zone nisipoase, acest lucru întamplându-se la noi doar în Delta Dunării, în special la Sfântu Gheorghe. Vipera de stepa poate fi întâlnită în celelalte județe în alte tipuri de habitat: fânețe seculare (de tip parloagă) dar și în zone de deal. Veninul viperei de stepa este hemotoxic, dar cel mai puțin periculos din cele trei specii de la noi. Aceasta specie este ușor de confundată cu vipera de munte și este prezentată în figura nr. 5. Poate fi întâlnită în zonele prezentate în figura 6. [2]



Fig. 5. Vipera de stepă [2]



Fig. 6. Arealul viperei de stepă [2]

2. Stadiul actual

După un studiu amănunțit al acestui aspect, am constatat că nici colegii de la C.N.A.I.R. nu au acest risc abordat, sfera de aplicare a informațiilor din prezentele instrucțiuni este:

- Calea ferată – CNCF CFR S.A., CFR CĂLĂTORI, CFR MARFĂ, toți operatorii de trafic feroviar de marfă și călători;
- C.N.A.I.R.;
- Constructori din domeniul căi ferate sau drumuri;
- Angajatori din domeniul hidroelectric, exploatare și construcții;
- Angajatori din domeniul telecomunicațiilor, exploatare și construcții;
- Angajatori din domeniul exploatărilor forestiere și silvicultură;
- Angajatori din domeniul meteorologiei;
- Angajatori din zootehnie;
- Angajatori din turism, cabanieri, gizi montani, salvamontiști sau jandalerie montană;
- Persoane fizice ce desfășoară activități de plată cu ziua la cosit;
- Turiști .

3. Evaluarea riscului

Pentru evaluarea riscului ocupațional nu luăm în calcul decât mediul de muncă, pentru acesta este cel care ne furnizează riscul de mușcătură de șarpe veninos.

Tabelul 1. Fișa de evaluare a riscului

UNITATEA: <i>U.P.B., I.M.S.T., MASTER I.S.S.M.</i>	FIȘA DE EVALUARE	NUMĂR PERSOANE EXPUSE: SESIUNE DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE
LOCUL DE MUNCĂ: <i>LUCRĂTOR</i>		DURATA EXPUNERII: ECHIPA DE EVALUARE: <i>Virgil – Marian BRASTAVICEANU Oana CHIVU Ștefan FUNAR</i>

COMPONENTA SISTEMULUI DE MUNCĂ	FACTORI DE RISC IDENTIFICAȚI	FORMA CONCRETĂ DE MANIFESTARE A FACTORULUI DE RISC (descriere, parametri)	CONSECINȚA MAXIMĂ PREVIZIBILĂ	CLASA DE GRAVITATE	CLASA DE PROBABILITATE	NIVEL PARȚIAL DE RISC
0	1	2	3	4	5	6
MEDIUL DE MUNCĂ	FACTORI DE RISC FIZIC	1. Desfășurarea de activități în zone în care există șerpi veninoși, fapt ce poate conduce la apariția mușcăturii de șarpe veninos.	DECES	7	1	3

4. Plan de prevenire și protecție

Chiar dacă am considerat categoria de probabilitate 1, ceea ce ne-a condus la un nivel parțial de risc 3, ținând cont de consecința maximă previzibilă care este DECESUL, trebuie realizat planul de prevenire și protecție, pe care l-am sintetizat doar pentru măsurile relevante.

Tabel 2. Plan de prevenire și protecție

Risc evaluat	Măsuri organizatorice	Măsuri igienico sanitare	Acțiuni în scopul realizării măsurii	Termen de realizare	Persoana care răspunde de realizarea măsurii
Muscătură a de șarpe veninos.	Instruirea lucrătorilor privind comportamentul în cazul întâlnirii cu șarpele, sau a mușcăturii de șarpe veninos. Organizarea activității astfel încât să se elimine lucrul izolat. Acordarea de E.I.P. specializat. Organizarea de puncte de prim ajutor specializate.	Dotarea punctelor de prim ajutor cu mijloacele necesare eliminării consecinței provocate de mușcătura de șarpe veninos. Dotarea serviciilor SMURD cu ser antiviperin.	Elaborarea de instrucțiuni pentru conștientizarea lucrătorilor asupra riscului. Organizarea locurilor de muncă prin eliminarea celor izolate. Achiziționarea de EIP care să atragă atenția viperei într-o zonă unde mișcătura să nu afecteze persoana Achiziția de mijloace necesare dotării punctelor de prim ajutor. Dotarea cu antiviperin	Imediat Permanent Permanent La începerea fiecărei investiții/deschidere de șantier. Permanent	Master I.S.S.M. Șef de Șantier / angajator Angajator Șef de Șantier / angajator Serviciul SMURD

5. Recunoașterea șarpelui veninos

După cum am arătat în capitolele anterioare, între șerpii de la noi din țară, este o asemănare destul de mare, iar cofuzia poate da naștere la alarme false, sau la acțiuni inconștiente care să conducă la deces.

Vipera cu corn este relativ ușor de distins datorită coloritului arămiu și a cornului specific acestei specii. Celelalte două specii, sunt foarte ușor de confundat cu șarpele de casă sau cu șarpele de apă. Diferența esențială dintre șarpele veninos și cel neveninos este aspectul pupilei oculare, și anume:

- Pupilă verticală asemănătoare cu cea a pisicii = viperă

- Pupilă rotundă = specia neveninoasă
- Pentru exemplificare vă prezint exemple în figurile de mai jos. [2]



Fig. 7. Vipera cu corn – pupilă verticală – șarpe veninos [2]



Fig.8. Vipera de munte – pupilă verticală – șarpe veninos [2]



Fig. 9. Șarpe neveninos – pupilă rotundă[2]

6. Instrucțiuni specifice S.S.M. privind mușcătura de șarpe veninos

Pentru ca documentul elaborat în acest sens, să îmbrace forma unei instrucțiuni S.S.M., ne-am folosit de metodologia de elaborare a instrucțiunilor, publicată de către Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Muncii "Alexandru Darabont" .

Terminologie

Termenii și expresiile folosiți/folosite în prezentele instrucțiuni sunt cei prezentați în art. 2 din NORMELE METODOLOGICE de aplicare a Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006.

Capitolul 1. Conținutul, Scopul și aplicarea instrucțiunilor

Prezentele instrucțiuni conțin reguli minimereferitoare la prevenirea riscurilor profesionale, protecția sănătății și securitatea lucrătorilor, informarea, consultarea, instruirea lucrătorilor și a reprezentanților lor, și sunt întocmite conform Legii nr. 319/2006 a securității și sănătății în muncă, prin concretizarea prevederilor din Hotărârea Guvernului nr. 1425/2006 cu modificările și completările ulterioare.

Elaborarea instrucțiunilor proprii s-a realizat ținând seama de particularitățile activităților în zone în care riscul de întâlnire cu șerpii veninoși nu poate fi eliminat prin măsuri ce pot fi implementate de angajatori. Prezentele instrucțiuni, se vor revizui periodic și vor fi modificate, ori de câte ori este necesar.

Scop

Scopul prezentelor instrucțiuni este acela de a măări gradul de cunoaștere al lucrătorilor, privind comportamentul acestora în cazul întâlnirii, mușcăturii și a acțiunilor post mușcătură al acestora.

Prezentele instrucțiuni au ca scop instituirea de măsuri privind reducerea la minimum a consecinței majore (deces) în cazul mușcăturii de șarpe veninos.

Domeniul de aplicare

Prezentele instrucțiuni sunt aplicabile tuturor activităților economice, turistice, casnice sau de altă natură desfășurate în zonele în care se găsesc acești șerpi veninoși.

Agenții economici care efectuează sau prestează activități pe aceste zone vor instrui salariații din prezentele prevederi.

Prezentele instrucțiuni nu sunt limitative, acestea se vor completa cu prevederi din reglementările apărute la nivel național și din condițiile concrete de lucru. Prevederile prezentelor instrucțiuni proprii, se aplică cumulativ cu celelalte reglementări specifice activității.

Capitolul 2. Obligații și atribuții. Conducerea unității

Față de obligațiile generale ale angajatorului, impuse de legislația de specialitate, angajatorul are obligația de a adopta toate măsurile organizatorice pentru diminuarea la maximum a riscului provocat de mușcătura de șarpe veninos.

Conducătorii locurilor de muncă

Conducătorul locului de muncă, în vederea diminuării efectelor mușcătirii de șarpe veninos este obligat să amintească lucrătorilor din subordine prevederile prezentelor instrucțiuni, înaintea începerii activităților zilnice.

Lucrătorii

Fiecare lucrător trebuie să își desfășoare activitatea, în spiritul prevenirii riscului provocat de mușcătura de șarpe veninos și conștient de faptul că întâlnirea cu vipera este un eveniment aproape iminent, iar comportamentul său trebuie adaptat situației date.

Capitolul 3. Organizarea activității de securitate și sănătate în muncăserviciul intern de prevenire și protecție

Pe lângă sarcinile specifice, impuse de legislația de specialitate, serviciul intern de prevenire și protecție, achiziționează prezentele instrucțiuni, sau elaborează instrucțiuni proprii specifice în vederea diminuării riscului în cauză. Efectuează instruirii specializate atât cu conducătorii locurilor de muncă, cât și cu lucrătorii, pentru ridicarea nivelului de conaștere și dezvoltarea unor deprinderi bazate pe prevenția riscului.

Serviciul de medicină a muncii

Serviciul de medicina muncii, propriu sau contractat de către angajator, prin sprijin financiar al angajatorului, asigură dotarea centrelor de prim ajutor, de la punctele de lucru din zonele amintite, cu dotările necesare eliminării efectelor mușcăturii de șarpe veninos.

Comitetul de securitate și sănătate în muncă

Comitetul de securitate și sănătate în muncă aprobă achiziționarea dotărilor necesare punctelor de prim ajutor, și urmărește desfășurarea acestora.

Capitolul 4. Organizarea activității și a locului de muncă, organizarea activității

Activitatea trebuie organizată în echipe, astfel încât să nu existe lucrători izolați, să poată fi permanent supravegheați.

Organizarea locului de muncă

Locurile de muncă trebuie organizate astfel încât să existe îndeplinite condițiile tehnice de comunicare între diferitele puncte de lucru și conducătorul acestuia și/sau punctul de prim ajutor.

Dotări social-sanitare, punctele de prim-ajutor.

Punctele de prim ajutor din zonele unde riscul de mușcătură de șarpe veninos, este prezent, trebuie dotate cu:

- Targă pentru transportat accidentatul;
- Pat cu posibilitatea de rabatare de la jumătate;
- Pompă de aspirație a veninului din zona mușcăturii;
- Garou;
- În cazul în care există personal medical specializat, ser antiviperin.

Capitolul 5. Instruirea de securitate și sănătate în muncă a lucrătorilor

Instruirea lucrătorilor se realizează în conformitate cu prevederile legale, respectându-se cele trei faze de instruire:

- a. instruirea introductiv - generală;
- b. instruirea la locul de muncă;
- c. instruirea periodică;

și instructajul zilnic la începutul lucrului, de circa 10 minute unde se amintesc activitățile zilnice și condițiile de realizarea nepericuloasă a activității.

În cadrul celor trei faze de instructaj, riscul mușcăturii de șarpe veninos va avea următoarele componente:

Cum ar trebui să procedăm când ne iese în cale un șarpe

Dacă observăm un șarpe înainte ca el să ne simtă, cel mai înțelept lucru este să îl ocolim.

Nicoidantă nu trebuie să încercăm să-l omorâm sau să-l îndepărtăm din drumul nostru dacă poate fi ocolit.

Este posibil să nu-l observați la timp și să vă surprindă apropierea de acesta, de obicei omul se panichează dar și șarpele. Dacă printr-un pas înapoi v-ați îndepărtat de acesta, stați nemișcat și urmăriți vipera cu privirea, aceasta se va ascunde.

Ce trebuie să faci dacă ești mușcat de viperă

Dacă ești mușcat de viperă, trebuie să știi că în cinci ore se poate muri, prin sufocare, dar decesul în astfel de cazuri survine rar. Un motiv este dat de faptul că mai mult de jumătate din mușcăturile de viperă sunt "uscate" fără inoculare de venin.

Simptomele mușcăturii de viperă sunt următoarele[1]:

- durere acută
- umflarea zonei afectate
- una sau două urme de înțepătură
- semiinconștiență

- decolorarea sau colorarea în violet sau negru a pielii din zona în care a pătruns veninul și necrozarea țesuturilor
- senzație de greață, vomă, tulburări de vedere, dificultăți de respirație, transpirație excesivă, dureri abdominale, sete, anxietate și posibilă pierdere a cunoștinței.

În cazul manifestării acestor simptome, atunci mușcătura a fost cu inoculare de venin și pacientul trebuie să ajungă în cel mai scurt timp la medic.

După ce ați sunat la 112, poziționați victima într-o poziție culcată, cu capul și bustul puțin ridicate și locul mușcăturii poziționat sub nivelul inimii.

Activitatea fizică trebuie să fie redusă la minim, pentru a putea avea un puls cât mai scăzut.

Se va curăța rana cu apă și săpun sau cu șervețele antiseptice din trusa de prim ajutor. Se vor elimina orice bijuterii sau alte elemente strănse pe corp (curele, bretele), pentru că în caz de reacții adverse la venin, cum ar fi umflături de tip șoc anafilactic, hainele și accesoriile vor pune probleme serioase la îndepărtare.

Se asigură confortul termic și, dacă este posibil, se administrează oxigen.

Permanent se monitorizează semnelor vitale ale victimei (n.r. pulsul și respirația) se va face în permanență.

Se trasează marginea zonei umflate la fiecare 15 minute cu un pix pentru a ajuta doctorii să judece gradul de expunere la venin.

Ce nu trebuie să faci dacă ești mușcat de viperă

NU încerca să tai de-a lungul urmelor de colți și nu suge sângele cu venin, pentru că acesta se răspândește atât de repede încât nu vei avea ocazia să extragi prea mult.

O tăietură în piele nu creează decât o rană urâtă și crește riscul de infectare, cu niciun beneficiu medical real.

NU se aplică un dispozitiv de aspirație decât de către cadre medicale.

NU se aplică un garou, pentru că dacă veninul rămâne concentrat în jurul mușcăturii, acesta va distruge rapid celulele, dar dacă îi este permis să se răspândească, toxinele se vor dilua și se va reduce riscul de leziune a țesuturilor.

NU se aplică gheață sau obiecte reci, pentru că extragerea prin aspirație a veninului poate fi serios îngreunată de răcirea puternică a zonei.

NU se va folosi ser antivenin ca măsură de prim ajutor pe teren, din cauză că multe persoane au diferite alergii și pot avea un șoc anafilactic.

NU se vor consuma băuturi alcoolice, cafea și stimulente, care ar crește ritmul cardiac și astfel veninul ajunge mai repede în inimă.

Ce trebuie să comunicăm în caz de mușcătură de viperă

Dacă intervine mușcătura de viperă urmată de simptomele prezentate anterior, apălați numărul de urgență 112, și comunicați obligatoriu următoarele:

- Locul exact unde se află victima, cu eventualele variante de traseu;
- Ora exactă când a avut loc evenimentul;
- Și nu uitați să specificați cășarpele a fost veninos sau nu.

Prin aplicarea măsurilor de prim ajutor acordate victimei, conform celor enumerate la pct. 5.2. și un timp de prezentare cât mai scurt la medic, victima se reface în câteva zile.

Capitolul 6. Dotareacu echipament individual de protecție

Din sortimentele E.I.P. care răspund eficient la mușcătura de viperă putem enumera doar încălțăminte (bocanci) înalți, cu manșete groase în dreptul gleznelor, și de preferat pe respectiva zonă manșeta să fie de culoare deschisă.

Această abordare a încălțăminte se întâlnește la trupele din arma vânători de munte, care poartă bocanci peste care se formează o manșetă din ciorapii de culoare albă, special ca vipera să muște în regiunea manșetei, iar veninul să nu intre în corpul omului.

Pentru exemplificare, în figura 10 am arătat bocancii vânătorilor de munte[3].



Fig. 10. Bocancii vânătorilor de munte [3]

7. Concluzii

Întrucât informațiile din prezenta lucrare se adresează unei sfere destul de largă de angajatori, sper ca aceasta să aducă un plus atât în afacerea desfășurată, dar mai ales lucrătorilor, prin dezvoltarea unei conștiințe ocupaționale bazate pe prevenție.

Contribuția personală la această lucrare, constă în culegerea și transpunerea informațiilor într-un format specific SSM, astfel încât acesta să poată fi adoptat de toți angajatorii interesați.

8. Bibliografie

- [1]. Alexandru Darabont, dr. Ileana Grigoriu, (1999), *PRIMUL AJUTOR LA LOCUL ACCIDENTULUI*, Tipografia de sud Craiova
- [2]. <http://www.dorupanaiteescu.ro>
- [3]. <https://www.rumaniamilitary.ro/>

MICROCLIMATUL. FACTOR DE INFLUENȚĂ ASUPRA CONDIȚIILOR DE LUCRU

TĂNASE¹ Maria¹, DOBRESCU² Cristina²

¹Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria Securității și Sănătății în Muncă, Anul de studii: I, e-mail: tanase_maria27@yahoo.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Oana CHIVU**

REZUMAT: În cadrul lucrării se realizează un studiu privind microclimatul în interiorul unei clădiri încareomul își desfășoară activitatea. Lucrarea își propune exemplificarea unei măsurători practice a umidității dintr-o clădire. Totodată, pe baza măsurătorilor, se va face o analiză comparativă a diagramelor de umiditate medie pe un perete afectat de infiltrațiile de apă. Aceste comparații vor fi reprezentate grafic cu ajutorul softului LabVIEW, atât în spațiul bidimensional cât și tridimensional.

CUVINTE CHEIE: clădire, umitate, umidometru, măsurători

1. Introducere

Mediul de muncă este reprezentat de ambientul în care executantul își desfășoară activitatea la locul de muncă. Mediul de muncă cuprinde pe de o parte mediul fizic ambiant {spațiul de lucru, condiții de iluminat, microclimat (temperatură, umiditate, curenți de aer), zgomot, vibrațiile, radiațiile, puritatea aerului}, iar pe de altă parte mediul social.

Microclimatul la locul de muncă: Componentă a mediului fizic de muncă formată din ansamblul condițiilor de temperatură, umiditate, viteza curenților de aer și intensitatea radiațiilor calorice care caracterizează starea aerului din interiorul unui spațiu de lucru închis sau din vecinătatea unor sisteme tehnice adăpostite de acest spațiu.

Microclimatul la locul de muncă:

- influențează securitatea, sănătatea și capacitatea de muncă a executanților în situația în care parametrii sai nu se încadrează în anumite limite de confort conform reglementărilor în vigoare.
- este determinat de: temperatura și umiditatea aerului, de viteza curenților de aer, de temperatura suprafețelor și de radiațiile calorice emise în zona de lucru.

Microclimatul la locul de muncă trebuie să asigure menținerea echilibrului termic al lucrătorilor corespunzător cu cantitatea de căldură degajată de organism în funcție de efortul determinat de activitatea desfășurată. În mecanismul de termoreglare acționează simultan și se condiționează reciproc, în funcție de efortul fizic depus, toți parametrii de microclimat.

Astfel, microclimatul la locul de muncă trebuie considerat în raport cu:

- limitele de adaptabilitate a organismului uman;
- efortul fizic determinat de activitate (cheltuieli de căldură metabolică);
- îmbrăcămintea executantului;
- caracteristicile procesului tehnologic respectiv.

Realizarea confortului termic într-o încălzire presupune atingerea și menținerea la valori prestabilite a temperaturii, umidității, vitezei curenților de aer, conținutului de noxe. Această cerință se realizează printr-o anumită rată de reînnoire a aerului, care este variabilă în funcție de destinația încălzirii.

Clădirile sunt obiecte materiale destinate satisfacerii anumitor cerințe ale celor ce le ocupă sau le-au

executat. Mediul ambiant interior este format din spațiul ocupat de construcție, iar suprafețele sale, numite elemente de anvelopă, reprezintă delimitarea de mediul exterior. Din acest motiv, pe tot parcursul existenței sale, construcția se găsește în relații de interacțiune continue între cele două medii – interior și ambiant.

În general umiditatea excesivă în interiorul clădirilor conduce la degradarea elementelor de construcție, dar și la un disconfort continuu a ocupanților acesteia.

Din cauza diferenței dintre presiunea parțială a vaporilor de apă din încăperi și de aerul exterior, în perioadele cu temperatură scăzută, tendința vaporilor este de a migra din aerul cald spre aerul rece, prin intermediul elementelor de închidere permeabile. Fluxul vaporilor migratori depinde de permeabilitatea materialelor la aceștia și de diferența de presiune.

În procesul de migrațiune, apa sub formă de vapori poate pătrunde în zone a căror temperatură să favorizeze condensarea. În aceste zone se depune sub formă lichidă surplusul de vapori, care conduce la umezirea construcției. Printre efectele acestui proces se numără: scăderea calității izolației termice, degradări ca urmare a procesului de îngheț-dezghet a construcției și pete datorate sărurilor pe fețele exterioare după uscare.

Ipoteza regimului staționar de migrație a vaporilor, spune că variația presiunii parțiale pe grosimea unui strat este liniară, acest lucru se poate exprima cu ajutorul formulei 1, funcția fiind de gradul întâi.

$$\frac{\Delta P_{pr}}{t} = f(p, t) \quad (1)$$

În cazul unui element cu mai multe straturi de materiale diferite, diagrama presiunii parțiale a vaporilor are forma unei linii frânte, compuse din segmente liniare, cu pante variabile în funcție de permeabilitatea materialului. Acest lucru este exprimat prin formula 2, unde α reprezintă permeabilitatea materialului.

$$\frac{\Delta P_{pr}}{t} = f(p, \operatorname{tg}(\alpha \cdot t)) \quad (2)$$

Presiunea de saturație a vaporilor de apă depinde doar de temperatură, iar valorile acesteia sunt precizate în literatura de specialitate. Alura generală a diagramei de variație a presiunii de saturație, urmărește alura diagramei de temperatură pe grosimea elementului.

Investigarea din punct de vedere termotehnic a clădirilor existente urmărește, în general:

- Localizarea condensului pe zone din structura elementului;
- Stabilirea riscului de condensare a apei sub formă de vapori în element;
- Evaluarea volumului de apă formată în masa elementului în perioada cu temperaturi scăzute;
- Posibilitatea eliminării totale a apei prin evaporare în perioada caldă;
- Gradul de umezire a materialelor, în special a materialelor termoizolatoare;
- Nivelul de acumulare progresivă a apei de la an la an, datorită evaporării incomplete.

În scopul adoptării unor măsuri tehnice eficiente pentru asigurarea condițiilor optime de confort din clădirile noi, precum și de reabilitare în același scop a clădirilor aflate în exploatare, trebuie avută în vedere relația strânsă existentă între transferul de căldură și migrația vaporilor de apă prin elemente de închidere, cât și interdependența dintre efectele pe care le generează cele două fenomene în spațiile clădirilor și în structura elementelor de construcții de închidere sau de separare între spații cu temperaturi diferite.

Există instrumente care răspund acestor cerințe având ca aplicații supravegherea de bază, inspecția de control, măsurarea și monitorizarea nivelului de umiditate și diagnosticarea cauzelor. Aceste instrumente sunt prevăzute cu două moduri de operare – căutare și măsurare – și vin în sprijinul distingării umezelii de suprafață de cea de adâncime, informație esențială atunci când trebuie determinată cauza problemei.

2. Studiul de caz

Lucrarea de față își propune și o măsurare experimentală a unui perete din cărămidă. Pentru exemplificare, a fost aleasă clădirea din Splaiul Independenței nr. 290, cămin P5, din Municipiul București,

sector 6, care este o clădire destinată locuirii de către studenții Facultății de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice din cadrul Universității „POLITEHNICA” din București. Pentru menținerea umidității din pereții exteriori ai clădirii în limitele indicate de standardele în vigoare, ar fi necesară o monitorizare periodică în vederea stabilirii zonelor afectate de umiditate sau cu alte cuvinte a stabilirii diagramelor secțiunilor umede.

În acest scop a fost ales un perete de la parter, care are suprafața exterioară aflată parțial sub nivelul solului, lucru ce se poate vedea în figura 1.



Fig. 1. Perete exterior din clădire

Aparatura folosită și condițiile de măsurare sunt enunțate în continuare. Pentru a identifica sursele și zonele de infiltrare ale apei s-au efectuat măsurări de suprafață ale umidității în peretele exterior cu ajutorul unui aparat BD-2100, produs de firma DELMHORST (a se vedea figura 2), ce utilizează electrozi-tijă care se introduc în perete.

Aparatele de măsurare la suprafață sunt concepute pe baza rezistențelor electrice diferite ale tencuielii între două puncte situate la o distanță fixă, în funcție de apa conținută (a se vedea figura 3, stânga și dreapta).

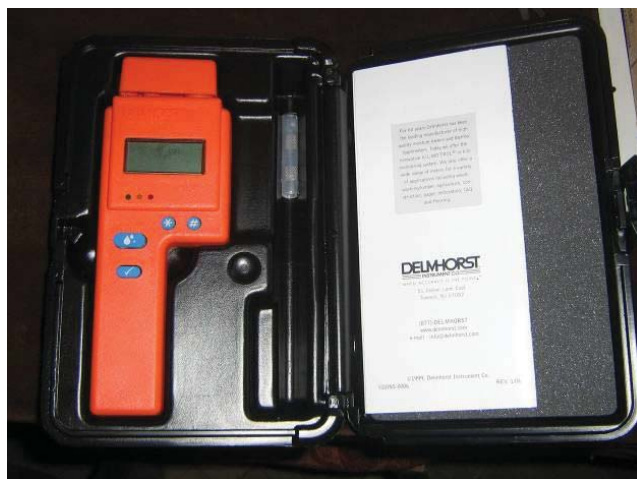


Fig. 2. Aparat DELMHORST pentru determinarea umidității în elemente de construcții



Fig. 3. Valorile umidității în două puncte diferite

Măsurătorile au fost efectuate în puncte echidistante aflate la o distanță de 500 mm (0,5 m) unele față de altele, atât pe înălțimea peretelui, cât și pe lungimea acestuia.

Achiziția de date s-a efectuat manual, iar datele au fost prelucrate cu ajutorul LabView de la National Instruments. Pe lângă măsurătorile efective, s-au luat în considerare următorii parametrii ambientali:

- Temperatura deasupra nivelului solului 20°C;
- Temperatura sub nivelul solului 23°C;
- Umiditatea relativă a aerului din sală: 38,4 %;
- Umiditatea relativă atmosferică: 31,2%;

Pentru măsurarea condițiilor de microclimat se folosește un higrometru, ale cărui valori sunt înregistrate digital printr-un grafic ce reprezintă temperatura aerului, umiditatea aerului și punctul de rouă.

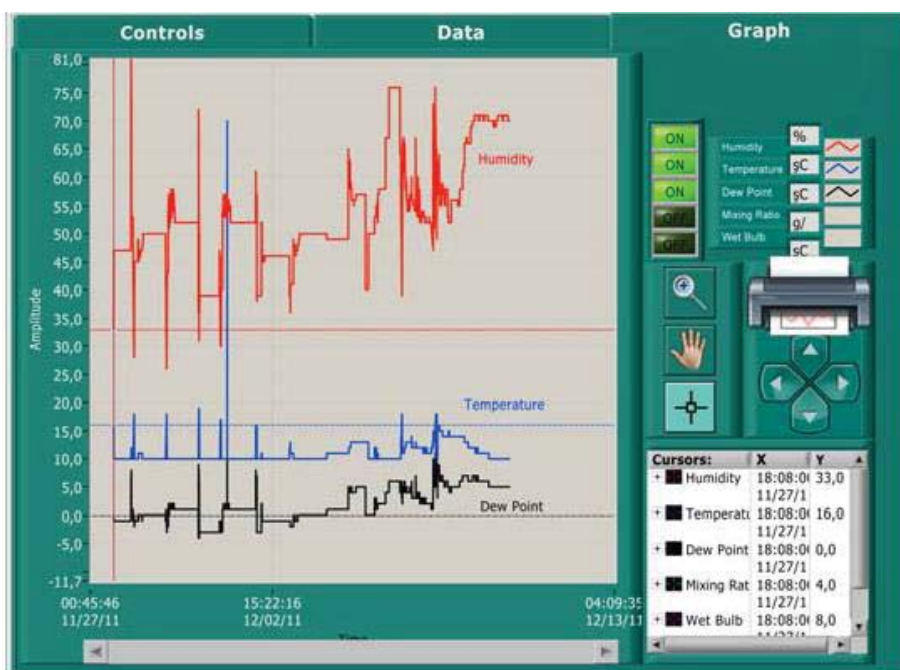


Fig. 4. Înregistrarea valorilor microclimatului

Umiditatea relativă a aerului din încăpă se explică prin faptul că apa infiltrată aflată în peretele exterior se evaporă la suprafața peretelui. De asemenea, lipsa unei ventilații continue și constante a încăperii duce la acumularea unei cantități excesive de vapori în aer, care cuplată cu temperatura crescută scade confortul termic resimțit de persoanele aflate în încăpă.

În figurile următoare se prezintă diagramele secțiunilor umede ale peretelui exterior, asupra căruia s-au efectuat determinările experimentale. Graficele sunt obținute cu ajutorul LabView.

În figurile 4, 5 și 6 sunt reprezentate valorile umidității, determinate în urma măsurătorilor experimentale efectuate conform cu specificațiile menționate anterior (lungime, înălțime la 0,5 m). Au fost utilizate diferite moduri de reprezentare a datelor, în scopul evidențierii zonelor afectate de umiditate.

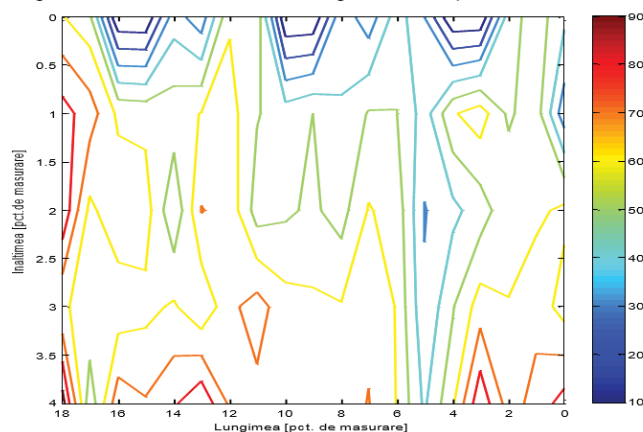


Fig. 5. Diagrama secțiunilor umede - reprezentare în 2D

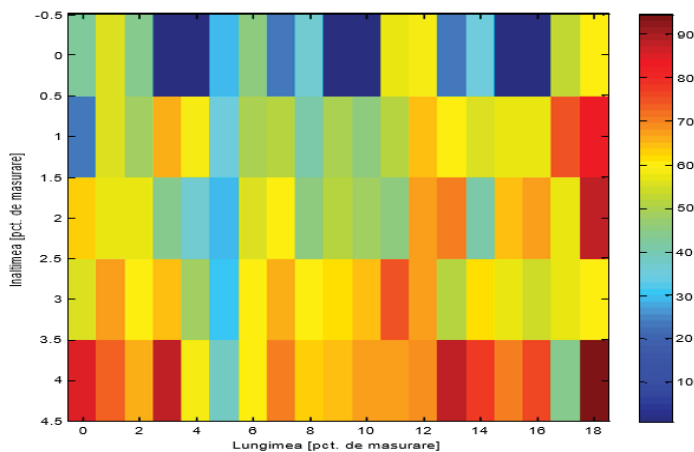


Fig. 6. Diagrama secțiunilor umede - reprezentare în 2D

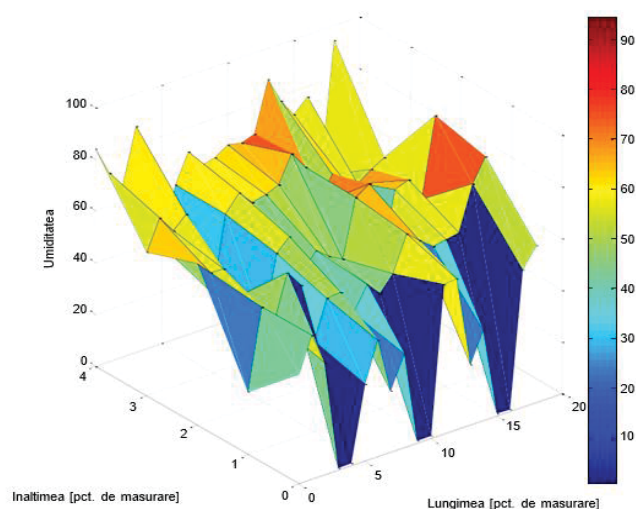


Fig. 7. Diagrama secțiunilor umede - reprezentare în 3D

Din diagramele anterioare, ies în evidență zone cu umiditate excesivă, cu predominanță în partea inferioară a peretelui. Acestea sunt expuse prin culoare roșie.

În continuare sunt evaluate prin interpolare valorile maxime și minime ale umidității, iar rezultatele sunt expuse grafic atât bidimensional cât și tridimensional.

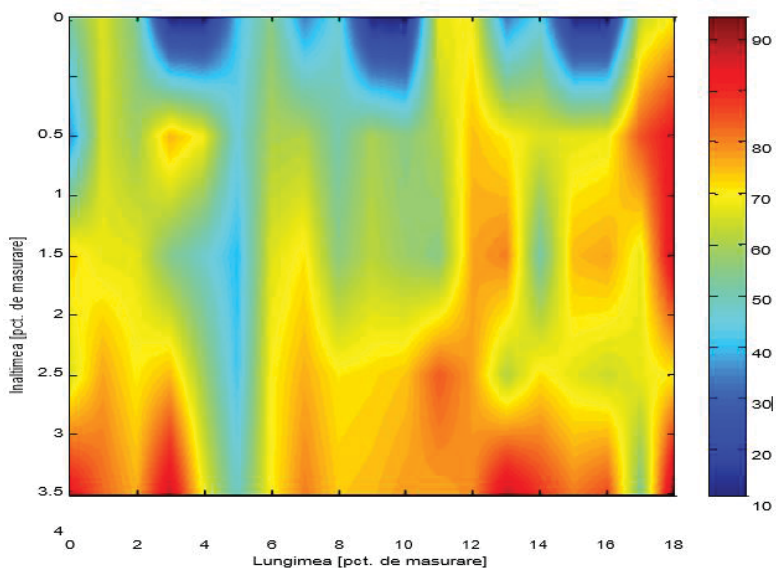


Fig. 8. Diagrama secțiunilor umede cu valori interpolate – reprezentare 2D

Prin interpolarea datelor achiziționate experimental, se obțin diagrame mult mai sugestive din punct de vedere al reprezentării gradului de umiditate al tencuiei peretelui exterior. [1]

Toate determinările au fost făcute conform STAS 6472/4-92 și C107/6, pe baza lucrării *Investigarea „în situ” a cauzelor condensului la clădiri individuale utilizând termografia în infraroșu*, autori M. Georgescu, G. Rodan, Revista Construcțiilor, februarie 2005 cu mențiunea că pentru măsurare a fost folosit un aparat ce utilizează electrozi-tijă. [2]

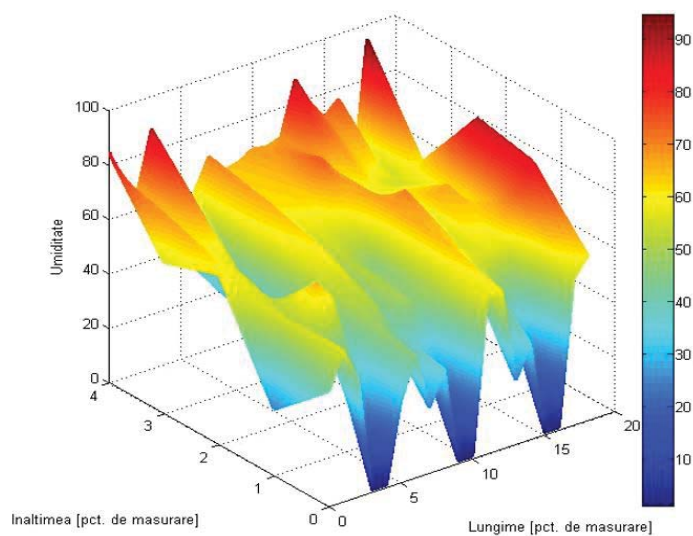


Fig. 9. Diagrama secțiunilor umede cu valori interpolate – reprezentare 3D

3. Concluzii

Prin această metodă experimentală de măsurare, se pot monitoriza elemente de zidărie din punct de vedere al umidității relative sau orice construcție aflată în folosință, care prezintă riscuri de degradare a integrității structurale din cauza prezenței apei.

Aceste măsurări și monitorizări, se pot efectua în ciclu continuu sau periodic, în funcție de importanța construcției, precum și de cantitatea de apă prezentă în mediul ambiant sau în anvelopa clădirii.

Această metodă analizată, în lucrarea de față, este menită să prevină apariția degradărilor din structură ale construcției, prin identificare și prevenire în timp util a prezenței apei în elementele de zidărie, precum și a cauzelor ce survin acestui fenomen.

Pe baza acestor determinări, pot fi propuse spre aplicare tehnici de restaurare / reconstrucție, cu scopul de a reduce la maxim prezența apei, deoarece este aproape imposibil să fie eliminată complet, întrucât zidăria și tencuiala nu vor fi niciodată mai uscate decât mediul în care se află.

4. Bibliografie

[1]*** - STAS 6472/4-92 și C107/6;

[2] Georgescu M., Rodan. G (2005), „ Investigarea „în situ” a cauzelor condensului la clădiri individuale utilizând termografia în infraroșu”, Revista Construcțiilor, februarie 2005;

ZGOMOT-FACTOR DE RISC

CIMPOERU¹ Adela¹, PATRU² Lucia²

¹Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria Securității și Sănătății în Muncă, Anul de studii: Master an I, e-mail: cimpoeru.adela@yahoo.com,

Conducător științific: Conf. Dr. Ing. **Oana Roxana CHIVU**, S.l.dr.ing. **Zoia AMZA**

REZUMAT: Traind într-o lume în care zgomotul devine din ce în ce mai intens și peste tot întâlnit, iar zgomotul intens pe perioade lungi, ca de exemplu zgomotul profesional, este foarte periculos pentru sănătate, deoarece acțiunea lor se manifestă cu timpul, fără să ne dăm seama, am ales să facem un studiu al zgomotului dintr-o întreprindere. Am realizat determinarea expunerii la zgomot într-o societate producătoare de textile (cabluri, chingi) asupra mijloacelor de producție.

CUVINTE CHEIE: zgomot, sonometru, decibel

1. Introducere

Zgomotul se definește ca un sunet sau amestec de sunete, discordante, puternice, neplăcute, gălăgie, vacarm, vuiet, tunet etc.

Zgomotul este un sunet nedorit și neplăcut auzului. Este caracterizat de cele două însușiri importante ale sale: intensitatea, măsurată în decibeli [dB], și frecvența, măsurată în hertzi [Hz]. Intensitatea zgomotului se măsoară în dB, iar scara de măsură este logaritmică. O conversație normală are cca 65 dB, iar strigătul are în jur de 80 dB. Deși diferența dintre conversația normală și strigăt este de numai 15 dB, intensitatea strigătului este de 30 de ori mai mare.

Definiția zgomotului profesional nu corespunde definiției generale a zgomotului (orice sunet nedorit, jenant), deoarece din punct de vedere psihofiziologic, în marea majoritate a cazurilor el este indiferent, nici dorit, nici nedorit, fiind acceptat în cadrul obligațiilor profesionale, cu motivația retribuției corespunzătoare.

2. Stadiul actual

În cele ce urmează voi face referire la zgomotul profesional, astfel:

Locurile de muncă cu zgomot intens sunt foarte numeroase, cele mai răspândite fiind: în industria metalurgică și constructoare de mașini, în industria textilă, în industria minieră, în industrializarea lemnului, în transporturi, în construcții, în agricultură dar și în alte sectoare de servicii, cum ar fi educație, sănătate, baruri și restaurant

Statisticile actuale estimează că pe glob se înregistrează aproximativ 160 de milioane de cazuri de boli profesionale în fiecare an; 30-40% din acestea evoluând implacabil în sensul cronicizării, iar 10% determinând incapacitate permanentă de muncă.

Unii factori fizici precum zgomotul, vibrațiile și radiațiile ionizante influențează sănătatea forței de muncă în proporție de 40% în țările industrializate și peste 80% în țările în curs de dezvoltare, acționând în sensul tulburării auzului, deprecierii mișcărilor și gesturilor suportate de sistemul osteoarticular și muscular și, nu în ultimul rând, în sensul dezvoltării unor formațiuni maligne care pot degenera în cancer.

Efecte asupra sănătății Expunerea la zgomot poate cauza o multitudine de riscuri pentru securitate și sănătate:

- Pierderea auzului: zgomotul excesiv dăunează celulelor urechii interioare, ducând la pierderea auzului. Primul simptom este incapacitatea de a auzi sunete înalte. După care apar dificultățile în auzirea sunetelor joase.

- Tinnitus (Țiuit): senzație de țiuțiu, sâșâit, vâjâit, la nivelul urechilor

Acești afectează nu numai auzul, ci și alte organe ale corpului sau ale sistemului uman. Este deja cunoscut că zgomotul:

- crește presiunea sanguină
- are efecte cardiovasculare negative, prin schimbarea frecvenței bătăilor inimii;
- crește frecvența respirației;
- încetinește digestia;
- poate cauza dureri de stomac sau ulcer;
- are efect negativ asupra dezvoltării fătului, contribuind inclusiv la nașterea prematură a acestuia;
- intensifică efectele altor factori precum drogurile, alcoolul, monoxidul de carbon.

Risc crescut de accidente: zgomotul poate cauza accidente, datorită faptului că muncitorii aud greu și nu înțeleg corect comunicarea și semnalizarea, prin mascarea sunetului de pericol apropiat sau a semnalelor de avertizare, sau prin distragerea atenției, cum ar fi în cazul șoferilor.

- Perturbări psihologice: Zgomotul înconjurător poate fi foarte deranjant, dacă angajatul desfășoară o activitate care presupune concentrare. Greșelile și erorile cresc dacă această activitate trebuie desfășurată sub influența zgomotului.

Angajatorul trebuie să pună la dispoziția angajaților echipamente individuale de protecție împotriva zgomotului la valori ale zgomotului peste 80 dB(A) [1]

- La valori peste 85 dB(A) purtarea echipamentului individual de protecție de către angajați este obligatorie și zona în care se înregistrează aceste valori se semnalizează corespunzător • Limita maximă de expunere: 87 dB(A).[2]

Managementul zgomotului

Angajatorii au obligația legală de a asigura sănătatea și securitatea angajaților prin implementarea unui management al zgomotului care trebuie să cuprindă:

- identificarea surselor generatoare de zgomot
- efectuarea de măsurători ale nivelului de zgomot
- identificarea substanțelor ototoxice prezente la locul de muncă
- monitorizarea stării de sănătate a lucrătorilor
- aplicarea măsurilor tehnice de reducere a nivelului de zgomot • semnalizarea corespunzătoare a

locurilor de muncă

- instruirea salariaților asupra riscurilor la care se expun

Suplimentar pot fi luate o serie de măsuri organizatorice:

stabilirea unor programe adecvate de întreținere a echipamentelor de lucru, a locului de muncă și a sistemelor de la locul de muncă

- organizarea muncii astfel încât să se reducă zgomotul;
- limitarea duratei și intensității de expunere.
- controlul medical periodic al persoanelor expuse

Dacă riscurile generate de expunerea la zgomot nu pot fi prevenite prin alte mijloace, lucrătorilor trebuie să li se pună la dispoziție și aceștia trebuie să utilizeze mijloacele individuale de protecție auditivă.

Evaluarea locurilor de munca se face după cum urmează:

Angajatorul trebuie să evalueze și, dacă este necesar, să măsoare nivelurile de zgomot la care sunt expuși lucrătorii (conform cu îndeplinirea obligațiilor definite în art.6 alin.3 și art.9 alin.1 din Directiva 89/391/CEE). Angajatorul trebuie să acorde o atenție deosebită, următoarelor elemente:

- nivelul, tipul și durata expunerii, inclusiv expunerea la zgomot cu caracter de impuls;
- valorile limită de expunere;
- orice impact asupra sănătății și securității lucrătorilor care aparțin unor grupe de risc deosebit de sensibile;

- în măsura în care este posibil din punct de vedere tehnic, orice impact asupra sănătății și securității lucrătorilor rezultat din interacțiuni între zgomot și substanțe ototoxice din mediul profesional;

- orice impact indirect asupra sănătății și securității lucrătorilor rezultate din interacțiuni între zgomot și semnalele de avertizare sau alte sunete care trebuie păstrate pentru a reduce riscul de accidente;

– informații privind emisia de zgomot, furnizate de producătorii echipamentelor de lucru, în conformitate cu directivele comunitare pertinente;

- existența unor echipamente de lucru alternative, proiectate pentru a reduce emisia de zgomot;
- extinderea expunerii la zgomot peste orele de lucru normale, pe răspunderea angajatorului;
- informații adecvate obținute în urma supravegherii sănătății;
- disponibilitatea mijloacelor de protecție auditivă cu caracteristici de atenuare adecvate.

Reducerea riscurilor trebuie să se bazeze pe principiile generale de prevenire prevăzute în art.6 alin. 2 din Directiva 89/391/CEE și trebuie să țină seama în special de:

- alte metode de lucru care necesită mai puțină expunere la zgomot;
- alegerea unor echipamente de lucru adecvate, având în vedere natura muncii, care să emită cel mai mic zgomot posibil, inclusiv posibilitatea de a pune la dispoziția lucrătorilor echipamentul de lucru care respectă dispozițiile comunitare, cu scopul sau cu efectul de a limita expunerea la zgomot;
- proiectarea și amenajarea locurilor de muncă; informarea și formarea profesională adecvată a lucrătorilor, pentru ca aceștia să utilizeze echipamentele în mod corect, în vederea reducerii la minimum a expunerii la zgomot; reducerea zgomotului prin mijloace tehnice;
- programe adecvate de întreținere a echipamentelor de lucru, a locului de muncă și a sistemelor de la locul de muncă;
- organizarea muncii astfel încât să se reducă zgomotul: limitarea duratei și intensității expunerii, programe de lucru adecvate, cu perioade suficiente de odihnă.

3. Determinarea expunerii la zgomot profesional

a) Informații generale

Identificarea lucrătorului (lucrătorilor sau grupului), nume sau post de lucru cărora li se determină expunerea la zgomot:

- reglor
- muncitor mașină țesut cablu si bobinat
- operator taiere cablu si chinga
- operator mașină sertizare cablu bej
- operator mașină sertizare cablu portocaliu
- operator mașină sertizare cu plăcuță
- operator taiere plasa la cald
- operator înseilare plasa si modelare / strângere cadre
- operator mașină de cusut
- operator mașină ultrasunete $\Phi 19$
- operator mașină ultrasunete $\Phi 4,5$

Scopul determinării: Determinare expunere la zgomot profesional

Determinările și calculele sunt efectuate în conformitate cu:

- Procedura de încercare PI – 01- laborator de încercări zgomot, determinarea parametrilor de zgomot, în vederea evaluării zgomotului profesional.[3]

- SR ISO 9612-2009 Acustica– Determinarea expunerii la zgomot în mediul de muncă. Metoda de expertiza

Strategia de determinare aplicată:

- Măsurarea activităților (sarcinilor) conform PI01 și SR ISO 9612-2009

b) Analiza activității

Descrierea activității investigate

Angajații lucrează pe durata unei zile de lucru de 8 ore în următoarele locuri de muncă:

- mașină țesut cablu
- mașină bobinat
- mașină taiere cablu si chinga
- mașină sertizare cablu bej

- mașină sertizare cablu portocaliu
- mașină sertizare cu plăcuță
- mașină taiere plasa la cald
- înseilare plasa si modelare / strângere cadre
- mașină sertizare STOCO
- mașină de cusut
- mașină ultrasunete $\Phi 19$
- mașină ultrasunete $\Phi 4,5$

În cazul strategiei de măsurare a sarcinilor de lucru – descrierea zilei de lucru investigate, sarcinile ce compun ziua nominală de lucru

Activitatea este repetitiva (ciclica), nu se modifica pe durata schimburilor sau zilelor săptămânii, durata se păstrează si nu sunt variații

Calibrările efectuate înainte și după fiecare serie (zi) de măsurare:

Tabelul 1. Calibrările efectuate înainte și după fiecare serie

Calibrarea (data, ora)	Sensibilitate [mV/Pa]	Sensibilitate finală [mV/Pa]	Corecția necesară [dB] < 0,5 dB
25.02.2015 13:54:00	44,0	44,1	-0,03

c) Măsurători

-Identificarea lucrătorului căruia i se determină expunerea la zgomot:

- A. reglor
- B. muncitor mașină țesut cablu si bobinat
- C. operator taiere cablu si chinga
- D. operator mașină sertizare cablu bej
- E. operator mașină sertizare cablu portocaliu
- F. operator mașină sertizare cu plăcuță
- G. operator taiere plasa la cald
- H. operator înseilare plasa si modelare / strângere cadre
- J. operator mașină de cusut
- K. operator mașină ultrasunete $\Phi 19$
- L. operator mașină ultrasunete $\Phi 4,5$

-Ora efectuării măsurătorilor: interval orar: 12:54:49 – 13:50:01

Aparatură utilizată pentru fiecare măsurare:

Tabelul 2. Aparatură utilizată

Aparatura	Seria	Clasa	Producător	Model	Accesorii	Etalonare	Verificare metrologică
Sonometru	2706901	1	Bruel Kjaer	2270	-	da	da

-Descrierea activității efectuate de lucrător în timpul efectuării măsurătorilor, durata activității, și dacă este cazul, durata evenimentelor ciclice ce apar în activitate.

La fiecare din locurile de munca de la cap b) 1., lucrătorii prezentați la cap a) 2. lucrează după programul următor:

-Poziția de lucru este in picioare la posturile (mașinile 1 si 2) si așezat pe scaun la restul.

-Activitățile sunt repetitive, cu un număr mare de cicluri pe minut (> 3 ..10). Mașinile (posturile de lucru sunt fixe, mașinile se afla in 2 încăperi grupate 1 -9 într-o încăpere, restul (10- 12) in cealaltă încăpere.

-Inregistrarea oricăror abateri de la activitatea normală de lucru nu este cazul

-Indicatori de producție ai activității investigate – dacă este cazul nu este cazul

- Descrierea surselor de zgomot care contribuie la expunerea la zgomot
Zgomotul are caracter intermitent datorat ciclurilor de funcționare al diferitelor mașini ,nu exista alte surse de zgomot care sa influențeze nivelul de zgomot de fond
- Descrierea oricăror sunete irelevante incluse sau excluse din rezultatele finale nu exista alte surse de zgomot care sa influențeze nivelul de zgomot de fond
- Descrierea oricăror evenimente observate care pot influența rezultatele măsurării (vânt, impact mecanic cu microfonul): nu este cazul, măsurările s-au desfășurat in interior in hala de producție
- Condițiile meteo: nu este cazul, măsurătorile s-au realizat in hala de producție
- Poziția și orientarea microfonului (microfoanelor)
Microfonul a fost amplasat pe trepid, in apropierea poziției urechii operatorului cu microfonul îndreptat către sursa de zgomot.
- Numărul măsurătorilor în fiecare poziție: S-au efectuat măsurarea unui număr de cel puțin 3 cicluri in fiecare locație (post de lucru)
- Durata fiecărei măsurări:

Tabelul 3. Durata fiecărei măsurări

Post lucru	timp măsurare [hh:mm:ss]
mașină țesut cablu	00:02:03
mașină bobinat	00:03:01
mașină taiere cablu si chinga	00:03:02
mașină sertizare cablu bej	00:03:07
mașină sertizare cablu portocaliu	00:03:01
mașină sertizare cu plăcuță	00:03:02
mașină taiere plasa la cald	00:03:02
înseilare plasa si modelare / strângere cadre	00:03:02
mașină sertizare STOCO	00:03:01
mașină de cusut P1	00:03:02
mașină de cusut P2	00:03:01
mașină ultrasunete Φ19	00:03:01
mașină ultrasunete Φ4,5	00:03:09
mașină țesut cablu	00:02:03

Tabelul 4. Rezultatele fiecărei măsurări

Post lucru	LAeq măsurat [dB(A)]
mașină țesut cablu	95,01
mașină bobinat	79,57
mașină taiere cablu si chinga	82,38
mașină sertizare cablu bej	84,83
mașină sertizare cablu portocaliu	78,55
mașină sertizare cu plăcuță	78,89
mașină taiere plasa la cald	73,09
înseilare plasa si modelare / strângere cadre	73,95
mașină sertizare STOCO	80,9
mașină de cusut P1	80,01
mașină de cusut P2	81,17
mașină ultrasunete Φ19	89,86
mașină ultrasunete Φ4,5	90,99

Rezultatele fiecărei măsurări, ce trebuie să includă cel puțin L_p, A, eq, T :

Tabelul 5. LEX,8h pentru ziua nominală de lucru

Lucrător	$LEX, 8h$
A. reglor	90,0
B. muncitor mașină țesut cablu si bobinat	92,1
C. operator taiere cablu si chinga	82,1
D. operator mașină sertizare cablu bej	84,8
E. operator mașină sertizare cablu portocaliu	78,6
F. operator mașină sertizare cu plăcuță	78,9
G. operator taiere plasa la cald	73,1
H. operator înseilare plasa si modelare / strângere cadre	74,0
J. operator mașină de cusut	81,2
K. operator mașină ultrasunete $\Phi 19$	89,9
L. operator mașină ultrasunete $\Phi 4,5$	91,0

Opinii și interpretări :

În Hotărârea de Guvern nr. 493 din 12.04.2006 sunt precizate cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot, limitele pentru nivelul de expunere zilnică la zgomot [$L(EX, 8h)$] [$dB(A)$ re. $20 \mu Pa$] sunt:

- valori limita de expunere: $L(EX, 8h) = 87 \text{ dB(A)}$;
- valori de expunere superioare de la care se declanșează acțiunea: $L(EX, 8h) = 85 \text{ dB(A)}$;
- valori de expunere inferioare de la care se declanșează acțiunea: $L(EX, 8h) = 80 \text{ dB(A)}$.

5. Concluzii

-Din analiza efectuată se pot trage concluzii importante cu privire la influența zgomotului ca factor de risc profesional, asupra stării de sănătate a angajaților din ramurile de activitate prezentate, subliniind importanța efectuării corecte a controalelor medicale periodice.

-Se estimează că o treime din lucrătorii Europei, peste 60 de milioane de oameni, sunt expuși la zgomot la locul de muncă mai mult de un sfert din timpul lor de lucru, 40 de milioane de lucrători sunt expuși la zgomot cel puțin jumătate din timpul de lucru iar pierderea auzului cauzată de zgomot reprezintă o treime din totalul bolilor profesionale în Europa. Pierderea auzului este una dintre cele mai costisitoare boli.

5. Bibliografie

- [1]. Hotarare nr. 493 din 12.04.2006 privind cerintele minime de securitate si sanatate referitoare la expunerea lucratorilor la riscurile generate de zgomot
- [2]. Securitate si sanatate in munca : Tratat universitar, Roland Iosif Moraru, editura Focus, Petrosani, 2016 .
- [3]. Chivu O, Babiș C, Aionesei V, Elemente de medicina muncii , îndrumar de laborator, Ed. Printech, București 2013

ACCIDENTE DE MUNCĂ PROVOCATE DE FOLOSIREA INADECVATĂ A TELEFONULUI MOBIL

CÂMPEANU¹ Marian¹

¹Facultatea: Ingineria Managementului Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria Sănătății și Securității în Muncă, Anul de studii: Master an II, e-mail:mariancampeanu@yahoo.com

Conducător științific: Conf. Dr. Ing. **Oana Chivu**

REZUMAT: Evoluția galopantă a telefoniei mobile, dezvoltarea fulminantă a tehnologiei GSM din ultimii 10 ani, a introdus o serie de controverse, discuții și noi factori de risc în ceea ce privește sănătatea și securitatea lucrătorului. De la dreptul angajatorului de a interzice folosirea telefonului mobil în timpul orelor de program la neglijențe ale angajatului cu consecințe grave sau fatale, telefonul mobil a generat un capitol nou de riscuri și măsuri de combatere a lor, ce numai pot fi neglijate. Voi aborda lucrarea de fata din 3 unghiuri diferite: consecințele nefaste ale folosirii telefonului mobil la volan, neglijențe cu urmări grave în timpul procesului de muncă și influența telefonului mobil asupra sănătății omului.

CUVINTE CHEIE: telefon mobil, accident, sănătate, statistică, pericol

1. Introducere

Conștientizarea lucrătorului asupra pericolelor-factori de risc întâlnite în mediul de munca presupune în ultimii ani o bătălie nouă, aceea a discuției referitoare la consecințele folosirii inadecvate a telefonului în timpul orelor de program. Fie ca discuția se poartă cu șoferi, agenți de vânzări sau mai rău cu moto-stivuitoari sau cu angajați ce lucrează la înălțime, folosind scări, schele sau nacele, cu bucătari sau lucrători în depozit concluzia este aceeași: fenomenul dependenței de gadgeturile moderne este o realitate instalată confortabil în toate sferele de activitate.

2. Telefonul mobil la volan

Conform Codului Rutier aflat în vigoare, șoferii ce vorbesc la telefon fără a folosi un dispozitiv de tip handsfree riscă amenzi în cuantum de 1600 de lei. Cu toate acestea, în urma unui studiu efectuat de Comisia Europeană, România se clasează pe locul al doilea în UE în ceea ce privește folosirea telefonului mobil la volan. 61% dintre șoferii romani chestionați spun ca folosesc telefonul in timp ce conduc pentru a trimite mesaje. 27% dintre aceștia spun ca își verifica pagina de Facebook, in timp ce 17% își fac chiar poze când sunt la volan. 7 din 10 romani recunosc ca folosirea telefonului mobil la volan a devenit obișnuința.

Oamenii de știința de la Universitatea din Barcelona, dar și de la mai multe instituții din Australia, au comparat efectele pe care le are folosirea telefonului în timpul șofatului cu cele ale consumului de alcool, folosind un test simulator. Experimentul a demonstrat că trimiterea unui mesaj este echivalenta cu a te urca la volan în stare de ebrietate. Cercetătorii au măsurat reacțiile a 12 voluntari care au participat la studiu, în cadrul căruia au fost testați de doua ori la o distanță de doua săptămâni. În cazul primului test, participanții au fost nevoiți să consume alcool, în timp ce a doua testare a reprezentat folosirea telefonului mobil în timpul condusului. Acestora li s-a cerut să conducă mașina cat mai central posibil pe banda de mers cu o viteza de 60-80 de kilometri pe oră și să frâneze de fiecare dată când apare un obstacol. Rezultatele au indicat faptul că reacțiile au scăzut în egală măsura în cazul ambelor teste. De asemenea, date asemănătoare s-au înregistrat și în cazul celor care folosesc handsfree. „Rezultatele noastre sugerează că și folosirea aparatelor handsfree implică riscuri. Chiar dacă acestea sunt permise, este necesară mai multă cercetare pentru a stabili în ce condiții pot fi utilizate”, a subliniat Sumie

LeungShuk Man, co-autor al studiului publicat în revista Traffic Injury Prevention (Prevenirea daunelor din trafic).

Doar într-un singur an, utilizarea telefonului mobil la volan produce statului american, prin accidente directe, îngrijiri medicale, timpuri morți în economie, alte pierderi sociale, pierderi de 40 de miliarde de dolari! după cum informează Asociația Siguranța Auto care sprijinită de Agenția Friends/TBWA a organizat în octombrie 2016 campania „Tine mâinile pe volan, nu pe Smartphone!”

Așa stand lucrurile iată ca primul stat care înăsprește legislația în acest sens este Franța. Utilizarea telefoanelor mobile în mașini, chiar și când acestea sunt oprite sau staționate în altă zonă cu excepția parcarilor, poate duce la suspendarea permisului de conducere începând cu 1 februarie 2018.

Conform unei decizii luată în februarie de Înalta Curte, șoferii din Franța au interdicție la utilizarea telefoanelor mobile nu doar atunci când conduc, ci și când mașinile sunt trase pe dreapta iar motorul este oprit, cu excepția situației în care autovehiculul se află într-o parcare special amenajată, notează publicația franceză Le Figaro. În cazul încălcării acestei dispoziții legale, șoferilor li se poate suspenda pe loc permisul de conducere, o pedeapsă mult mai aspră față de măsura anterioară care prevedea sancționarea șoferilor indisciplinați cu puncte de penalizare și amendă. Singura excepție se referă la situația în care autovehiculul s-a defectat sau când a fost implicat într-un accident, potrivit noii dispoziții. Franța a înăspriț măsurile luate pentru conducere periculoasă ca urmare a creșterii numărului de accidente rutiere după decenii de declin constant. Recent, în această țară a fost redusă limita de viteză pe drumurile cu două benzi de circulație de la 90 la 80 de kilometri pe oră, menționează sursa citată.[1]

Oare creșterea numărului de accidente rutiere după decenii de declin constant, așa cum menționează sursa citată, să fie în directă legătură cu folosirea inconștientă a telefonului mobil la volan? Haideți să vedem în acest sens ce spun statisticile Inspecției Muncii de la noi.

Inspeția Muncii ne spune într-un raport ca în anul 2016 s-au produs 647 accidente de traseu. Comparativ, în anul 2013 se produsese 514. O creștere semnificativă cu 26%. Poate fi pusă această creștere pe seama creșterii dependenței de telefon la volan?

Iată în continuare statistici ale accidentelor de circulație oferite de Poliția Rutiera Romana :

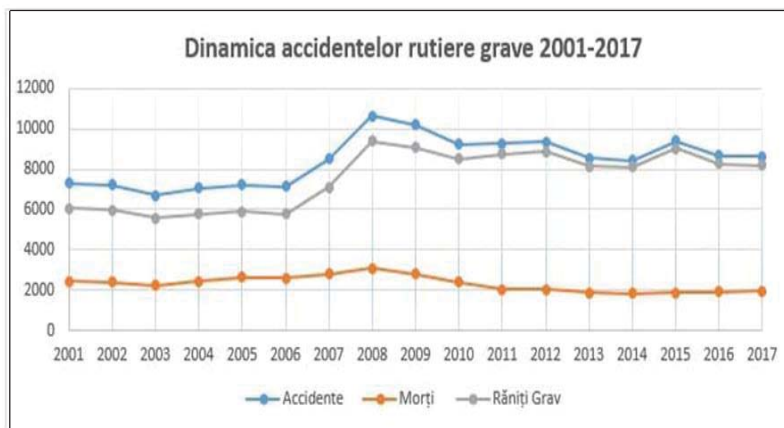


Fig. 1. Dinamica accidentelor rutiere grave 2001 – 2017

Situația privind dinamica accidentelor de circulație în anul 2017 comparativ cu anul 2016 :

Tabelul nr.1 Dinamica accidente rutiere 2016-2017

Dinamica accidente rutiere	2017	2016	+/-	%	2017
Accidente grave					
Total	8642	8688	-46	-0,53	8642
Morți	1951	1931	+38	+1,95	1951
Răniți grav	8172	8287	-115	-1,41	8172

Râniți ușor în accidente grave	3602	3622	-20	-0,55	3602
Accidente ușoare					
Total	22462	22064	+398	+1,77	22462
Râniți ușor în accidente ușoare	28430	27654	+776	+2,73	28430

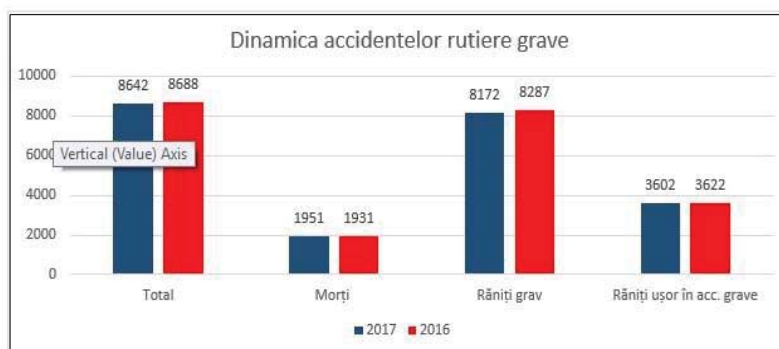


Fig. 2. Graficul accidentelor rutiere 2016-2017

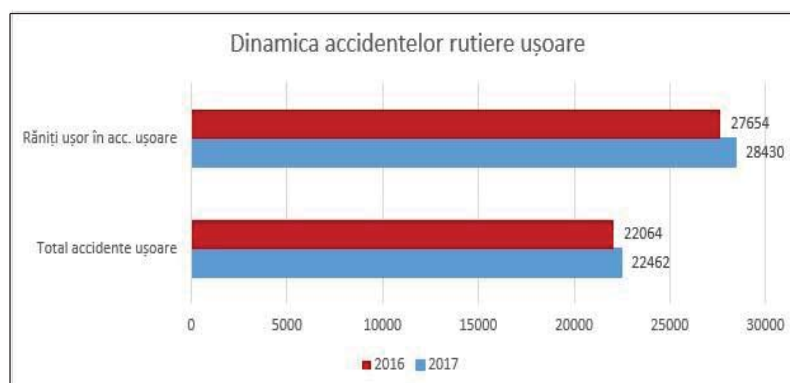


Fig. 3. Dinamica accidentelor rutiere ușoare

Studiind primul grafic se poate observa o creștere cu 49 % (!!) de la 7164 accidente la 10645, a numărului de accidente rutiere grave în numai 2 ani, între 2006 și 2008 !! În 2015 au fost 9380 iar anul trecut s-a înregistrat o ușoară scădere. Desin numărul accidentelor a scăzut în 2017, a crescut alarmant numărul accidentelor ușoare de la 22064 la 22462, cu 398 mai multe. Să fie creșterea numărului de accidente ușoare în strânsă legătură cu neatenția provocată de telefonul mobil la volan? Să fie explozia privind creșterea numărului de accidente înregistrată între 2006 și 2008 și menținută apoi oarecum constant în strânsă legătură cu folosirea telefoanelor mobile la volan? Sau cu vânzările record la nivel mondial de telefoane mobile din anul 2006? Peste 1 miliard la nivel global.[2]

Poliția Rutieră Română a emis la începutul anului 2015 următorul comunicat referitor la cauzele care au produs accidente rutiere în perioada 2010-2014 :

Principalele cauze ale accidentelor rutiere grave produse în România, în perioada 2010-2014, au fost indisciplina pietonilor și viteza, acestea fiind responsabile pentru producerea a aproximativ 41% din accidentele grave din ultimii 5 ani. Alte cauze frecvente ale accidentelor rutiere grave sunt, în ordinea incidenței lor: neacordarea priorității (pietoni, vehicule); abaterile bicicliștilor; depășirea neregulamentară; nerespectarea distanței între vehicule și conducerea sub influența alcoolului.

În ultimii ani se constată o sporire a numărului accidentelor grave de circulație produse de nerespectarea distanței între vehicule. Accidentele produse din această cauză sunt favorizate de neatenția

conducătorilor auto, iar utilizarea telefoanelor mobile fără handsfree sau transmiterea de mesaje în timpul conducerii, fenomene destul de frecvent întâlnite în ultimii ani, pot contribui la menținerea unei incidente importante a acestui tip de evenimente rutiere. – Buletinul Siguranței Rutiere – Poliția Rutiera Romana.

Un studiu recent în Canada a incriminat o creștere de 4 ori a accidentelor favorizate de folosirea telefonului mobil: 24% din cei implicați în accidente au folosit telefonul în cele 10 minute dinaintea coliziunii.

3. Influența telefonului mobil în cadrul mediului de muncă

Dependența crescândă a omului pentru telefonul mobil a determinat o nevoie crescută progresiv privind folosirea acestuia de către lucrător. Fie ca vorbim de șantiere de construcții sau depozite de mărfuri, de restaurante, întreprinderi sau birouri, telefonul mobil a devenit nu numai o realitate a zilelor noastre, dar mai ales un factor de risc suplimentar ce poate provoca accidente de muncă dintre cele mai grave.

Influențe ale folosirii telefonului mobil în procesul de muncă :

- Scăderea productivității muncii
- Scăderea eficienței lucrătorului
- Concentrare scăzută la locul de muncă
- Iritabilitate
- Labilitate emoțională
- Izolare

Îngrijorarea crescândă a angajatorilor a condus la introducerea unor prevederi speciale în Regulamentele de Ordine Interioară a cât mai multor societăți comerciale. Au aparut și s-au înmulțit indicatoarele privind interzicerea folosirii telefonului mobil.



Fig. 4. Indicatoare de Securitate

Aceste indicatoare au fost introduse și în benzinării pentru constientizarea riscului de incendiu datorat electricitatii statice. De altfel încă din 2008, Shell Oil Company avertiză asupra acestui pericol printr-un comunicat în care erau specificate 4 reguli precise :

- A) Nu fumați
- B) Opriți motorul
- C) Nu folosiți telefonul mobil, lasăți-l în mașină sau închideți-l
- D) În timp ce faceți plinul nu urcați în mașină și nu răspundeți la telefonul mobil.

„Chiar și telefonul mobil poate fi sursă de incendiu, după cum ati văzut nu trebuie să ai telefon mobil în apropierea stației de benzină. O explozie într-o zonă în care s-a acumulat gaz poate fi declanșată și de un telefon mobil. Și telefoanele și toate aparatele electrice, inclusiv lanternele și stațiile radio care nu sunt special facute, pot declanșa explozie, dacă sunt pornite în atmosfera explozibilă”, a spus Raed Arafat, secretar de stat în Ministerul Afacerilor Interne.[3]

4. Studii de caz

A. Accidente de circulație

Joi 11 ianuarie 2018, Arad.

O fetiță de numai 12 ani traversând atentă la telefonul mobil a fost prinsă sub roțile unui tramvai. Accidentul a avut loc pe bd.-ul Revoluției, în fața teatrului Clasic. Martorii povestesc cum fetița era fascinată de un joc de pe telefonul mobil și nu a observat că tramvaiul a pornit din stație. "Minora a fost scoasă de sub tramvai în viață și predată către echipajul SMURD. A fost una dintre cele mai grele și reușite intervenții, care a durat aproximativ 12-15 minute, fiind implicați zece pompieri", a declarat, corespondentului MEDIAFAX, purtătorul de cuvânt al Inspectoratului pentru Situații de Urgență Arad, George Pleșca.[4]



Fig.5. Accident rutier Arad [4]

2 August 2015, între localitatea 23 august și Olimp – județul Constanța

Carnagiu pe DN39, între localitățile 23 August și Olimp. Cinci oameni și-au pierdut viața, după ce un șofer a intrat cu mașina pe contrasens și a izbit în plin un autoturism care circula regulamentar. Nimeni nu a supraviețuit impactului violent. Tragedia s-a produs în jurul orei 19.20. Martorii spun că șoferul vinovat de producerea accidentului circula cu viteză dinspre Mangalia spre Constanța, la volanul unui autoturism Skoda.

La aproximativ un kilometru de o curbă periculoasă, a pătruns pe contrasens. Cei care au văzut întreaga scenă susțin că neatenția a provocat nenorocirea: ei au declarat polițiștilor că l-au văzut pe bărbat în timp ce număra bani dintr-un plic și vorbea la telefon, deși se afla la volan. De altfel, în mașina lui Constantin Vicol, în vârstă de 48 de ani, șoferul vinovat, s-ar fi găsit mai multe banconote împrăștiate

A lovit frontal un SAAB înmatriculat în Italia, care circula dinspre Constanța spre Mangalia. Patru persoane se aflau în mașina cu numere de Italia: Laura Tutanis, în vârstă de 35 de ani, Irina Milea, de 36 de ani, ambele din Mangalia, Mihai Păsărică, în vârstă de 37 de ani, din localitatea 2 Mai și un cetățean italian în vârstă de 52 de ani.

Coliziunea a fost îngrozitoare. Din cauza impactului, doi dintre pasagerii din SAAB au fost proiectați efectiv pe asfalt, iar alți doi au rămas prinși între fiarele contorsionate. Același soartă a avut și șoferul autoturismului Skoda. Autoturismul SAAB a fost aruncat la câțiva metri de șosea.

„Autoturismul Skoda se deplasa dinspre Mangalia către Constanța, pe DN 39, nu a adaptat viteza la condițiile de drum, a pătruns pe contrasens și a intrat în coliziune frontală cu un autoturism SAAB care se deplasa din sens opus”, a declarat cms. șef Constantin Bădângă, șeful Biroului Drumuri Naționale și Europene din cadrul Serviciului Rutier Constanța. "La fața locului am găsit 5 victime, din care 4 au fost declarate decedate de către SAJ. S-a încercat resuscitarea unei victime, nu s-a reușit", a declarat George Ioniță, comandant secție ISU Mangalia.[5]



Fig.6. Accident localitatea 23 August [5]

12 ianuarie 2015, Constanța

Un tânăr a făcut praf mașina la volanul căreia se afla, pe bulevardul Ferdinand. Mai exact, el a pierdut controlul direcției de mers, în zona intersecției cu strada Atelierelor, și a intrat în coliziune cu un copac. Șoferul s-a ales cu răni ușoare, fiind transportat la spital. De asemenea, cei aflați la fața locului au specificat că tânărul era ocupat cu telefonul mobil, fiind ancorat într-o discuție pe WhatsApp cu iubita lui.[6]



Fig.7. Accident rutier Constanta [6]

B. Accidente de muncă

14 octombrie 2017, Supermarket Pantelimon

În cadrul unui supermarket (în depozit) din orașul Pantelimon, Ionescu G., merchendeiser, 27 ani a folosit scară pentru a coborâ o cutie de mici dimensiuni cu produse de la o înălțime de 2,0-2,5 metri. Aflat pe treapta a 4-a scării folosite acesta a desprins mana dreapta ce îi servea drept sprijin pentru a raspunde la telefonul mobil. În acel moment s-a dezechilibrat (ambele maini erau ocupate, stânga cu cutia, dreapta cu telefonul mobil). Consecința neatenției lucrătorului a fost fractura mâinii drepte și dauna totală a telefonului mobil.

August 2012, santier construcții Scoția

Un grav accident cu consecințe fatale s-a produs pe un șantier al firmei SJB Construcțion Services Ltd. în vara anului 2012. Joe S., instruit fiind la intrarea în fiecare schimb de lucru împotriva folosirii telefonului mobil a nesocotit sfaturile superiorilor săi și a raspuns la telefon după ce în prealabil desfăcu-se un parapet de protecție lateral situat la o distanță de 10 m față de sol. După o lungă convorbire telefonică, Joe S. a uitat că desfăcuse parapetul și s-a sprijinit de acesta (o altă prevedere a instructajului încălcata). Lucrătorul a cazut în gol de la o înălțime de 10 m. accidentând mortal o persoana care trecea întâmplător prin zona. Persoana respectivă era o femeie, mama a 2 copii. Joe S. a rămas paralizat în urma impactului. Costurile pentru spitalizare s-au ridicat la peste 50.000, evitarea dezastrului nu ar fi costat

nimic...Doar constientizarea pericolului de a răspunde la telefon pe o scelă aflată la peste 10 metri înălțime. Și toate acestea pentru că, pe schela, John a nesocotit avertizările superiorilor săi și a răspuns la telefonul mobil!!!

5. Influența telefonului mobil asupra sănătății

Telefoanele mobile transmit unde radio prin intermediul stațiilor în care câmpurile electromagnetice pot cauza ionizare în corpul uman. Toate categoriile de vârstă pot fi afectate de utilizarea telefonului mobil, însă copiii sunt cei mai expuși. Iată care sunt efectele telefonului mobil asupra sănătății:

Telefonul mobil poate influența negativ emoțiile.

Conversațiile cu persoanele apropiate ce se desfășoară la telefon și nu față în față pot genera sentimente negative asupra uneia sau a mai multor persoane implicate. Atunci când vorbim lucruri personale la telefon, contactul fizic și emoțional nu mai are loc. Acest lucru duce la influențarea negativă a relațiilor interumane, a sentimentelor și emoțiilor, ce poate avea ca rezultat stări de tristețe sau de abandon.

Telefonul mobil poate crește nivelul stresului.

Frecvența crescută a folosirii telefonului mobil poate avea efecte negative asupra nivelului de stres. Soneria, vibrațiile și alertele pot stresa utilizatorul. Într-un studiu efectuat în Suedia, Universitatea Gothenburg, cercetătorii au examinat dacă există vreo legătură între aspectele psihosociale ale folosirii telefonului mobil și simptomele sănătății mentale la adulții tineri. Participanții au avut vârste cuprinse între 20 și 24 de ani și au răspuns la mai multe întrebări. Cercetătorii au descoperit că folosirea telefonului mobil în mod abuziv a fost asociată cu stresul și cu tulburările de somn, precum și cu simptome ale depresiei.

Telefonul mobil crește riscul de durere cronică.

Telefonul mobil necesită folosirea constantă a mâinilor, în special atunci când trimiteți mesaje și e-mailuri. Răspunderea rapidă la mesaje poate cauza durere și inflamație la nivelul articulațiilor. Durerea de spate este asociată, de asemenea, cu utilizarea intensă a telefonului mobil, în special dacă îl țineți între gât și umeri atunci când faceți mai multe lucruri deodată. Ținerea telefonului mobil în acest mod forțează corpul să stea într-o poziție incorectă, ceea ce duce la dureri de spate.

Telefonul mobil crește riscul afecțiunilor oculare.

Privitul în ecranul telefonului mobil poate cauza apariția afecțiunilor oculare mai târziu. Ecranele folosite pentru telefoanele mobile sunt mult mai mici decât cele pentru calculatoare, ceea ce înseamnă că ne forțăm ochii atunci când citim mesajele, ceea ce duce la afectarea acestora în timp.

Telefonul mobil crește riscul apariției cancerului.

Bazat pe dovezi epidemiologice, s-a demonstrat o legătură directă între telefoanele mobile și apariția cancerului la creier (gliom și neurinom acustic), din cauza radiațiilor emise de către acestea.[7]

În final prezint fragmente din cadrul raportului Organizației Mondiale a Sănătății (OMS) pe această temă făcut public încă din 31 mai 2011 și reînnoit la începutul anului 2016 :

30 de specialiști OMS din 14 țări au analizat timp de opt zile la Lyon toate studiile făcute vreodată pe tema efectului nociv al telefoanelor mobile.

„Dovezile, care continuă să se acumuleze, sunt destul de solide pentru a spune că folosirea telefonului mobil poate duce la apariția cancerului”. Aceasta este concluzia experților.

Este vorba despre un risc sporit de gliom, o formă de cancer cerebral. Mai precis, riscul a crescut cu 40% la persoanele care au vorbit în medie 30 de minute pe zi la mobil. Pentru alte forme ale bolii, nu există încă suficiente dovezi. OMS include telefoanele mobile în aceeași categorie de agenți cancerigeni din care fac parte DDT-ul și vaporii de benzină.

Cu alte cuvinte, nu există suficiente studii pe termen lung care să demonstreze că radiațiile telefoanelor mobile nu au efecte adverse asupra oamenilor, dar există suficiente date care arată o posibilă

legătură cu îmbolnăvirile de cancer. Așadar, a decis OMS, utilizatorii acestor tipuri de aparate ar trebui avertizați.

„Cea mai mare problemă pe care o avem este că numai după câteva decenii de expunere putem evalua consecințele celor mai mulți factori din mediul înconjurător”, a declarat doctorul Keith Black, șeful catedrei de neurologie al Centrului Medical Cedars-Sinai din Los Angeles.

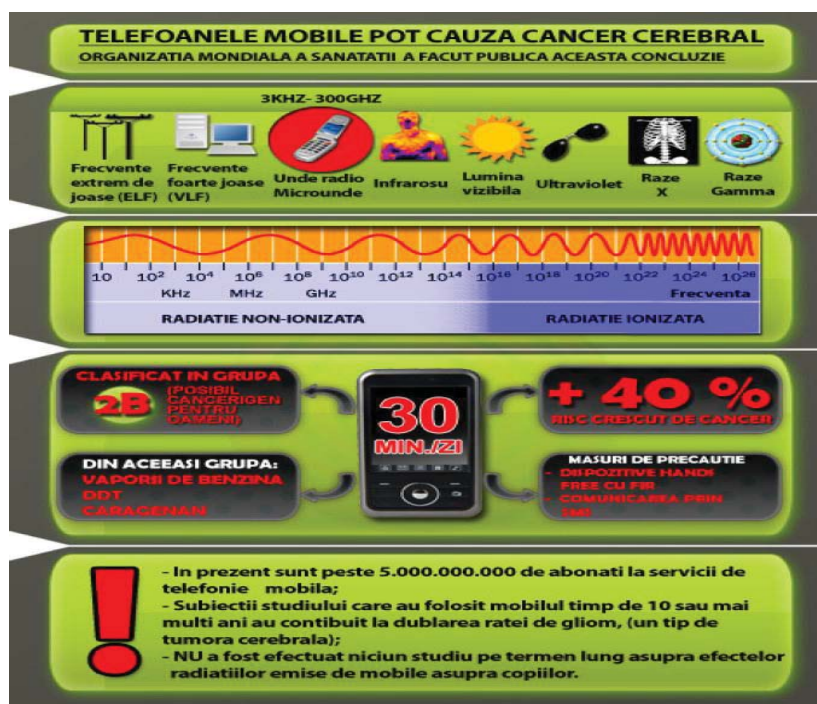


Fig.5. Studiul de la Lyon al OMS [7]

Tipul radiațiilor emise de telefonul mobil se numesc non-ionizate. Nu sunt similare cu radiațiile emise la o radiografie, ci, mai degrabă, cu cele emise de cuptoarele cu microunde, însă la o intensitate mai mica.

Radiațiile cuptoarelor cu microunde, în cel mai simplist mod, au aceleași efecte asupra organismului ca și asupra alimentelor, adică “gatesc” creierul. Așadar, pe lângă contribuția la apariția cancerului și tumorilor, pot avea efecte negative și asupra funcției cognitive a creierului, din moment ce ținem telefonul la ureche în zona lobilor temporali.

Doua recomandări OMS în folosirea telefoanelor mobile:

„În așteptarea altor cercetări, este important să ne luăm măsuri de precauție, precum folosirea de dispozitive hands-free sau comunicarea prin SMS-uri”, sunt recomandările OMS.

Agenția Europeană de Mediu a îndemnat la efectuarea de mai multe studii, susținând că mobilele sunt la fel de periculoase ca fumatul, azbestul sau benzina cu plumb. Iar un membru proeminent al Universității de Pittsburg, care se ocupa cu studiul cancerului, a trimis un memo tuturor angajaților, sfătuindu-i să reducă folosirea telefonului mobil din cauza riscului de îmbolnăvire cu cancer.

“Cancerul, în particular cel la nivelul creierului, se dezvoltă într-un timp îndelungat. Cred că este o idee bună să avertizăm publicul că expunerea îndelungată la radiațiile emise de telefonul mobil poate produce cancer”, a spus doctorul Henry Lai, profesor în bioenergie la Universitatea din Washington, care a studiat efectele produse de radiații timp de 30 de ani.

În 2010, au fost făcute publice și rezultatele celui mai mare studiu internațional despre legătura dintre cancer și telefoanele mobile. Acestea au arătat că subiecții care au folosit mobilul timp de 10 sau mai mulți ani au contribuit, din păcate, la dublarea ratei de gliom, un tip de tumora la nivelul creierului. Până în prezent însă, nu a fost efectuat niciun studiu pe termen lung asupra efectelor radiațiilor emise de mobile

asupra copiilor. “Craniile și scalpurile copiilor sunt mult mai subțiri. Așadar, radiațiile pot penetra mai adânc în creierul copiilor și al tinerilor. Celulele lor se înmulțesc într-un ritm mai alert, așa că impactul radiațiilor poate fi mai mare”, a mai explicat doctorul Black. [8]

6. Concluzii

Apariția tehnologiei GSM a reprezentat un pas înainte important privind evoluția omului. Aspectele pozitive ale telefoniei mobile precum îmbunătățirea comunicării sau accesul rapid la date mobile nu pot fi ignorate. Ba dimpotrivă, trebuie apreciate. Este o certitudine însă ca avem riscuri noi legate de gadgeturi, în mediul de muncă și nu numai. Telefonul mobil poate provoca explozii în benzinării din cauza electricității statice, a condus la apariția unor noi tipuri de accidente de circulație, cu consecințe grave. Accidentele de circulație care au drept cauza folosirea telefonului la volan au determinat o creștere îngrijorătoare în statistici între 2006 și 2008, cu 49%,(coincidență sau nu, perioada de boom! în domeniul vânzărilor de telefoane mobile, peste 1 miliard numai în 2006) numărul lor fiind constant de atunci, într-o ușoară scădere. S-a demonstrat similitudinea dintre starea de ebrietate și folosirea telefonului la volan, privind capacitatea de reacție. În mediul de muncă au apărut riscuri noi de accidentare și influențe negative privind scăderea productivității muncii, a eficienței lucrătorilor și a capacității de concentrare. Prin studii clinice despre care am vorbit mai sus, s-a demonstrat o corelare directă între razele telefonului mobil, de tip 2B, și înmulțirea cazurilor de cancer la creier. De asemenea tehnologia GSM este responsabilă de creșterea nivelului de stres și de creșterea incidenței afecțiunilor oculare. La nivel psihologic generația tânără se confruntă cu o dependență generatoare de anxietate, izolare și tendința către izolare.

7. Bibliografie

- [1]. Jurnalul.ro, 7 februarie 2018, *„Franța: Fără telefoane mobile în mașini, chiar și când nu sunt în trafic!”*
- [2]. Business24.ro, 29 ianuarie 2007, *„Peste un miliard de telefoane mobile vândute în 2006”*
- [3]. Mediafax, 17 septembrie 2015, *„Arafat: Este util ca fiecare casă să aibă detectoare de gaz și fum. Telefonul mobil poate fi sursă de incendiu”*
- [4]. Mediafax, 11 ianuarie 2018, *„Accident cumplit: Fetiță de 12 ani, atentă la telefonul mobil, prinsă sub un tramvai”*
- [5]. Reporterntv.ro, 2 august 2015, *„Cinci oameni morți la ieșirea din 23 August: șoferul vinovat număra banii, spun martorii!”*
- [6]. Replicaonline.ro, 5 februarie 2016, *„Accidente rutiere GRAVE cauzate de telefonul mobil. Cine se alege cu dosar penal?”*
- [7]. Farmaciata.ro, Dr.Roxana Mateescu, *„Ce efecte are telefonul mobil asupra sănătății?”*
- [8]. Stirileprotv.ro, 31 mai 2011, *„Prima confirmare științifică: Telefoanele mobile te pot îmbolnăvi de cancer. Sfaturile specialiștilor”*

CERCETAREA ACCIDENTELOR DE MUNCĂ CE AU PRODUS INCAPACITATE TEMPORARĂ DE MUNCĂ

RADU¹ Alin¹

¹Facultatea: IMST, Specializarea:ISSM, Anul de studii:II, e-mail:alin.radu.ssm@gmail.com

Conducător științific: dr. ing. Oana CHIVU

REZUMAT: În prezenta lucrare vom identifica documentele ce sunt necesare pentru a întocmi dosarul de cercetare al unui eveniment de muncă precum și avantajele cercetării acestora. Vă voi prezenta pe scurt metodologia de cercetare a unui eveniment de muncă dar nu în ultimul rând vom pune amprenta și pe măsurile obligatorii dispuse în procesul verbal de cercetare. Citind această lucrare ne vom familiariza cu formularul de comunicare al unui eveniment de muncă, cu fisa de înregistrare a unui accident de muncă, precum și cu anexa la fisa de înregistrare a unui accident de muncă.

CUVINTE CHEIE: Securitate și sănătate în muncă; cercetarea accidentelor de muncă; ITM; itm;

1. Introducere

Cercetarea accidentelor de muncă ce au produs incapacitate temporară de muncă.

Am ales această temă deoarece mulți angajatori din România aleg să nu comunice și să nu cerceteze accidentele de muncă fiindcă acest capitol este unul foarte complex și costisitor uneori. În urma unui eveniment de muncă, angajatul poate beneficia de o indemnizație egală cu 100% din valoarea salariului, numai dacă evenimentul a fost cercetat și clasificat ca accident de muncă cu incapacitate temporară de muncă. În situația în care un angajat suferă un accident de muncă ce a produs incapacitate temporară de muncă, toate consultațiile medicale precum și intervențiile medicale vor fi plătite de către angajator, numai dacă evenimentul a fost comunicat la Inspectoratul Teritorial de Munca și clasificat ca și accident de muncă cu incapacitate temporară de muncă.

2. Stadiul actual

Am ales să răspândesc această temă deoarece numărul evenimentelor produse la nivel național este supărașor, deoarece când vorbim de un accident de muncă discutăm despre un accident ușor reprezentat de o înțepătură de albină sau o contuzie ușoară; discutăm despre un accident de muncă cu incapacitate temporară de muncă reprezentat de o fractură sau de o dislocație; discutăm despre o invaliditate reprezentată de pierderea unui membru sau a unei extremități precum și de un deces reprezentat de o familie în care regăsim doi copii al căror tata nu se va mai întoarce acasă, deoarece un angajator nu a scos din buzunar 25 de lei pentru a echipa lucrătorul în situația de față tatăl decedat cu un echipament de protecție de tip cască de protecție. În urma unei vizite scurte pe site-ul Inspecției Muncii regăsim o statistică a evenimentelor de muncă produse la nivel național:

Anul 2015 a înregistrat 4585 de accidente de muncă cu incapacitate temporară de muncă și 323 evenimente înregistrate cu deces;

Anul 2016 a înregistrat 4736 de accidente de muncă cu incapacitate temporară de muncă și 225 evenimente înregistrate cu deces;

Statistica pentru anul 2017 încă nu a fost finalizată la data scrierii acestei lucrări.

3. Legislația în domeniul cercetării evenimentelor de muncă

Legea prevede, în primul rând, faptul că angajatorul are obligația de a ține evidența accidentelor

de muncă ce au ca urmare o incapacitate de muncă a victimei mai mare de 3 zile de lucru, a accidentelor ușoare, a bolilor profesionale și a incidentelor periculoase. Totodată, societatea are și obligația de a elabora pentru autoritățile competente rapoarte privind accidentele de muncă suferite de lucrătorii săi. Pentru a nu lăsa loc de interpretări, legislația explică ce se înțelege prin fiecare dintre acești termeni.

Definirea accidentelor de muncă și a altor incidente de această natură:

- Accident de muncă - vătămarea violentă a organismului, precum și intoxicația acută profesională, care au loc în timpul procesului de muncă sau în îndeplinirea îndatoririlor de serviciu și care provoacă incapacitate temporară de muncă de cel puțin 3 zile calendaristice, invaliditate ori deces;

- Boala profesională - afecțiunea care se produce ca urmare a exercitării unei meserii sau profesii, cauzată de agenți nocivi fizici, chimici ori biologici caracteristici locului de muncă, precum și de suprasolicitarea diferitelor organe sau sisteme ale organismului, în procesul de muncă;

- Incident periculos - evenimentul identificabil, cum ar fi explozia, incendiul, avaria, accidentul tehnic, emisiile majore de noxe, rezultat din disfuncționalitatea unei activități sau a unui echipament de muncă sau/și din comportamentul neadecvat al factorului uman, care nu a afectat lucrătorii, dar ar fi fost posibil să aibă asemenea urmări și/sau a cauzat ori ar fi fost posibil să producă pagube materiale.

- Accident ușor - eveniment care are drept consecință leziuni superficiale care necesită numai acordarea primelor îngrijiri medicale și a antrenat incapacitate de muncă cu o durată mai mică de 3 zile;

Când poate fi considerat un eveniment, accident de muncă:

Totodată, legea face o definiție complexă a accidentului de muncă. Conform acesteia, este accident de muncă:

- Accidentul suferit de persoane aflate în vizită în întreprindere și/sau unitate, cu permisiunea angajatorului;

- Accidentul suferit de persoanele care îndeplinesc sarcini de stat sau de interes public, inclusiv în cadrul unor activități culturale, sportive, în țara sau în afara granițelor țării, în timpul și din cauza îndeplinirii acestor sarcini;

- Accidentul survenit în cadrul activităților cultural-sportive organizate, în timpul și din cauza îndeplinirii acestor activități;

- Accidentul suferit de orice persoană, ca urmare a unei acțiuni întreprinse din proprie inițiativă pentru salvarea de vieți omenești;

- Accidentul suferit de orice persoană, ca urmare a unei acțiuni întreprinse din proprie inițiativă pentru prevenirea ori înlăturarea unui pericol care amenința avutul public și privat;

- Accidentul cauzat de activități care nu au legătură cu procesul muncii, dacă se produce la sediul persoanei juridice sau la adresa persoanei fizice, în calitate de angajator, ori în alt loc de muncă organizat de aceștia, în timpul programului de muncă, și nu se datorează culpei exclusive a accidentatului;

- Accidentul de traseu, dacă deplasarea s-a făcut în timpul și pe traseul normal de la domiciliul lucrătorului la locul de muncă organizat de angajator și invers;

- Accidentul suferit în timpul deplasării de la sediul persoanei juridice sau de la adresa persoanei fizice la locul de muncă sau de la un loc de muncă la altul, pentru îndeplinirea unei sarcini de muncă;

- Accidentul suferit în timpul deplasării de la sediul persoanei juridice sau de la adresa persoanei fizice la care este încadrată victima, ori de la orice alt loc de muncă organizat de acestea, la o altă persoană juridică sau fizică, pentru îndeplinirea sarcinilor de muncă, pe durata normală de deplasare;

- Accidentul suferit înainte sau după încetarea lucrului, dacă victima prelua sau preda uneltele de lucru, locul de muncă, utilajul ori materialele, dacă schimba îmbrăcămintea personală, echipamentul individual de protecție sau orice alt echipament pus la dispoziție de angajator, dacă se afla în baie ori în spălător sau dacă se deplasa de la locul de muncă la ieșirea din întreprindere sau unitate și invers;

- Accidentul suferit în timpul pauzelor regulamentare, dacă acesta a avut loc în locuri organizate de angajator, precum și în timpul și pe traseul normal spre și de la aceste locuri;

- Accidentul suferit de lucrători ai angajatorilor romani sau de persoane fizice romane, delegați pentru îndeplinirea îndatoririlor de serviciu în afara granițelor țării, pe durata și traseul prevăzute în documentul de deplasare;

- Accidentul suferit de personalul roman care efectuează lucrări și servicii pe teritoriul altor țări, în baza unor contracte, convenții sau în alte condiții prevăzute de lege, încheiate de persoane juridice române cu parteneri străini, în timpul și din cauza îndeplinirii îndatoririlor de serviciu;

- Accidentul suferit de cei care urmează cursuri de calificare, recalificare sau perfecționare a pregătirii profesionale, în timpul și din cauza efectuării activităților aferente stagiului de practică;

- Accidentul determinat de fenomene sau calamități naturale, cum ar fi furtună, viscol, cutremur, inundație, alunecări de teren, trăsnet (electrocutare), dacă victima se afla în timpul procesului de muncă sau în îndeplinirea îndatoririlor de serviciu;

- Dispariția unei persoane, în condițiile unui accident de muncă și în împrejurări care îndreptătesc presupunerea decesului acesteia;

- Accidentul suferit de o persoană aflată în îndeplinirea atribuțiilor de serviciu, ca urmare a unei agresiuni.

Clasificarea accidentelor de muncă:

- Accidente care produc incapacitate temporară de muncă de cel puțin 3 zile calendaristice;

- Accidente care produc invaliditate;

- Accidente mortale;

- Accidente colective, când sunt accidentate cel puțin 3 persoane în același timp și din aceeași cauză.

Ce obligații are angajatorul cu privire la prevenirea și anunțarea accidentelor de muncă:

În vederea asigurării condițiilor de securitate și sănătate în muncă și pentru prevenirea accidentelor de muncă și a bolilor profesionale, angajatorii au următoarele obligații:

- Să adopte, din faza de cercetare, proiectare și execuție a construcțiilor, a echipamentelor de muncă, precum și de elaborare a tehnologiilor de fabricație, soluții conforme prevederilor legale în vigoare privind securitatea și sănătatea în muncă, prin a căror aplicare să fie eliminate sau diminuate riscurile de accidentare și de îmbolnăvire profesională a lucrătorilor;

- Să întocmească un plan de prevenire și protecție compus din măsuri tehnice, sanitare, organizatorice și de altă natură, bazat pe evaluarea riscurilor, pe care să îl aplice corespunzător condițiilor de muncă specifice unității;

- Să obțină autorizația de funcționare din punctul de vedere al securității și sănătății în muncă, înainte de începerea oricărei activități, conform prevederilor legale;

- Să stabilească pentru lucrători, prin fișa postului, atribuțiile și răspunderile ce le revin în domeniul securității și sănătății în muncă, corespunzător funcțiilor exercitate;

- Să elaboreze instrucțiuni proprii, în spiritul prezenței legi, pentru completarea și/sau aplicarea reglementarilor de securitate și sănătate în muncă, ținând seama de particularitățile activităților și ale locurilor de muncă aflate în responsabilitatea lor;

- Să asigure și să controleze cunoașterea și aplicarea de către toți lucrătorii a măsurilor prevăzute în planul de prevenire și de protecție stabilit, precum și a prevederilor legale în domeniul securității și sănătății în muncă, prin lucrătorii desemnați, prin propria competență sau prin servicii externe;

- Să ia măsuri pentru asigurarea de materiale necesare informării și instruirii lucrătorilor, cum ar fi afișe, pliante, filme și diafilme cu privire la securitatea și sănătatea în muncă;

- Să asigure informarea fiecărei persoane, anterior angajării în muncă, asupra riscurilor la care aceasta este expusă la locul de muncă, precum și asupra măsurilor de prevenire și de protecție necesare;

- Să ia măsuri pentru autorizarea exercitării meseriilor și a profesiilor prevăzute de legislația specifică;

- Să angajeze numai persoane care, în urma examenului medical și, după caz, a testării psihologice a aptitudinilor, corespund sarcinii de muncă pe care urmează să o execute și să asigure controlul medical periodic și, după caz, controlul psihologic periodic, ulterior angajării;

- Să țină evidența zonelor cu risc ridicat și specific;

- Să asigure funcționarea permanentă și corectă a sistemelor și dispozitivelor de protecție, a aparatului de măsură și control, precum și a instalațiilor de captare, reținere și neutralizare a substanțelor nocive degajate în desfășurarea proceselor tehnologice;

- Să prezinte documentele și să dea relațiile solicitate de inspectorii de muncă în timpul controlului său al efectuării cercetării evenimentelor;
- Să asigure realizarea măsurilor dispuse de inspectorii de muncă cu prilejul vizitelor de control și al cercetării evenimentelor;
- Să desemneze, la solicitarea inspectorului de muncă, lucrătorii care să participe la efectuarea controlului sau la cercetarea evenimentelor;
- Să nu modifice starea de fapt rezultată din producerea unui accident mortal sau colectiv, în afară de cazurile în care menținerea acestei stări ar genera alte accidente ori ar periclita viața accidentaților și a altor persoane;
- Să asigure echipamente de muncă fără pericol pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor; r) să asigure echipamente individuale de protecție;
- Să acorde obligatoriu echipament individual de protecție nou, în cazul degradării sau al pierderii calităților de protecție.

În același timp, angajatorul are obligația să comunice evenimentele imediat cum a aflat de ele inspectoratului teritorial de muncă, asiguratorului, cât și organelor de urmărire penală, după caz.

Obligațiile angajaților pentru prevenirea și raportarea accidentelor de muncă:

Angajații trebuie să desfășoare activitatea astfel încât să nu se expună la pericol de accidentare sau îmbolnăvire profesională. Totodată, angajații au și obligația de a-și desfășura activitatea fără să expună alte persoane la accidente.

Legea mai prevede pentru angajați și următoarele obligații:

- Să utilizeze corect mașinile, aparatura, uneltele, substanțele periculoase, echipamentele de transport și alte mijloace de producție;
- Să utilizeze corect echipamentul individual de protecție acordat și, după utilizare, să îl înapoieze sau să îl pună la locul destinat pentru păstrare;
- Să nu procedeze la scoaterea din funcțiune, la modificarea, schimbarea sau înlăturarea arbitrară a dispozitivelor de securitate proprii, în special ale mașinilor, aparatului, uneltelor, instalațiilor tehnice și clădirilor, și să utilizeze corect aceste dispozitive;
- Să comunice imediat angajatorului și/sau lucrătorilor desemnați orice situație de muncă despre care au motive întemeiate să o considere un pericol pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor, precum și orice deficiență a sistemelor de protecție;
- Să aducă la cunoștință conducătorului locului de muncă și/sau angajatorului accidentele suferite de propria persoană;
- Să coopereze cu angajatorul și/sau cu lucrătorii desemnați, atât timp cât este necesar, pentru a face posibilă realizarea oricăror măsuri sau cerințe dispuse de către inspectorii de muncă și inspectorii sanitari, pentru protecția sănătății și securității lucrătorilor;
- Să coopereze, atât timp cât este necesar, cu angajatorul și/sau cu lucrătorii desemnați, pentru a permite angajatorului să se asigure că mediul de muncă și condițiile de lucru sunt sigure și fără riscuri pentru securitate și sănătate, în domeniul său de activitate;
- Să își însușească și să respecte prevederile legislației din domeniul securității și sănătății în muncă și măsurile de aplicare a acestora;
- Să dea relațiile solicitate de către inspectorii de muncă și inspectorii sanitari.

Orice eveniment trebuie comunicat imediat angajatorului, de către manager sau de orice altă persoană care are cunoștință despre producerea acestuia.

Ce riscă cei care nu respecta prevederile legale cu privire la accidentele de muncă

În cazul în care angajatorul nu ia măsurile legale de protecție a muncii și expune personalul la un pericol real de accidentare sau îmbolnăvire profesională, acesta este pasibil de amendă sau închisoare pentru o perioadă de 1-2 ani.

Dacă angajatorul nu ia măsuri de protecție a muncii și se produc accidente de muncă, acesta risca amendă sau închisoare de până la 2 ani, în funcție de gravitatea consecințelor. Amenzile variază în funcție de consecințele faptelor și pot fi de la 3.000 la 10.000 de lei.

Ce drepturi are un angajat sau familia sa în cazul unui accident de muncă

Dacă s-a produs un accident de muncă, victima are o serie de drepturi care să-i permită să se recupereze în urma evenimentului. În Legea nr. 346/2002 putem găsi toate dispozițiile cu privire la drepturile angajaților care au suferit un accident de muncă.

Această lege prevede faptul că asigurarea pentru accidente de muncă și boli profesionale face parte din sistemul de asigurări sociale, este garantată de stat și cuprinde raporturi specifice prin care se asigură protecția socială a salariaților împotriva diminuării sau pierderii capacității de muncă și decesului acestora ca urmare a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale. Această asigurare este obligatorie pentru toți cei ce utilizează forța de muncă angajată cu contract individual de muncă.

Indemnizația acordată în urma unui accident de muncă:

Asigurații beneficiază de o indemnizație pe perioada în care se afla în incapacitate temporară de muncă în urma unui accident de muncă sau a unei boli profesionale, în baza unui certificat medical vizat obligatoriu, prin grija angajatorului, de direcțiile de sănătate publică județene și a municipiului București, respectiv de casă teritorială de pensii în a cărei rază se afla sediul angajatorului sau domiciliul asiguratului.

Indemnizația este de 80% din media veniturilor salariale brute realizate în ultimele 6 luni anterioare manifestării riscului și va fi suportată, în primele 3 zile de incapacitate, de către angajator. Începând din a 4-a zi de incapacitate, banii se asigură din contribuția de asigurare pentru accidente de muncă și boli profesionale.

În cazul urgențelor medico-chirurgicale, quantumul indemnizației pentru incapacitate temporară de muncă este de 100% din media venitului lunar asigurat din ultimele 6 luni anterioare manifestării riscului.

Indemnizația se acordă 180 de zile în intervalul de un an, socotită din prima zi de concediu medical. Concediul medical poate fi prelungit, pentru maximum 90 de zile, în funcție de evoluția cazului și de rezultatele acțiunilor de recuperare. Medicul este cel care decide reluarea activității în același loc de muncă sau în alt loc de muncă ori poate propune chiar pensionarea de invaliditate.

Rambursări de cheltuieli

În cazul unui accident de muncă, CNPP, va rambursa cheltuielile cu transportul de urgență, în cazuri temeinic justificate, atunci când salvarea victimei impune utilizarea altor mijloace decât cele uzuale.

Asiguratul își va primi banii înapoi și în cazul aplicării dispozitivelor medicale implantabile prin intervenție chirurgicală. CNPP va rambursa și banii cheltuiți pe confecționarea ochelarilor, a aparatelor acustice, a protezelor oculare, dacă acestea au fost deteriorate în urma unui accident de muncă soldat cu vătămări corporale.

Compensații pentru atingerea integrității

Asigurații care, în urma accidentelor de muncă sau a bolilor profesionale, rămân cu leziuni permanente care produc deficiențe și reduc capacitatea de muncă între 20-50%, au dreptul la o compensație pentru atingerea integrității. Acest drept se acordă la solicitarea persoanei îndreptățite și doar pe baza deciziei medicului CNPP.

Compensația pentru atingerea integrității reprezintă o sumă fixă în bani și se acordă integral, o singură dată, fără a afecta celelalte drepturi sau indemnizații la care este îndreptățit asiguratul, și nu este luată în baza de calcul pentru determinarea acestor drepturi. Quantumul compensației pentru atingerea integrității se stabilește în funcție de gravitatea leziunii, în limita unui plafon maxim de 12 salarii medii brute.

Despăgubiri pentru familie în caz de deces

Despăgubirile în caz de deces sunt și ele acoperite de asigurarea pentru accidente de muncă. În cazul decesului asiguratului, ca urmare a unui accident de muncă sau a unei boli profesionale, de despăgubire va beneficia o singură persoană, care poate fi: soțul supraviețuitor, copilul, părintele, tutorele, curatorul, moștenitorul, în condițiile dreptului comun, sau, în lipsa acesteia, persoană care dovedește că a suportat cheltuielile ocazionate de deces.

Pentru obținerea despăgubirii în caz de deces, cererea se depune la sediul CNPP, însoțită de actele din care rezultă dreptul solicitantului. În cazul deciziei de admitere a cererii, plata se va realiza în termen

de 15 zile. Cuantumul despăgubirii în caz de deces este de 4 salarii medii brute.

Aceste drepturi se acordă în baza procesului-verbal de cercetare a accidentului de muncă pentru accidentele de muncă și în baza formularului de declarare finală a bolii profesionale.

Orice angajator și angajat trebuie să cunoască aceste aspecte, indiferent dacă a fost sau nu implicat de-a lungul timpului într-un accident de muncă.

4. Concluzii

În concluzie asigurarea pentru accidente de muncă și boli profesionale face parte din sistemul de asigurări sociale, este garantată de stat și cuprinde raporturi specifice prin care se asigura protecția socială a salariaților împotriva diminuării sau pierderii capacității de muncă și decesului acestora ca urmare a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale. Această asigurare este obligatorie pentru toți cei ce utilizează forța de muncă angajată cu contract individual de muncă.

5. Bibliografie

- [1]. Chivu Oana, Suport de curs;
- [2]. <https://www.inspectiamuncii.ro/statistici-accidente-de-munca>;
- [3]. <http://www.itmbucuresti.ro>;
- [4]. <http://www.itmtimis.ro/>.

6. Notații

Următoarele prescurtări sunt utilizate în cadrul lucrării:

ITM = Inspectoratul Teritorial de Munca

itm = incapacitate temporară de muncă

HG = Hotărâre de Guvern

Nr. = număr

Art. = articol

SC = Societate Comercială

SRL = Societate cu Răspundere Limitată

METODA DE AUDIT ÎN DOMENIUL VITICOL - CALE DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A EFICIENȚEI ECONOMICE A ORGANIZAȚIEI

FLENTEA¹ Ioana ¹

¹Facultatea de Inginerie si Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria Securității si sănătății in munca, Anul de studii II Master, e-mail: ioana@contab-xpert.ro

Conducător științific: Titlul științific **Prof. Dr. Ing. Gheorghe Solomon**

REZUMAT : Sănătatea si securitatea în muncă este neglijată în țările cu venituri mai mici. Acest studiu arată că investind în SSM, o companie poate realiza beneficii economice și beneficii de sănătate pentru angajați. Acest studiu are o contribuție importantă pentru studiul de eficiența economică al investițiilor în SSM din agricultura, si anume viticultura.

In acest studiu vor fi prezentate beneficiile economice implementării si auditării unui sistem de management de SSM prin Metoda de audit Alberta

Metoda de audit Alberta se bazează pe premisa unui sistem intern de responsabilitate. Alberta folosește ambele abordări pro activă și receptivă pentru a stabili conformitatea.

Consider că acest studiu conduce la mai multe cercetări și îmbunătățiri SSM în industria producătoare de vin, precum și în alte industrii din țara noastră.

CUVINTE CHEIE: Alberta, SSO, eficiența economică, costuri

1. Introducere

Poate fi dificil de exemplificat beneficiile unui sistem de management de SSO în termeni de management, cum ar fi un cash flow evident sau beneficii imediate. Deoarece randamentul financiar al investițiilor este dificil de calculat, beneficiile imediate includ menținerea conformității cu cerințele legale, îmbunătățirea credibilității și imaginii companiei, prevenirea problemelor de sănătate grave prin minimizarea riscurilor, și îmbunătățirea proceselor cu privire la sănătate și siguranța angajaților.

Chiar dacă nu se poate pune o valoare reală pe beneficiile financiare imediate prin implementarea și menținerea unui sistem de management de SSM, aceste beneficii există. Prin îmbunătățirea sănătății și siguranța angajaților, se poate îmbunătăți productivitatea, eficiența proceselor, câștigarea loialității angajaților, și reducerea numărului de zile de concediu medical în cadrul organizației. Investiția în inițiative de securitate personală și formare profesională, poate duce la economii prin reducerea plăților ca urmare a problemelor de sănătate sau de vătămări grave ale angajaților. Acest lucru poate crește loialitatea clienților datorită reputației bune.

Conform metodei de audit Alberta ca rezultat al auditului se emite un certificat de recunoaștere (COR), care este emis atunci când un angajator îndeplinește standardele de sănătate și siguranță și realizează cu succes un minim de Scor de audit de 80 % în general, și cel puțin 50 % pentru fiecare element, determinat de un auditor extern certificat. Angajatorii trebuie să realizeze și să mențină un COR pentru a deveni eligibil pentru stimulente financiare, dar există multe alte beneficii asociate cu punerea în aplicare a unui program de sănătate și securitate, inclusiv:

- ✓ mai puține accidente și incidente, și reducerea costurilor asociate (directe și indirecte)
- ✓ moral mai bun al personalului
- ✓ îmbunătățirea mediului de lucru
- ✓ productivitate sporită și o mai bună calitate
- ✓ absenteism redus
- ✓ mai puțin timp de nefuncționare a echipamentelor deteriorate

Impactul general al leziunilor și bolilor asupra economiei este important atunci când atât costurile directe și indirecte sunt luate în considerare, și liderii de succes de afaceri recunosc că sănătatea și sistemul de management al siguranței sunt o parte necesară a afacerii.

Costurile ascunse, adesea neînregistrate, indirecte pot crește până la 5 la 10 de ori suma respectivă și includ costurile care rezultă din:

- ✓ echipamente defecte
- ✓ întârzieri de producție
- ✓ de formare a lucrătorilor
- ✓ timp de anchetă
- ✓ timp de nefuncționare
- ✓ termene ratate
- ✓ costuri cu orele suplimentare
- ✓ costurile de asigurare, și alte cheltuieli se pot adăuga rapid.

În cazul în care un incident apare în mass-media, poate dauna, imaginii lor de vânzări, și reputația va suferi efecte adverse. Și desigur, adevăratul cost al suferinței umane nu poate fi contabilizat complet. Chiar dacă nu se poate garanta că incidentele nu se vor produce, sistemul de management al siguranței și sănătății va minimiza numărul și gravitatea incidentelor de la locul de muncă.

2. Stadiul actual

Studiul s-a efectuat în cadrul organizației viticole: VITICOLA CORCOVA SRL, cu sediul în Județul Mehedinți în localitatea Corcova.

În prezent societatea are 40 de angajați permanenți și aproximativ 400 de zilieri

Prevenirea riscurilor, precum și protecția sănătății și securitatea lucrătorilor este asigurată de serviciu extern de prevenire și protecție cu care societatea are încheiat contract.

Angajatorul a desemnat ca personal propriu cu activități de prevenire și protecție în domeniul securității și sănătății în munca trei conducători ai locurilor de munca

Organizația are implementat un sistem de management de securitate și sănătate ocupațională și dorește menținerea și îmbunătățirea acestui sistem.

Pentru a putea exemplifica studiul s-a auditat un loc de munca al organizației și anume: Tractorist

3. Audit prin Metoda Alberta a locului de munca: Tractorist

Această metodă a fost elaborată de ACSA (Alberta Construction Safety Association) pentru a veni în sprijinul membrilor săi pentru măsurarea eficacității sistemului de management de sănătate și securitate ocupațională.

Metoda are 9 etape:

- ✓ Pregătire Pre-Audit
- ✓ Ședința de deschidere
- ✓ Familiarizarea cu sediile auditate
- ✓ Analiza documentelor
- ✓ Observarea spațiilor de lucru
- ✓ Interviuri
- ✓ Raport de audit
- ✓ Ședința de închidere
- ✓ Asigurarea Calității

Indicatorii din cadrul etapei de Interviu sunt grupați pe următoarele capitole:

Politica de SSO a companiei, Evaluare de risc la locul de muncă și Control, Practici de lucru sigure, Procedurile de siguranță a locului de munca, Normele companiei, Echipamentul individual de

protecție (EIP), Mentenanța echipamentelor, Instruire și comunicare, Inspecții, Investigații și raportare, Pregătirea de urgență, Înregistrări și statistici, Legislația

Pentru fiecare indicator sunt precizate modalitățile de verificare: documente, interviuri și/sau observații. Indicatorii sunt apreciați prin acordarea unui punctaj care poate avea valori cuprinse între 0 și 8 de puncte sau poate avea o valoare fixă.

Tabelul 1 Numărul de interviuri efectuate pe baza dimensiunii companiei

Total	Minim
Personalul	Interviuri
< 5	Toate
5	4
6-7	5
8	6
9	7
10-11	8
12-14	9
15-16	10
16-17	11
18-20	12
21-24	13
25-27	14
28-30	15
31-36	16
37-44	17

Societatea se încadrează în intervalul 37-44 de lucrători și s-a efectuat un număr minim de 17 interviuri.

Formulare folosite în activitatea de auditare: Lista de verificare pentru observare, Lista întrebări interviu manager și șef loc de muncă, Lista întrebări interviu tractoriști, Lista rezumat întrebări interviu, Lista de locuri de muncă ale Tractoristului, Verificare Manual de Sănătate și Securitate Ocupațională, Programul de verificare a sănătății și securității (Politica de sănătate și de securitate a companiei, Evaluare de risc la locul de muncă și Control, Practici de lucru sigure, Procedurile de securitate Tractorist, Normele companiei, Echipamentul individual de protecție (EIP), Mentenanța preventivă, Instruire și comunicare, Inspecții, Investigații și raportare, Pregătire de urgență, Înregistrări și statistici, Legislație)

Rezumat

Job curent: Tractorist

Numele de Auditor: Flentea Ioana:

Tabelul 2 Rezumat

Secțiunea	Numele secțiunii	Scor posibil	Scor Real	Scor minim standard	Secțiunea Procent
1.	Politica de securitate și sănătate a Companiei	25	24	13	96
2.	Evaluare de risc la locul de muncă și Control	68	67	34	99
3.	Practici de lucru sigure	16	14	8	88
4.	Procedurile de siguranță Job	16	12	8	75
5.	Normele companiei	10	10	5	100
6.	Echipamentul individual de protecție	16	14	8	88
7.	Mentenanța preventivă	9	9	5	100

8.	Instruire și comunicare	35	33	18	94
9.	Inspecții	29	29	15	100
10.	Investigații și raportare	39	39	20	100
11.	Pregătirea de urgență	42	42	21	100
12.	Înregistrări și statistici	11	11	6	100
13.	Legislația	12	11	6	92
	TOTAL	328	315		

Calcularea scorului de audit

Scorul de audit = Scorul real / Scorul posibil = $315/328 \cdot 100 = 96,6\%$ (1)

Prin metoda Alberta s-a obținut un scor de audit de 96.6% și scoruri pentru fiecare indicator >80% conform figurii 3 de mai jos. Conform acestei metode societatea trebuie să obțină un scor general de cel puțin 80%, iar pentru fiecare indicator mai mare de 50%.

Prin metoda Alberta se urmărește atingerea unui standard stabilit anterior, deci metoda se bazează pe îmbunătățire continuă.

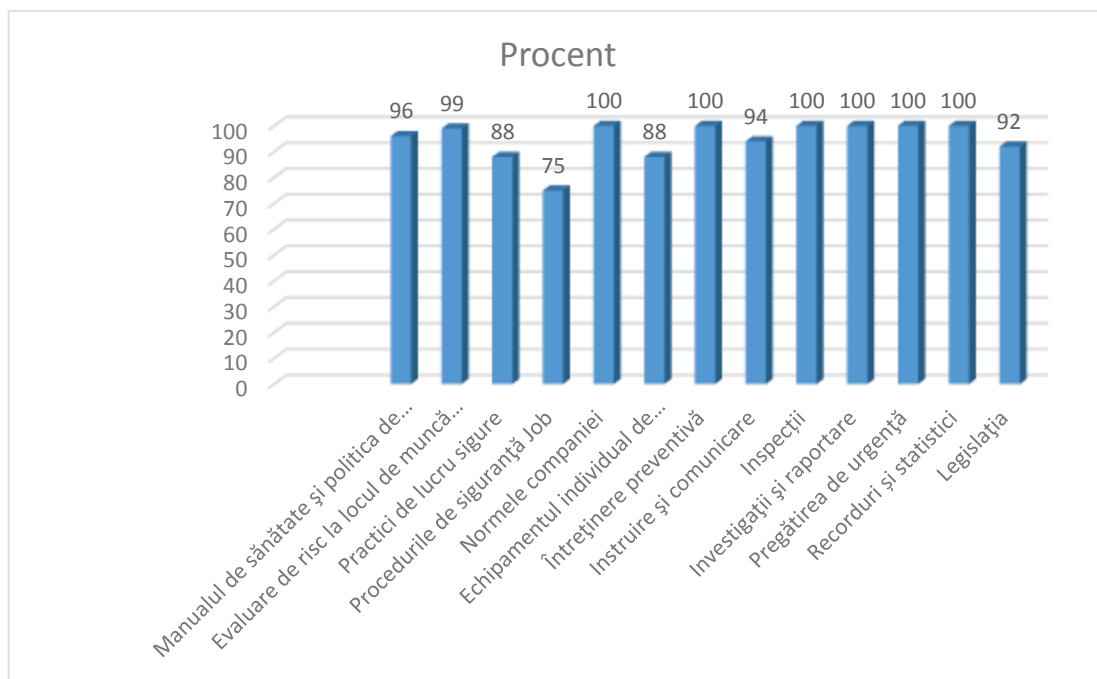


Fig. 1 Nivel de realizare pentru fiecare indicator

În urma auditului s-a întocmit un Raport de acțiuni corective cu un număr de 23 de neconformități, majoritatea minore. În tabelul nr 1 sunt prezentate cele mai reprezentative.

Tabelul 3 Raport de acțiuni corective

Nr. crt	Descrierea neconformității	Acțiuni corective/preventive	Responsabil	Termen de realizare	Data finalizare
1	In vestiarul lucrătorilor există o priză care nu era semnalizată corespunzător 220 V	Semnalizarea prizei	Lucrătorul desemnat	5 zile	

2	<p>Lucrători cu EIP uzat</p> 	Înlocuirea EIP uzat	Conducerea societății	5 zile	
3	<p>Tractoristul a fost identificat ca manipula substanțe fito-sanitare fără mănuși</p> 	Supravegherea mai atenta de către șeful de echipa a lucrătorilor	Șef de echipa	permanent	
4	<p>Lampa de emergenta defecta la una din căile de evacuare</p> 	Repararea sau înlocuirea lămpii	Șef Depozit	5 zile	
5	<p>Obturarea cailor de circulație de către lucrători pentru perioade scurte de timp</p> 	Înstruirea și supravegherea lucrătorilor și stabilirea altui traseu de manipulare a paleților	Șef echipa	permanent	
6	<p>Echipamentul de prim ajutor exista dar nu era semnalizat corespunzător</p> 	Semnalizarea echipamentului de prim ajutor	Lucrător desemnat	5 zile	
7	<p>Încărcarea grapelor nu este făcută sub supravegherea unei persoane</p>  <p>calificate</p>	Supravegherea lucrătorilor la încărcarea grapelor în remorca	Șef de echipa	permanent	
8	<p>2 mașini de stropit din depozit nu aveau afișat la loc vizibil interdicția de apropiere</p> 	Afișarea la loc vizibil a interdicției de apropiere	Lucrător desemnat	5 zile	
9	<p>Ventilația din habitaclu nu este eficienta pe un tip de tractor de generație mai veche</p> 	Crearea unui sistem climatic propice	Conducerea societății	3 luni	

4. Eficienta economica ca rezultat al aplicării metodei de audit Alberta si implementării si menținerii unui sistem de management de SSO

Acest studiu analizează costurile și beneficiile măsurilor de sănătate și securitate în munca pentru o societate viticolă pentru perioada 2013 -2017

Rata ridicată a șomajului, nivel scăzut de educație și locurile de muncă limitate în mediul rural face ca societatea să se confrunte cu câteva bariere în recrutarea și instruirea lucrătorilor.

Aproape toate cercetările legate de cost – beneficiu al securității și sănătății în munca, programelor, politicilor și intervențiilor pentru îmbunătățirea sănătății lucrătorilor se concentrează pe dezvoltarea economică.

Multe companii din lumea dezvoltată au introdus programe de promovare a sănătății, răspunzând la creșterea dovezilor de efecte negative de sănătate a timpului de lucru petrecut stând sau în îndeplinirea sarcinilor repetitive.

Costurile intervenției de sănătate și securitate în munca includ înregistrare, certificare, și procedurile de formare și costurile curente de pe o perioadă de 5 ani (2013-2017). Costurile sunt exprimate în termeni monetari

Implementarea sistemului a început în 2013 iar costurile incluse sunt următoarele: instruire și informare, achiziții și furnizarea de EIP, construcții, personal, operațiunile de zi cu zi, procesul de certificare inclusiv raportarea, colectarea datelor, depunerea cererilor, inspecții, etc), și costurile viitoare de recertificare.

Tabelele de mai jos oferă o privire de ansamblu a costului și beneficiului, necesară pentru analiza cost - beneficiu în implementarea sistemului

Tabelul 4. Costuri și beneficii pentru implementarea sistemului

Costuri	Beneficii
Costuri directe tangibile Ex: costul EIP, instruire, certificare	Beneficii directe tangibile Risc mic de accidentare, costuri medicale scăzute
Costuri directe intangibile Ex: inconveniența de a purta EIP	Beneficii directe intangibile Nivel ridicat de motivare a lucrătorilor
Costuri indirecte Ex: costul oportunității (timpul pierdut cu instruirea)	Beneficii indirecte Productivitate ridicată

Tabel 5. Costul accidentelor de munca

Costuri directe	Suportate de	Costuri indirecte	Suportate de
Costul tratamentului	Lucrător, asigurări, organizație, stat	Îngrijirea pacientului acasă	Familie
Cost de înlocuire a lucrătorului	Companie	Venit mic în viitor	Lucrător
Pierderea venitului	Familie	Costuri de recalificare	Companie
Costuri de reparație	Compania		

Tabelul 6. Costuri directe de implementare a sistemului de sănătate și securitate în munca

Costuri	Valoare euro
EIP	15.000
Instruire personal	1450
Prima certificare inclusiv pre-audit	2000
Alte cheltuieli de îmbunătățire a securității și sănătății ocupationale	3000

După procesul de certificare inițială, costurile anuale sunt de așteptat să fie mai mici..

Tabelul 5 include costurile nu clar definite, cum ar fi indicatoare de securitate, mecanisme de siguranță și schimbări structurale în zonele de lucru. Tabelul 5 prezintă costurile măsurilor suplimentare în timp și după de certificare în valori monetare iar fig nr 4 prezintă evoluția acestor costuri reprezentată grafic

Tabel 7. Costurile curente pentru menținerea și îmbunătățirea sistemului de management (Euro)

Costuri	2013	2014	2015	2016	2017
Cheltuieli pentru siguranța locului de munca	2560	1450	1350	1250	1150
Mentenanța pentru siguranța locului de munca	2150	2150	1465	1565	1865
Cheltuieli pentru siguranța mediului	719	811	854	950	975
Salarii pentru personalul de siguranță	21556	25658	26987	29567	30151

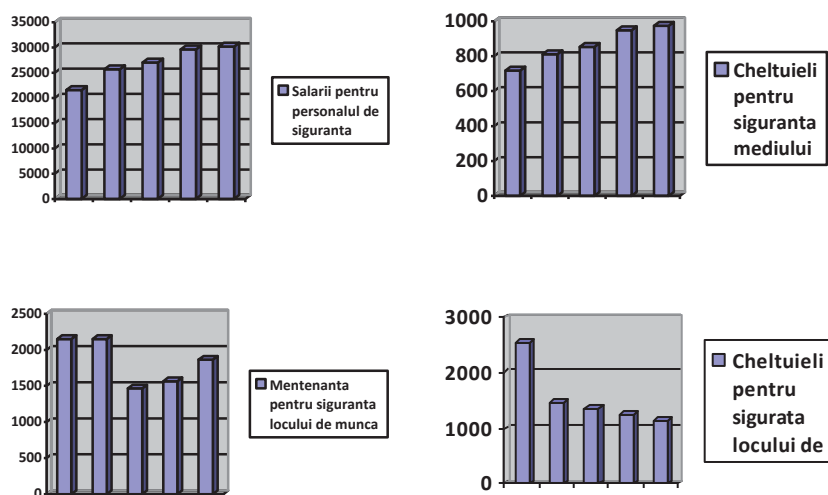


Fig. 2 Costuri curente 2013-2017

Costurile curente de personal includ doi manageri și un medic de medicina muncii. Costurile cu achiziția EIP rămân ridicate, echipamentul trebuie să fie înlocuit frecvent. Aproape o treime din costurile de EIP în timpul fazei de certificare vor fi suportate anual pentru înlocuiri. Sistemele de supraveghere a lucrătorilor necesită, de asemenea actualizări. Costurile medicale profilactice includ regulat spirometrie, audiometrie, și diverse teste, care au devenit obligatorii pentru toți angajații.

În acest caz, avem costuri mai ridicate în primul an. Este de așteptat să scadă costurile în următorii ani și să devină o constantă. Beneficiile sunt de așteptat să rămână stabile.

Randamentul complet al investițiilor pentru măsurile de securitate și certificare este negativ pe o perioadă de timp de 5 ani. Costurile totale sunt EUR 155183 pentru perioada 2013-2017 incluzând certificarea inițială și implementarea de măsuri de securitate și sănătate. Costurile anuale rămân stabile, și sunt aproximativ EUR 31036.

Organizația previzionează în bugetul alocat pentru următorii 3 ani costuri mai mici cu menținerea sistemului de management al sănătății și securității în munca, totodată se vor vedea și beneficiile reale ale investiției.

Efectele implementării, menținerii și îmbunătățirii sănătății și securității în munca

In urma implementării sistemului de management si aplicării metodei Alberta s-au constat următoarele efecte pozitive si beneficii, iar impactul lor este prezentat in figura nr 5 pe o scara de la 1 la 6.

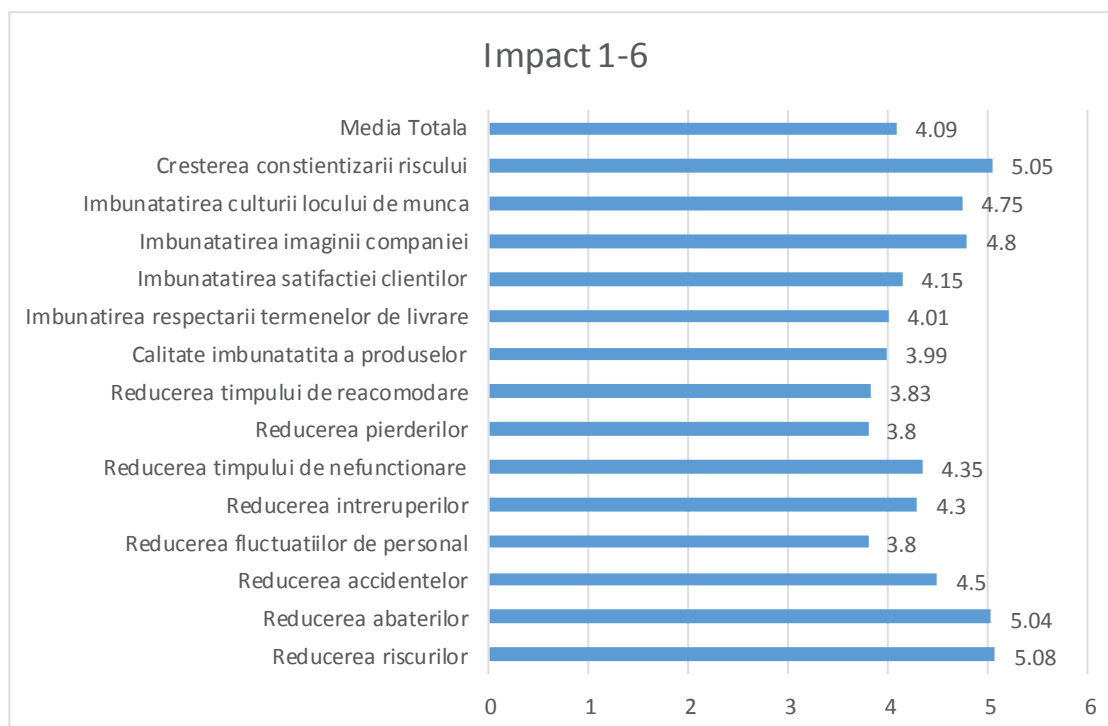


Fig. 3 Efectele implementării, menținerii și îmbunătățirii sănătății și securității în munca

5. Concluzii

In perioada analizata 2013 – 2017 randamentul investitiei este negativ, dar începând cu anul 2018 costurile devin constante și au fost previzionate în buget sub nivelul anului 2017. Se așteaptă ca în anul 2018 randamentul investiției să fie pozitiv

Înainte de implementarea sistemului de management societatea nu avea costuri așa de mari cu securitatea și sănătatea în munca (valoare pentru anul 2012 aproximativ 8000 euro), dar în schimb avea costuri cu amenzi de la instituțiile de control, ineficiența angajaților, costuri cu înlocuirea angajaților care erau în concediu medical, cu timpul de reacomodare al angajaților. Multe dintre aceste costuri nu pot fi cuantificate, nu au o valoare monetară exactă, dar controlând prin sistemul de management aplicat se observa o diminuare a situațiilor generatoare de aceste costuri.

Pentru exemplificare Figura 6 prezintă costurile anuale pentru securitate și sănătate în munca înainte de implementarea sistemului și după perioada analizată (2012-2018).

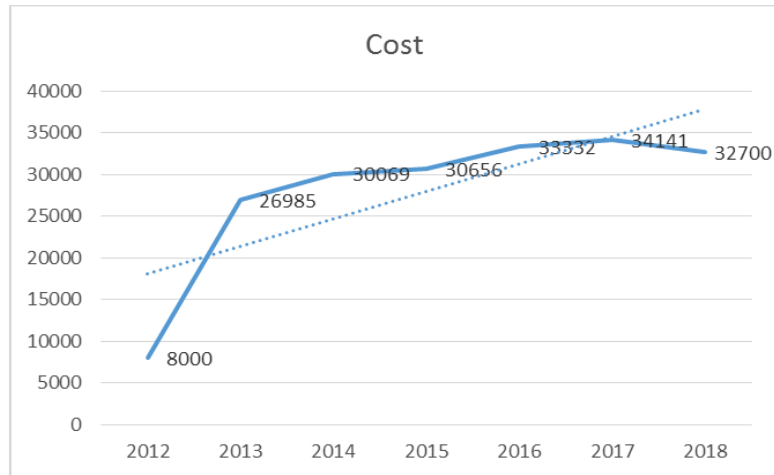


Fig. 4 Costuri cu sănătatea și securitatea angajaților înainte, în timpul și după implementarea sistemului de management

Pentru a vedea relevanța analizei costurilor din figura 6, mai jos este prezentat un grafic (Fig. 7) cu costurile anuale pe angajat, datorită faptului că societatea s-a dezvoltat pe parcursul celor 7 ani, iar numărul de angajați a crescut în fiecare an, de la 20 de angajați în 2012 la 40 de angajați în 2018.

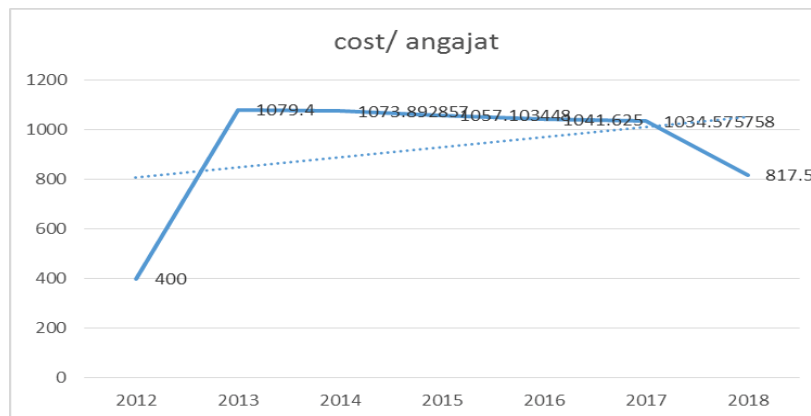


Fig. 5 Cost / angajat cu sănătatea și securitatea angajaților înainte, în timpul și după implementarea sistemului de management

După cum se observă în figura 7 valoarea costului pe angajat este aproximativ constantă pe perioada analizată iar începând cu anul 2018 organizația se așteaptă ca aceste costuri să scadă. Scăderea costurilor și beneficiile pozitive ale implementării și menținerii sistemului de management prin Metoda Alberta este cel mai clar semn că investițiile în condiții de siguranță pot fi profitabile pe termen lung. Este de așteptat că introducerea acestui stimulente va încuraja un număr semnificativ de companii pentru a analiza în mod continuu costurile și beneficiile SSM.

Pe baza unei analize a modificărilor efectuate pentru modelul prezentat, se poate concluziona că va rezulta o reducere a costurilor pentru sănătatea în muncă datorită investițiilor care îmbunătățesc condițiile de muncă pentru angajați, pe termen lung, astfel de investiții vor avea ca rezultat beneficii de la un număr mai mic de boli profesionale, de la reducerea fluctuațiilor de personal, de la reducerea pierderilor și de la calitatea îmbunătățită a produselor.

6. Bibliografie

- [1]. <https://work.alberta.ca>
- [2]. P. Shearn Case Examples (2003): Business benefits arising from health & safety interventions Health & Safety Laboratory, Sheffield (UK)
- [3].L.S. Robson, J.A. Clarke, K. Cullen, A. Bielecky, C. Severin, P.L. Bigelow, E. Irvin, A. Culyer, Q.Mahood (2007) The effectiveness of occupational health and safety management system interventions: a systematic review.
- [4]. <https://advisera.com>
- [5]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- [6]. <https://osha.europa.eu/>
- [7]. <https://travelriskmanagementsolutions.com>
- [8]. <http://citeseerx.ist.psu.edu>

7. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

SSM = Sănătate și securitate în munca

COR – Certificare de recunoaștere

SSO – Sanatate și Securitate Ocupationala

METODĂ DE AUDIT ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR PENTRU O DEZVOLTARE DURABILĂ

DINU¹ Amalia - Eugenia¹

¹Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria securității și sănătății în muncă, Anul de studii: II, e-mail: amaliadinu.ssmcamarad@gmail.com

Conducător științific: Prof. univ. dr. ing. **Gheorghe SOLOMON**

REZUMAT: Dezvoltarea noastră trebuie să fie orientată în direcția creării unui mediu construit sănătos prin procese eficiente din punct de vedere al resurselor, reutilizare, reciclare, proiectare inovatoare, conservarea ecosistemelor și menținerea unui echilibru natural.

Impactul industriei construcțiilor asupra mediului este considerabil, aceasta consumând aproximativ 40% din consumul total de resurse și producând aproximativ 40% din toate deșeurile.

Sănătatea și securitatea ocupațională este centrul dezvoltării durabile. Locurile de muncă sigure și lucrătorii sănătoși sunt premisele pentru productivitate și dezvoltare socială, economică și durabilă.

Construcția durabilă reprezintă o modalitate de abordare a problemelor complexe ale durabilității și aplicarea acestora la procesul de construcție, luând în considerare materialele, energia, proiectarea, construcția și cerințele comunității.

CUVINTE CHEIE: dezvoltare durabilă, workwell, audit, securitate și sănătate în muncă, construcții

1. Introducere

Provocarea actuală pentru sectorul construcțiilor, ca principal factor care contribuie la încărcarea ecologică, este să-și restructureze, în sensul îmbunătățirii substanțiale a eficienței și eficacității, întregul proces de producție, pentru a reduce numărul accidentelor și a bolilor profesionale precum și impactul asupra mediului.

Dezvoltarea noastră trebuie să fie orientată în direcția creării unui mediu construit sănătos prin procese eficiente din punct de vedere al resurselor, conservarea ecosistemelor și menținerea unui echilibru natural.

Lucrarea de față se constituie atât ca un demers științific cât și practic, cu scopul de a atrage atenția asupra importanței securității și sănătății la locul de muncă și a protecției mediului înconjurător, în vederea construirii unui viitor durabil, deoarece fără a lua în considerare aceste aspecte, dezvoltarea durabilă nu poate fi garantată. Astfel, plecând de la statisticile din domeniul construcțiilor, am evidențiat drumul către o dezvoltare durabilă, în special pe dimensiunea mediului înconjurător, ajungând apoi la auditarea securității și sănătății ocupaționale, ca element central a unei dezvoltări durabile reale, în societatea Rotary Construcții București, prin metoda Workwell Canada.

2. Stadiul actual

Este cunoscut faptul că astăzi, accidentele și bolile profesionale pot avea un impact major asupra productivității, competitivității, reputației întreprinderilor, mijloacelor de trai ale indivizilor și ale familiilor acestora. Statisticile arată că la nivel global, lucrătorii suferă în fiecare an, 270 de milioane de accidente de muncă [1] și astfel, decesele, răniurile și bolile profesionale reprezintă o pierdere estimată de 4% din produsul intern brut [2], iar scăderea sănătății ocupaționale și reducerea capacității de muncă a lucrătorilor pot cauza pierderi economice de până la 10-20% din produsul național brut al unei țări [3].

Construcțiile rămân unul dintre cele mai importante sectoare economice la nivel mondial, în ceea ce privește investițiile, ocuparea forței de muncă și contribuția la produsul intern brut. Acesta se confruntă cu o mare provocare în căutarea durabilității, deoarece consumă aproximativ 40% din consumul total de

resurse și produce aproximativ 40% din toate deșeurile, inclusiv emisiile de gaze cu efect de seră. În consecință, impactul industriei construcțiilor asupra mediului este considerabil, în special în ceea ce privește pierderea solului și a terenurilor agricole, pierderea pădurilor și a terenurilor sălbatice, poluarea aerului și pierderea surselor de energie și a mineralelor neregenerabile.

La nivel de mediu, durabilitatea împiedică utilizarea naturii ca sursă inepuizabilă de resurse și asigură protecția și utilizarea rațională. Aspecte cum ar fi conservarea mediului, investițiile în energii regenerabile, economisirea apei, susținerea mobilității durabile, inovarea în domeniul construcțiilor și al arhitecturii durabile contribuie la realizarea acestei durabilități ecologice pe mai multe fronturi.

Strategia de dezvoltare durabilă a unei organizații nu se reflectă numai în creșterea valorii producției, ci trebuie evaluată împreună cu alte aspecte, cum ar fi eficacitatea economică, utilizarea resurselor și performanța de mediu, responsabilitatea socială și sănătatea și securitatea ocupațională.

3. Spre o dezvoltare durabilă

Dezvoltarea durabilă, vizează conservarea resurselor naturale pentru generațiile viitoare, în timp ce nevoile actualei generații și cerințele societăților sunt luate în considerare, sau altfel spus, prin conservarea energiei, a apei și a resurselor naturale prin reutilizare, reciclare, proiectare inovatoare respectiv prin minimizarea deșeurilor și a poluării, ne putem satisface nevoile fără a compromite nevoile generațiilor viitoare.

Sănătatea și securitatea ocupațională este centrul dezvoltării durabile. Organizația Mondială a Sănătății, precum și alte cercetări în domeniu [5], au arătat că locurile de muncă sigure și lucrătorii sănătoși sunt premisele pentru productivitate și dezvoltare socială, economică și durabilă.

Interacțiunea dintre oameni (social), planetă (mediu înconjurător) și profit (economie), sau dintre așa-numiții piloni ai dezvoltării durabile, a tot fost discutată la diferite niveluri, însă în această lume modernă și în continuă schimbare, au fost trecuți cu vederea alți trei piloni și anume: aspecte politice, tehnologice și culturale (a se vedea figura 1) [6][7]. Tehnologia de ultimă oră îmbunătățește condițiile de muncă și obține avantaj pe piață și astfel optimizarea economiei și îmbunătățirea standardelor sociale, devine o prioritate. Cultura societății ar trebui reconsiderată, îmbunătățind în același timp mediul de lucru, sănătatea și cultura socială, iar pentru a îmbunătăți și a controla mediul, este nevoie și de luarea în considerare a aspectelor politice.

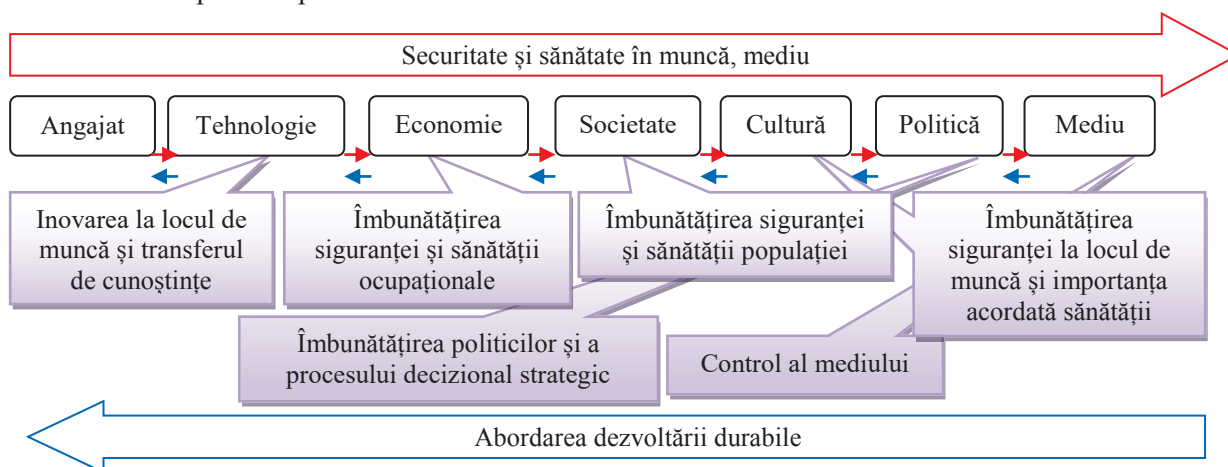


Fig. 1. Piloni ai dezvoltării durabile și abordarea securității și sănătății în muncă

Prin urmare, dezvoltarea durabilă este o integrare a tuturor acestor elemente alături de îmbunătățirea sau inovarea siguranței și sănătății la locul de muncă și considerația, în sensul păstrării și gospodăririi corespunzătoare a mediului înconjurător.

Construcția durabilă reprezintă o modalitate de abordare a problemelor complexe ale durabilității și aplicarea acestora la procesul de construcție, luând în considerare materialele, energia, proiectarea, construcția și cerințele comunității. Fundația pentru întregul proces constă în echilibrarea considerentelor

financiare, de mediu și operaționale. Construcția durabilă (sau alte denumiri acordate acesteia, ca de exemplu, "Clădirea inteligentă", "Clădirea eficientă din punct de vedere energetic", "Clădirea verde") se referă la crearea infrastructurii și a metodelor de construcție care sunt ecologice, nu se bazează foarte mult pe resursele noastre în scădere rapidă și pe conservarea materialelor virgine. De asemenea, este vorba despre minimizarea deșeurilor, a poluării, a zgomotului și a traficului și asigurarea unui mediu de lucru mai sigur pentru toți cei implicați în construcția, întreținerea, utilizarea și eventuala eliminare a clădirilor sau a structurilor.

În centrul construcției durabile se află o bună proiectare, dar mai include deasemenea, producătorii și furnizorii de materiale de construcție, precum și clienții și ocupanții destinației finale – aceștia din urmă având de asemenea roluri cheie în realizarea unei construcții durabile.

Atunci când este aplicată construcției, dezvoltarea durabilă necesită o abordare integrată și inovatoare, de la proiectare și construire până la ocupare, întreținere, renovare și demolare.

Construcția durabilă reduce substanțial impactul asupra mediului a unei clădiri pe parcursul întregii sale vieți, asigurând în același timp condiții de viață și de lucru mai sănătoase și mai confortabile.

Industria construcțiilor poate contribui la realizarea dezvoltării durabile, fiind profitabilă și competitivă, furnizând clădiri și structuri care să ofere clienților și utilizatorilor o mai mare satisfacție, bunăstare și valoare, prin respectarea și tratarea mai corectă a părților interesate, prin îmbunătățirea și protejarea mai bună a mediului natural și minimizarea consumului de energie (în special a energiei bazate pe carbon) și a resurselor naturale.

Provocările momentului, în acest domeniu, rămân managementul, proiectarea, performanța produsului și a clădirii, consumul de energie și resurse, dezvoltarea urbană, eco-eficiența și respectiv, procesele de planificare și luare a deciziilor.

În ceea ce privește fabricarea produselor, este important să se reducă cantitatea de material și energia încorporată în produse, emisiile provenite de la utilizarea produselor, să se îmbunătățească eficiența energetică în timpul utilizării și potențialul de reciclare și reutilizare.

Eforturile de conservare a ecosistemelor și de reducere a consumului de resurse necesită utilizarea materialelor regenerabile sau reciclate precum și selectarea materialelor, ținând seama de costurile ciclului de viață "de la leagăn până la mormânt".

Urbanizarea continuă consolidează importanța creării unui mediu construit care să contribuie la dezvoltarea economică și bunăstarea socială și care să fie durabil pentru generațiile viitoare. Prin urmare, este esențial să se asigure infrastructura, clădirile și utilitățile adecvate, luând în considerare calitatea vieții, guvernanta urbană, calitatea mediului și durabilitatea.

Abordările durabile ale dezvoltării urbane pot contribui la construirea unor comunități sănătoase și sigure și la atenuarea sărăciei, facilitând în același timp crearea de locuri de muncă, dezvoltarea resurselor umane și realizarea de beneficii financiare pentru comunitate.

Strategiile de succes pentru promovarea dezvoltării urbane durabile trebuie să țină seama de factorii socio-economici și culturali, de tradiții și de problemele de mediu. Reglementările, stabilirea prețurilor la energie, cererea de pe piață și abordările care permit, cum ar fi stimulentele și proiectele demonstrative, sunt unele dintre măsurile care trebuie luate în considerare.

Termenul "eco-eficiență" se referă la eficiența cu care societatea utilizează resursele de mediu, naturale și alte resurse pentru a genera calitatea vieții. Îmbunătățirea ecoeficienței este o strategie importantă pentru dezvoltarea durabilă și furnizarea de servicii în orașe și comunități. Elementele importante ale unei strategii urbane de eco-eficiență includ, integrarea construcției și a infrastructurii în armonie cu caracteristicile și constrângerile ecosistemelor locale, respectarea celor mai bune practici de mediu în ceea ce privește selecția materialelor, reciclarea, reutilizarea și tehnologia și luarea în considerare a implicațiile asupra mediului în ciclul lor de viață. Alte elemente sunt, proiectarea fluxurilor de apă pentru conservarea resurselor, optimizarea eficienței și reducerea poluării prin practici de prevenire și reducere, asigurarea reutilizării și reciclării maxime a materialelor prin tratarea integrată a deșeurilor la fața locului și încurajarea îmbunătățirilor în ceea ce privește performanța de mediu pentru toate părțile implicate (comunități, întreprinderi) precum și a instalațiilor existente, prin exploatarea unui sistem informațional la nivel de oraș care informează și oferă feedback despre performanța de mediu.

Programul Națiunilor Unite pentru Mediu [8] propune o listă de recomandări pentru proiectarea și construcția de clădiri responsabile cu mediul pe care am considerat oportun să o prezint, pe scurt în continuare.

În ceea ce privește proiectarea: 1. Mai mic este mai bine - optimizarea utilizării spațiului interior, astfel încât dimensiunea totală a clădirii și resursele utilizate în construcția și funcționarea acestuia să fie reduse la minimum, 2. Proiectarea clădirilor eficiente din punct de vedere energetic folosind un nivel ridicat de izolație și ferestre de înaltă performanță, 3. Proiectarea clădirilor pentru utilizarea energiei regenerabile, 4. Optimizarea utilizării materialelor - evitarea deșeurilor de la supra-proiectare prin optimizarea ingineriei și simplificarea geometriei clădirii, 5. Proiectarea peisagistică eficientă, pentru lucrări de întreținere reduse - peisaj cu plante native rezistente la secetă și pământuri perene, 6. Asigurarea reciclării deșeurilor să fie facilă pentru ocupanți - dispoziții pentru stocarea și prelucrarea materialelor reciclabile, 7. Examinarea posibilității de reutilizare a apei gri, 8. Proiectarea pentru durabilitate - structura trebuie să fie durabilă, 9. Proiectarea pentru reutilizare și adaptabilitate în viitor - structura adaptabilă la alte utilizări, materiale și componente care pot fi refolosite sau reciclate și 10. Evitarea potențialelor pericole pentru sănătate.

Referitor la utilizarea terenurilor și a problemele legate de șantierul de construcții, avem: 1. Renovarea clădirilor vechi, 2. Crearea de comunități și încurajarea dezvoltării în utilizare și a utilizării mixte, 3. Minimizarea dependenței de automobile, 4. Evaluarea resurselor șantierului - accesul solar, solurile, vegetația, resursele de apă, zonele naturale importante ș.a. și utilizarea acestor informații pentru a ghida proiectarea, 5. Amplasarea clădirilor în așa fel încât să fie minimizat impactul, în vederea conservării spațiului deschis și/sau a coridoarele sălbatice, a evitării zonele umede precum și restaurarea ecosistemelor deteriorate, 6. Asigurarea unei gestionări responsabile a apei la fața locului, 7. Amplasarea clădirilor pentru a beneficia de vegetația existentă, 8. Protejarea copacilor și a solului vegetal în timpul lucrului în șantier și evitarea utilizării pesticidelor sau a altor substanțe chimice care se pot scurge în apele subterane, respectiv a îngropării resturile de construcție, în sol.

Privind materiale, se recomandă: 1. Folosirea de produse și materiale durabile, 2. Alegerea materialelor de construcție cu întreținere redusă sau a căror întreținere va avea un impact redus asupra mediului, 3. Alegerea materialelor cu încărcare energetică redusă, 4. Achiziționarea de materiale de construcție produse la nivel local, 5. Utilizarea produselor de construcții fabricate din materiale reciclate - acestea reduc problemele legate de deșeurile solide, reduc consumul de energie în industria prelucrătoare și economisesc utilizarea resurselor naturale (reutilizarea materialelor reciclate începe să se remarce ca o expresie inovatoare, extrem de eficientă și artistică a designului durabil. Seminarul "Resurse secundare și utilizarea lor în construcții", care a avut loc la Copenhaga în 2016, a oferit o imagine de ansamblu asupra dezvoltării în domeniul reciclării și reutilizării resurselor în construcții), 6. Folosirea materialelor de construcție "salvate", acolo unde este posibil, 7. Folosirea responsabilă a lemnului, 8. Evitarea materialelor care emit poluanți, ca de exemplu, finisajele pe bază de solvenți, adezivi și alte produse de construcții ce eliberează în aer, formaldehidă și compuși organici volatili. Aceste substanțe chimice pot afecta sănătatea lucrătorilor și ocupanților și pot contribui la poluarea cu smog și la contaminarea solului. De asemenea de evitat materialele care emit hidroclorofluorocarbon, cum ar fi polistirenul extrudat și anumite tipuri de izolație cu spumă, 9. Evitarea aruncării lemnului, clăie peste grămadă - folosirea anumitor dispozitive care să împiedice contactul cu solul și putregaiul și 10. Minimizarea deșeurile de la ambalaje. Și nu în ultimul rând, în ceea ce privesc echipamentele, se recomandă: 1. Instalarea de echipamente de încălzire și răcire cu randament ridicat și cu risc minim de scurgere a gazelor de ardere, 2. Evitarea substanțelor chimice care afectează stratul de ozon, la echipamentele mecanice și în izolație, 3. Instalarea lămpilor și aparatelor de înaltă eficiență, 4. Instalarea echipamentelor eficiente din punct de vedere al consumului de apă și instalarea echipamentelor mecanice de ventilație.

Trei principii simple se impun a fi respectate în acest context și anume: economia de resurse – conservarea energiei, apei și materialelor, proiectarea pentru întreg ciclul de viață – preconstrucție, construcție și postconstrucție, proiectarea pentru om, în sensul păstrării condițiilor naturale, a confortului acestuia, proiectarea urbană și studiul amplasamentului.

Ciclul de viață al unei construcții privit ca un proces orizontal are ca faze specifice, producția materialelor, faza de construcție cu proiectarea construcției (arhitectură, inginerie, instalații) și realizarea efectivă, faza de utilizare și perioada cea mai lungă din ciclul de viață, unde construcția este folosită în scopul declarat și debarasarea (End-of-Life), respectiv faza de încheiere a ciclului de viață prin reutilizare, refabricare, reciclare și aruncare (vezi figura 2). O abordare pe ciclu de viață, reprezintă o analiză sistematică de evaluare a impactului asupra mediului, a unui produs sau serviciu pentru întreg ciclul său de viață. Practic, într-o astfel de analiză se va face evaluarea oricărui material de construcție, componentă sau sistem privind emisiile de substanțe nocive în aer, apă, sol și a cantității de resurse utilizate, pe întregul ciclu de viață al construcției.

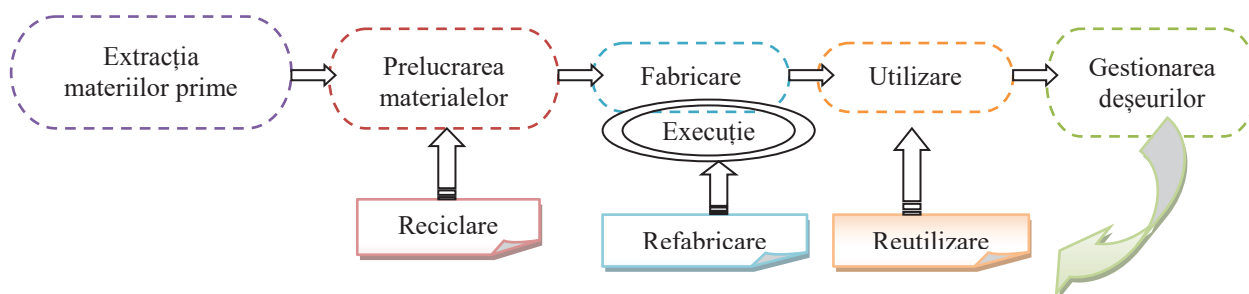


Fig. 2. Analiza ciclului de viață

În consecință, recomand utilizarea acestui tip de analiză pentru toate proiectele de construcții alături de un management corespunzător implementat și ținând cont de faptul că, procesul de evaluare a impactului asupra mediului necesită date de intrare de mediu asociate cu materialele structurale și tehnologiile utilizate în domeniul construcțiilor (a se vedea figura 3).

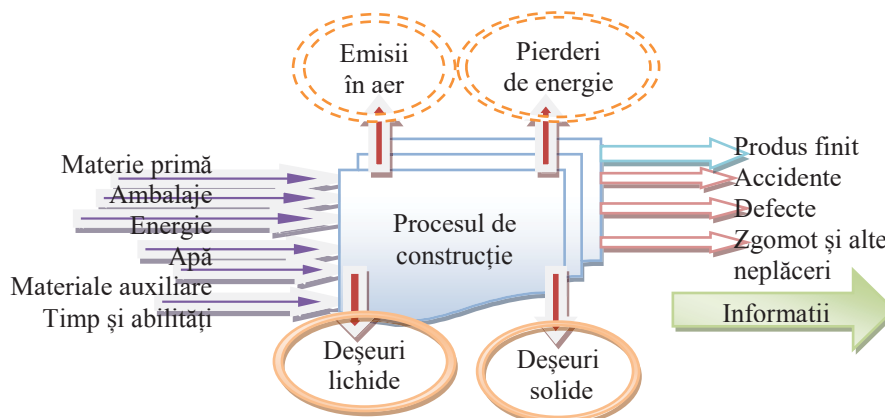


Fig. 3. Diagrama fluxurilor de resurse, în managementul construcțiilor

Deasemenea, plecând de la legislația de mediu aplicabilă la nivelul fiecărei organizații și de la strategiile de dezvoltare durabilă existente, se impune elaborarea și respectarea întocmai a planului de management de mediu pentru fiecare execuție de lucrări în parte. Scopul acestui plan de management este, coordonarea tuturor activităților desfășurate în așa fel încât, să se exercite un impact cât mai mic asupra oamenilor și a mediului înconjurător.

Un alt instrument util în cadrul organizațiilor este managementul riscului, care vizează dezvoltarea instrumentelor de diminuare a dezastrilor bazate pe strategii de prevenire și intervenție, transfer și schimb reciproc de cunoștințe, educație și tehnici de luare a deciziilor. Managementul riscului de mediu diferă față de managementul altor tipuri de risc, datorită complexității sale și vizează: flora și fauna, sănătatea și bunăstarea economică a oamenilor, bunăstarea socială aer și sol, energia și clima.

Întreprinderile trebuie să adopte o abordare proactivă privind gestionarea riscurilor de mediu, începând cu respectarea reglementărilor.

4. Metoda de auditare Workwell într-o societate de construcții românească

Rolul auditului securității și sănătății în muncă este de a asigura analizarea și evaluarea performanței și eficacității atât a sistemului de management al activităților de prevenire și protecție, cât și a sistemului de management al sănătății și securității ocupaționale, fiind o componentă de o importanță primordială a mecanismului de reglare al acestor sisteme, prin feedback-ul pe care îl asigură.

Metoda de audit de sănătate și siguranță Workwell ("Bine lucrat") este o metodă a Comisiei de Securitate Profesională și Asigurarea Împotriva Accidentelor de Muncă - The Workplace Safety and Insurance Board of Ontario, din Ontario – Canada [4]. Aceasta se constituie ca o metodă de audit extern, ce analizează performanța de securitate și sănătate în muncă și revenirea/reîncadrarea în muncă a lucrătorilor ce au suferit un accident de muncă și aplică cele mai bune practici în domeniu.

Programul Workwell evaluează practicile și procedurile de sănătate și siguranță ale angajatorilor care prezintă un risc mai mare de a se confrunta cu incidente la locul de muncă și respectiv programul de reîncadrare în muncă, pentru angajații ce au suferit un accident de muncă. Acest lucru încurajează companiile să facă îmbunătățirile necesare, ajută la prevenirea rănilor, a bolilor și a deceselor și reduce consecințele negative ale dizabilităților ocupaționale. Locurile de muncă mai sigure, nu numai că duc la o sănătate mai bună și implicit la o calitate a vieții pentru muncitori, ci pot, de asemenea, să ducă la creșterea productivității, a calității produselor/serviciilor, la un moral îmbunătățit și la un profit mai mare.

Metoda conține 12 secțiuni, numite și elementele auditului ce sunt prezentate în tabelul 1. De asemenea fiecare secțiune are un număr total de puncte acordate, iar totalul acestora însumează 1005 puncte. Nivelul de conformare minim sau scorul de trecere, așa cum este numit în metodă, este de 75%. În cazul în care se înregistrează mai puțin, societatea este auditată încă o dată peste 6 luni; dacă nici atunci nu înregistrează nivelul minim, este impozitată/taxată suplimentar, considerându-se ca societate cu risc.

Tabelul 1. Secțiunile auditului Workwell și punctajul aferent

Elementul auditului	Scorul total	Verificare	Scorul obținut
1. Declarația de politică de securitate și sănătate în muncă	40	D/O	40
2. Responsabilități privind securitatea și sănătatea în muncă	120	D/I	100
3. Semnalizarea de securitate afișată – materiale privind securitatea și sănătatea	55	D/O	20
4. Standarde și proceduri de sănătate și siguranță (inclusiv identificarea și evaluarea pericolelor)	200	D/I/O	140
5. Reprezentantul / comitetul pentru sănătate și siguranță	50	D/I	25
6. Educația / formarea în domeniul sănătății și siguranței	160	D/I	120
7. Cerințe privind primului ajutor	50	D/I/O	30
8. Inspecțiile privind securitatea și sănătatea în muncă	125	D/I/O	70
9. Acțiunile de prevenire - întreținerea preventivă	30	D/I/O	25
10. Cercetarea accidentelor și a incidentelor	50	D/I	45
11. Echipa de conducere	95	D/I/O	75
12. Reîncadrarea/reîntoarcerea în muncă	30	D/I/O	0
Total punctaj	1005	-	690
Nivel obținut		68,66%	

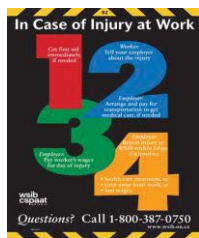
Pentru fiecare element (indicator) al listei de verificare sunt precizate explicații suplimentare privind elementul verificat, scopul urmărit, care poate fi de ordin rațional (inducerea unei acțiuni, atitudini, comportament etc. cu efecte benefice asupra securității și sănătății în muncă la nivelul societății) sau de ordin legal (conformarea cu anumite cerințe ale legislației), punctajul maxim care poate fi acordat elementului respectiv și modalitățile de verificare, respectiv analiza documentelor (D), interviuri (I) și/sau observații (O).

În cadrul societății Rotary Construcții, listele de verificare au fost proiectate și aplicate, pentru toate cele 12 secțiuni, dar datorită desfășurării ample a acestora, vă propun în continuare, prezentarea aplicării unei singure secțiuni a auditului Workwell, respectiv punctul trei - semnalizarea de securitate / materiale privind securitatea și sănătatea (tabelul 2). Întreaga listă de verificare Workwell și aplicarea

acesteia, precum și planul de măsuri propus în urma auditului, se regăsesc în anexele 1-13 de la prezenta lucrare și pot fi consultate la cerere.

Tablel 2. Secțiunea a treia a auditului Workwell aplicat S.C. Rotary Construcții S.R.L.

Elementul auditat		Instrucțiuni / Explicații	Scop (legal, rațional)	Scor		
3.1. Angajatorul are următoarele documente afișate în mod vizibil și / sau disponibile la locul de muncă:				Da	Nu	Mod verificare
a	Legea privind sănătatea și securitatea în muncă / ocupațională	<ul style="list-style-type: none"> Într-o zonă cu trafic intens (de ex. la intrarea angajaților); Accesibil tuturor angajaților la fața locului și în afara acestuia. 	<i>Argumentare legală</i> Prevederile legislației în domeniul securității și sănătății în muncă – afișarea la un loc accesibil fiecărui angajat.	5	0	D/O
b	Regulamentul intern	<ul style="list-style-type: none"> Într-o zonă cu trafic intens; Accesibil tuturor angajaților la fața locului și în afara acestuia. 	<i>Argumentare legală</i> Regulamentul aplicabil locului de muncă, să fie la dispoziția angajaților pentru examinare, în format tipărit sau electronic.	5	0	D/O
c	Regulamentul privind produsele periculoase	<ul style="list-style-type: none"> Într-o zonă cu trafic intens; Accesibil tuturor angajaților la fața locului și în afara acestuia. 	<i>Argumentare legală</i> Regulamentul privind produsele periculoase, să fie la dispoziția angajaților pentru examinare, în format tipărit sau electronic.	5	0	D/O
d	Fișe tehnice de securitate pentru materiale	<ul style="list-style-type: none"> Disponibil tuturor angajaților la fața locului și în afara amplasamentului; Inventarul este actualizat (nu mai vechi de 3 ani). 	<i>Argumentare legală</i> O copie a celei mai recente versiuni a inventarului și a oricărei fișe cu date de securitate a materialelor care nu au fost excluse ... puse la dispoziție de angajator la locul de muncă într-o manieră care să permită examinarea de către lucrători.	5	0	D/O
e	Marcarea substanțelor	<ul style="list-style-type: none"> Într-o zonă cu trafic intens; Accesibil tuturor angajaților la fața locului și în afara acestuia. 	<i>Argumentare legală</i> Regulamentul să fie la dispoziția angajaților pentru examinare, în format tipărit sau electronic.	5	0	D/O
f	Materiale explicative pentru sănătatea și securitatea muncii elaborate de instituțiile în domeniu	<ul style="list-style-type: none"> Într-o zonă cu trafic intens; Accesibil tuturor angajaților la fața locului și în afara acestuia. 	<i>Argumentare legală</i> Să fie la dispoziția angajaților pentru examinare, în format tipărit sau electronic.	5	0	D/O
g	Poster-ul "În caz de accident la locul de muncă"	<ul style="list-style-type: none"> Punct / Stație de prim ajutor; Într-o zonă cu trafic intens al angajaților. 	<i>Argumentare legală</i> Punctul de primul ajutor trebuie să conțină posterul ilustrat. Fiecare angajator va păstra în permanență poster-ul afișat în toate zonele din cadrul unității, cu privire la necesitatea raportării tuturor accidentelor și primirea tratamentului de prim ajutor.	5	0	D/O



h	Regulamentul de primul ajutor	Disponibil la stația/punctul de prim ajutor.	<i>Argumentare rațională</i> Se asigură că fiecare stație de prim ajutor este dotată în mod adecvat pentru a furniza tratamentul de prim ajutor.	5	0	D/O
i	Serviciile de urgență și numere de telefon ale acestora	Postate peste tot / în întreaga unitate, inclusiv zona de birouri. Numerele de urgență includ: 112, pompieri, politie, ambulanță, Ministerul Muncii, Ministerul Mediului, Utilitare – Gaz, Electricitate și Numere interne de contact.	<i>Argumentare rațională</i> Un răspuns rapid la urgențe poate elimina sau reduce pierderile.	5	0	D/O
j	Rapoarte	Angajatorul afișează următoarele rapoarte într-o locație vizibilă și accesibilă la locul de muncă: • Ale Managementului și / sau a Reprezentantului pentru sănătate și siguranță. • Ale inspecțiilor de sănătate și securitate la locul de muncă. • Evaluări / anchete privind sănătatea și / sau siguranța • Legislație în domeniu. • Rezumatele incidentelor la locul de muncă.	<i>Argumentare rațională</i> Împrospătează angajaților, angajamentul de a furniza și menține o funcționare sănătoasă și sigură. Comunică actualizările de stare ale sistemului și soluționarea problemelor. Îmbunătățirea conștientizării și a comunicării. <i>Argumentare legală</i> Să informeze lucrătorii cu privire la rezultatele unui raport referitor la sănătatea și siguranța la locul de muncă.	5	0	D/O
k	Altele	Disponibil în funcție de activitățile desfășurate • Controlul traficului • Transportul mărfurilor periculoase, etc.		5	0	D/O

În urma aplicării auditului, la nivelul societății de construcții Rotary Construcții S.R.L. a fost înregistrat un nivel de conformare de 68,66%, aferent unui punctaj de 690 (vezi figura 4) și s-au constatat următoarele:

- la nivel de documentație, nu se înregistrează neconformități majore însă se impune, revizuirea și actualizarea periodică a documentației specifice, urmărirea acestora, o mai bună gestionare a documentelor tehnice (fișe de securitate, cărți tehnice, manuale de utilizare), elaborarea instrucțiunilor și/sau a procedurilor de lucru pentru fiecare activitate și echipament în parte și de asemenea înregistrări corespunzătoare și complete;
- neconformități, în cea mai mare parte la nivel de aplicare și anume deficiențe de comunicare internă, de înțelegere a rolului și responsabilităților angajatului în cadrul sistemului, privind sistemul de planificare și executare a verificărilor și reparațiilor, privind consultarea și participarea lucrătorilor respectiv ale managementului securității și sănătății în muncă și a managementului de șantier;
- nu există un program implementat pentru reîntoarcerea la muncă după un accident de muncă.

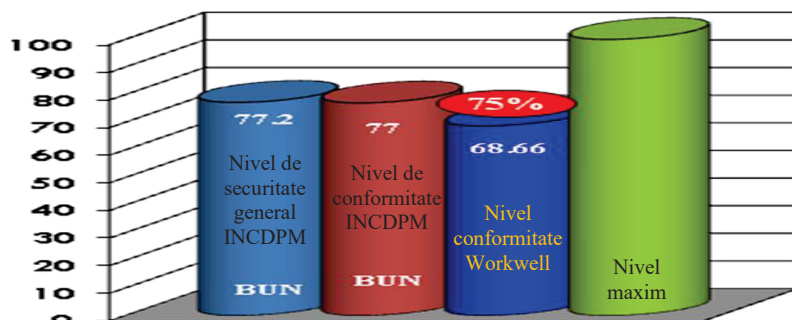


Fig. 4. Rezultatele auditurilor la societatea Rotary Construcții S.R.L.

Ca mențiune, anterior acestui audit, la nivelul societății a fost efectuat un audit prin metoda Institutului Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Protecția Muncii “Alexandru Darabont” București [9], la care societatea a înregistrat un nivel de conformitate de 77%, respectiv un nivel de securitate general de 77,2%, ambele încadrându-se ca fiind bune, conform metodei.

Având în vedere nivelul de conformare obținut prin metoda de audit Workwell, sub nivelul minim de 75%, a fost elaborat un plan de măsuri, recomandat un nou audit peste șase luni și o mai bună implicare a tuturor părților în vederea obținerii beneficiilor în domeniul securității și sănătății în muncă și anume: încrederea investitorilor, costuri reduse legate de accidente și boli, gestionarea costurilor cu asigurările, productivitate, motivarea și angajamentul angajaților, responsabilitate socială a întreprinderii, câștigarea și păstrarea clienților comerciali, valoarea de marcă și bunăvoința („goodwill”). Rezultatele auditului de securitate și sănătate în muncă sunt multiple și includ, de asemenea, îmbunătățirea demersurilor preventive, efecte pozitive asupra tuturor domeniilor de interes strategic ale întreprinderii și are un rol important în construirea “culturii de securitate”.

Întrucât metoda Workwell nu este aplicată la nivel național, aceasta a constituit atât o provocare cât și o dorință de validare a aspectelor securității și sănătății ocupaționale la nivelul organizației. În consecință vă propun în încheiere, o analiză a acestei metode în tabelul 3, ținând cont de legislația națională în domeniu cât și de metoda Institutului Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Protecția Muncii “Alexandru Darabont” București.

Tabelul 3. Analiza metodei de audit Workwell Canada

Puncte forte	Puncte slabe și Amenințări
<ul style="list-style-type: none"> - Utilizată pentru efectuare auditurilor externe, dar și interne - Aplică cele mai bune practici în domeniu securității și sănătății în muncă - Clară, riguroasă, completă și bine structurată: include elementele sistemului de management de securitate și sănătate ocupațională, instrucțiuni, explicații, scop, încorporează nivelul de conformare și cel de securitate și ia în considerare atât furnizorii, contractanții cât și vizitatorii - Fără echivoc și ușor de calculat punctajul, în sensul alegerii doar între variantele “da” și „nu” cu punctajul aferent, unde varianta „nu” are întotdeauna valoare 0, iar varianta “da” are valori doar de 5, 10, 20 sau 30 - Scorul total pe secțiune alocat identifică prioritizarea aspectelor de securitate și sănătate în muncă și anume: proceduri și standarde de sănătate și siguranță, educația și formarea în domeniul sănătății și siguranței, inspecțiile, responsabilitățile și echipa de conducere - Program documentat de întoarcere rapidă și sigură la muncă 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesită un sistem de securitate și sănătate ocupațională implementat - Greu de atins nivelul minim de conformare - de trecere - Conține foarte multe proceduri - Nu se poate aplica un punctaj intermediar - Nu este adaptată legislației naționale în domeniu și are un limbaj specific
Oportunități	
<ul style="list-style-type: none"> - Poate fi adaptată legislației naționale și aplicată cu succes - Oferă liniile de dezvoltare către o cultură de securitate și un management eficient al securității și sănătății ocupaționale - Validează rezultatele aspectelor securității și sănătății ocupaționale la nivel de organizație, obținute din diferite analize sau audituri (de exemplu, a se vedea figura 	<ul style="list-style-type: none"> - Nu este aplicată la nivel național - Include un sistem informațional privind materialele periculoase

4, ce arată nivelul bun de conformare obținut prin metoda INCDPM, comparativ cu metoda Workwell unde nu a fost atins nivelul minim) - Reintegrarea rapidă în muncă a lucrătorilor care au suferit un accident de muncă	
---	--

5. Concluzii

Dezvoltarea din toate punctele de vedere, este dorită și firească într-o lume modernă, dar fără a compensa însă, cu sănătatea și securitatea noastră sau a generațiilor viitoare. Schopenhauer spunea, că fără sănătate totul este nimic; ca atare, tot ceea ce ne dorim, avem nevoie și întreprindem de acum încolo, trebuie gândit în termeni de dezvoltare durabilă și deasemenea trebuie să ne acordăm o șansă pentru o viață de calitate, integrând și armonizând toate aspecte vieții și ale dezvoltării.

Fără un mediu sănătos și fără asigurarea securității și sănătății în muncă, nu ne putem aștepta la o dezvoltare durabilă, iar profitul va fi doar în imaginație. Să nu uităm că programele de securitate și sănătate la locul de muncă, afectează în mod indirect societatea, tehnologia, inovația, cultura, economia, politica și mediul pe termen lung. Pe de altă parte, fără sustenabilitate socială și economică, siguranța și sănătatea nu vor fi gestionate și garantate cu succes; orice afectează una din părți, influențează direct sau indirect cealaltă parte.

Această cercetare a vizat problematica securității și sănătății în muncă, a mediului înconjurător și specificul sectorului de construcții precum și impactul acestora în contextul unei dezvoltări durabile. Viitoarele cercetării în domeniu vor cuprinde inovarea în domeniul securității și sănătății în muncă, programele de management pentru utilizarea efectivă a resurselor regenerabile și formarea resurselor umane în sensul protejării și prețuirii atât a sănătății cât și a mediului și respectiv interdependența și inseparabilitatea securității și sănătății în muncă și eficacitatea economică.

6. Bibliografie

- [1]. International Labour Organization (2006), „Occupational health and safety: synergies between security and productivity”, ILO Committee on Employment and Social Policy, GB295-ESP-3-2006-01-0211-1-En.doc/v2, Geneva;
- [2]. Takala, J. (2000), „Safe work - the global program on safety, health and the environment” în Asian-Pacific Newsletter on Occupational Health and Safety, volume 7, p. 4-8, ISSN 1237-0843;
- [3]. World Health Organization (1995) „Global strategy on occupational health for all: the way to health at work”, ISBN 95 I-802-07 1-X, Geneva;
- [4]. Workwell Program, document no. 13-01-02, The Workplace Safety and Insurance Board Ontario la <http://www.wsib.on.ca>;
- [5]. Amponsah - Tawiah, K. (2013), „Occupational health and safety and sustainable development in Ghana”, în International Journal of Business Administration, vol. 4, no. 2, p. 74-78, ISSN 1923-4007, E-ISSN 1923-4015 și BHP Billiton (2005), „Health, safety, environment and community management standards”, BHP Billiton HSEC management standards, no. 3, Melbourne la www.bhp.com;
- [6]. Garetti, M. și Taisch, M. (2012), “Sustainable manufacturing: trends and research challenges”, Production Planning and Control, The Management of Operations, vol. 23, issue 2-3, p. 83-104, <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.591619>;
- [7]. Molamohamadi, Z. și Napsiah I. (2014), „The relationship between occupational safety, health, and environment, and sustainable development: a review and critique”, în International Journal of Innovation, Management and Technology, vol. 5, no. 3, p. 198-202;
- [8]. United Nations Environmental Program, „Energy and Cities: Sustainable Building and Construction”, United Nation, Nairobi, Kenya, <http://www.unep.or.jp/ietc/focus/EnergyCities1.asp>;
- [9]. Darabont, D. (2005), „Auditarea de securitate și sănătate în muncă”, Editura Virom, Constanța, ISBN 973-7995-02-9, <http://www.inpm.ro>

ÎMBUNĂȚIREA POLITICII DE MEDIU PRINTR-UN AUDIT DE CONFORMITATE ÎNTR-O ORGANIZAȚIE PRODUCĂTOARE DE CIMENT

ICOVOIU¹ Andreea¹

¹Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Securitate și sănătate în muncă, Anul de studii II, e-mail: andreea.icovoiu@yahoo.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Gheorghe SOLOMON**

REZUMAT: Acest articol prezintă probleme de mediu într-o organizație producătoare de ciment (Holcim), identificate în urma unui audit de conformitate. Au fost trecute în revistă aspecte referitoare la auditul de conformitate și rezultate obținute în urma acestuia, cât și măsuri propuse pentru a îmbunătăți politica de mediu a organizației. Pentru a realiza o analiză amănunțită a posibilelor probleme de mediu și remedierea acestora, a fost aleasă ca metodă de evaluare, un audit de conformitate (metoda ponderi) la nivelul organizației.

CUVINTE CHEIE: audit, conformitate, mediu, îmbunătățire, poluare, factori.

1. Introducere

Organizația a luat ființă în urmă cu peste 30 de ani și s-a numit inițial “Combinatul pentru lianți Câmpulung Argeș”. Investiția a început cu lucrări de organizare de șantier în anul 1969, punerea în funcțiune s-a făcut eșalonat din trimestrul II 1972 până în trimestrul I 1974.

Fabrica de ciment a fost concepută cu șase linii tehnologice.

Forma juridică actuală este: “Punct de lucru Ciment Câmpulung”, în cadrul companiei Holcim (Romania) SA, situată în perimetrul industrial al municipiului Câmpulung Muscel, este societate cu capital privat.



Fig. 1 Punct de lucru Ciment Câmpulung

Holcim (România) SA este o companie dinamică și modernă, care și-a dovedit spiritul de inovație și profesionalism lansând pe piața românească produse și servicii extrem de apreciate. În cadrul companiei se desfășoară activități specifice producerii de ciment, începând de la procesul de exploatare a materiei prime până la serviciile de transport al produsului finit.

Organizația a avansat în fiecare an standardele industriei de construcții din România prin investiții care au determinat regândirea raportării la norme, principiile și a ceea ce poate fi realizat în domeniul construcțiilor. Investițiile realizate în trei direcții strategice ghidate de viziunea dezvoltării durabile: protecția mediului înconjurător și responsabilitatea socială au făcut posibilă extinderea afacerii, modernizarea tehnologiei de producție, grija pentru securitatea și sănătatea în muncă, performanța economică.

Aderarea României la Uniunea Europeană a adus provocări la care Holcim România răspunde prin angajamentul său de a promova, menține și aplica o politică de mediu sănătoasă, aliniată la standardele grupului internațional din care face parte. Îmbunătățirea continuă a sistemului de management de mediu, implementat în conformitate cu standardul ISO 14001:2015, este dovada punerii în practică a acestui angajament. Mai mult decât atât, sistemul de management de mediu este certificat o dată la trei ani și supravegheat anual, pentru toate punctele de lucru, de către TÜV Rheinland, organism de certificare recunoscut la nivel internațional. [4]

2. Principiul metodei

Structura metodei. Metoda este formată din următoarele seturi de fișe independente:

Fișa A – „Obligațiile angajatorului”;

Fișa B – „Drepturile și obligațiile lucrătorilor”;

Fișele C – „Cerințe generale”;

Fișele D – „Cerințe specifice”.

Fișa A cuprinde indicatori formulați pe baza articolelor din Legea securității și sănătății în muncă nr.319/2006 și din normele metodologice de aplicare a acestei legi care fac referire la obligații ale angajatorului privind asigurarea securității și protecția sănătății lucrătorilor.

Fișa B cuprinde indicatori privind drepturile și obligațiile lucrătorilor stabilite prin prevederi ale Legii nr.319/2006 și normelor metodologice de aplicare a acesteia.

Fișele C cuprind 23 de fișe corelate cu prevederi ale unor acte normative în domeniul securității și sănătății în muncă aplicabile în mod general agenților economici.

Fișele D sunt elaborate în mod particular pentru fiecare organizație și sunt corelate cu prevederile instrucțiunilor proprii de securitate și sănătate în muncă și cu alte cerințe specifice organizației.

Fișele A și B sunt destinate evaluării managementului organizației față de cerințele legale și se aplică o singură dată, la nivelul întregii organizații.

Fișele relevante din seturile C și D se aplică pentru fiecare compartiment, loc de muncă sau activitate care face obiectul evaluării

Structura fișelor și modul de utilizare

Pentru fiecare fișă sunt indicate criteriile de audit reprezentate de elementele de legislație națională precum și directivele europene pe care le transpun aceste acte normative, acolo unde este cazul.

Fișa conține o listă de verificare formată din indicatori formulați astfel încât să fie în mod direct corelați cu prevederi ale actelor normative care constituie criteriile de audit.

Fiecare indicator al fișei este evaluat pe baza informațiilor verificate culese din teren de către echipa de evaluare și notat prin acordarea unui punctaj, în funcție de măsura în care aceste informații arată îndeplinirea cerințelor la care face referire indicatorul. Sistemul de notare permite aprecierea fiecărui indicator astfel:

-Neaplicabil (N/A) în situația în care cerința la care face referire indicatorul nu este aplicabilă obiectivului evaluat;

-0 puncte – în cazul în care cerința descrisă de indicator este total neîndeplinită;

-1 punct – în cazul în care cerința descrisă de indicator este îndeplinită parțial, dar în proporție de maxim 50%;

-2 puncte – în cazul în care cerința descrisă de indicator este îndeplinită parțial, dar în proporție de peste 50%;

-3 puncte – în cazul în care cerința descrisă de indicator este îndeplinită în totalitate.

Indicatorii au asociați coeficienți de ponderare, având ca valori posibile 1, 2 sau 3, în funcție de importanța cerinței la care face referire indicatorul respectiv. [1]

După evaluarea indicatorilor unei fișe se determină nivelul de conformare și/sau nivelul de securitate. Modul în care se determina conformitatea este prezentat în tabelul 1.

Tabelul 1. Calcularea nivelului de conformitate și securitate

Total punctaj acordat la întrebările cu ponderea 3	a =
Total punctaj acordat la întrebările cu ponderea 2	b =
Total punctaj acordat la întrebările cu ponderea 1	c =
Număr de întrebări aplicabile, cu ponderea 3	d =
Număr de întrebări aplicabile, cu ponderea 2	e =
Număr de întrebări aplicabile, cu ponderea 1	f =
NIVEL DE CONFORMARE	
Punctaj obținut: $PO_A = a + b + c =$	Nivel de conformare:
Punctaj maxim: $PM_A = 3 \times (d + e + f) =$	$NC_A = PO_A / PM_A \times 100 = ___ [\%]$
NIVEL DE SECURITATE	
Punctaj obținut: $PO_A = a \times 3 + b \times 2 + c \times 1 =$	Nivel de securitate:
Punctaj maxim: $PM_A = 3 \times (d \times 3 + e \times 2 + f \times 1) =$	$NS_A = PO_A / PM_A \times 100 = ___ [\%]$

Nivelul de conformare exprimă măsura în care pentru obiectivul analizat sunt respectate cerințele care formează criteriile de audit, acordând aceeași importanță tuturor cerințelor.

Nivelul de conformare (NC) se obține ca raport între Punctajul obținut (PO) și Punctajul maxim (PM) și se exprimă procentual, conform relației:

$$NC = \frac{PO}{PM} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

Punctajul obținut (PO) este calculat cu relația:

$$PO = a + b + c \quad (2)$$

unde a este totalul punctajelor acordate la întrebările care au coeficientul de ponderare 3, b - totalul punctajelor acordate la întrebările care au coeficientul de ponderare 2, iar c - totalul punctajelor acordate la întrebările care au coeficientul de ponderare 1.[3]

Punctajul maxim (PM) este calculat cu relația:

$$PM = 3 \cdot (d + e + f) \quad (3)$$

unde d este numărul de întrebări aplicabile care au coeficientul de ponderare 3, e - numărul de întrebări aplicabile care au coeficientul de ponderare 2 iar f - numărul de întrebări aplicabile care au coeficientul de ponderare 1.

Nivelul de securitate exprimă măsura în care sunt controlate riscurile de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru obiectivul analizat. [3]

Nivelul de securitate (NS) se calculează cu relația:

$$NS = \frac{PO}{PM} \cdot 100 [\%] \quad (4)$$

în care Punctajul obținut (PO) și Punctajul maxim (PM) se determină cu relațiile următoare:

$$PO = a \cdot 3 + b \cdot 2 + c \cdot 1 \quad (5)$$

$$PM = 3(d \cdot 3 + e \cdot 2 + f \cdot 1) \quad (6)$$

3. Aplicarea metodei în organizație

Auditul de conoformitate s-a efectuat pe baza fișelor :

- Fisa A – Obligațiile angajatorului
- Fisa B – Drepturile și obligațiile lucrătorului
- Fisa C - Cerințe generale

Din lista fișei C – cerințe generale, pentru efectuarea auditului am folosit fișele menționate în tabelul 2.

Tabelul 2. Cerințe generale

Cod	Denumire listă	Criterii de audit	
		Legislație națională	Legislație UE
C.1.	Cerințe minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă	HG 1091/2006	1989/654/CEE
C.2.	Cerințe minime pentru semnalizarea de securitate și/sau de sănătate la locul de muncă	HG 971/2006	92/58/CEE
C.3.	Cerințe minime de securitate și sănătate pentru utilizarea în muncă de către lucrători a echipamentelor de muncă	HG 1146/2006	89/655/CEE 95/93/CE 2001/45/CE
C.4.	Cerințe minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la utilizarea echipamentelor cu ecran de vizualizare	HG 1028/2006	1990/270/CEE
C.5.	Cerințe minime de securitate și sănătate pentru utilizarea de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție la locul de muncă	HG 1048/2006	89/656/CEE
C.6.	Cerințe minime de securitate și sănătate pentru manipularea manuală a maselor care prezintă riscuri pentru lucrători, în special de afecțiuni dorsolombare	HG 1051/2006	1990/269/CEE

Cod	Denumire listă	Criterii de audit	
		Legislație națională	Legislație UE
C.7.	Cerințe minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot	HG 493/2006 HG 601/2007	2003/10/CE
C.9.	Cerințe minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de vibrații	HG 1876/2005 HG 601/2007	2002/44/CE
C.9.	Cerințe minime de securitate și sănătate în muncă pentru asigurarea protecției lucrătorilor împotriva riscurilor legate de prezența agenților chimici	HG 1218/2006	98/24/CE 91/322/CEE 2000/39/CE 2006/15/CE
C.11.	Cerințe minime de securitate și sănătate pentru protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți cancerigeni sau mutageni la locul de muncă	HG 1093/2006	2004/37/CE
C.13.	Cerințe minime pentru îmbunătățirea securității și protecția sănătății lucrătorilor care pot fi expuși unui potențial risc datorat atmosferelor explozive	HG 1058/2006	99/92/CEE
C.17.	Cerințe minime pentru asigurarea securității și sănătății în muncă în industria extractivă de suprafață și subteran	HG 1049/2006	92/104/CEE
C.21.	Supravegherea sănătății lucrătorilor	HG 355/2007	-

În urma auditului de conformitate și în urma calculelor reiese un nivel de conformitate general de 95 %, ceea ce demonstrează faptul că, atât conducerea societății, cât și compartimentul de Securitate și Sănătate în Munca cunosc și respectă în aproape integral obligațiile ce le revin potrivit noii legislații în vigoare în domeniul securității și sănătății în muncă.

Singura problemă majoră identificată în timpul auditului este legată de scurgerile de păcură, care afectează în mod direct mediul înconjurător.

4. Remedierea problemelor de mediu identificate în urma auditului

În timpul auditului de conformitate, la verificarea organizației conform fișei C - Cerințe minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de vibrații, a fost identificată o problemă ce cauzează mediului înconjurător. În magazia unde sunt depozitate cantitățile de păcură (combustibil lichid greu de origine petrolieră folosit în centrale termice, boilere și cazane, folosit în cuptoarele unde se tratează termic cimentul), a fost identificată o scurgere a cesteia. Din păcate acest lucru a fost sesizat după ce substanța a ajuns în canalizarea orasului și în râul din apropierea depozitului – figura 2 .



Fig. 2 Scurgeri de păcură în râu

În urma cercetărilor amănunșite s-a depistat o scurgere de 200 de litri, iar organizația a decis să adopte noi măsuri pentru a evita producerea a astfel de incidente pe viitor.

Ca urmare a acestui nefericit eveniment, la nivelul organizației s-a decis îmbunătățirea politicii de mediu, iar pentru un rezultat de o performanță înaltă s-a făcut o analiză privind poluarea mediului înconjurător provenită din activitățile organizației.

Rezultatele cercetărilor au arătat ca odată cu dezvoltarea organizației a început să crească și cantitatea factorilor de poluare, imediat după aceste rezultate s-a făcut un nou plan de obiective care să ajute la diminuarea nivelului de poluare.

Obiectivele noului proiect de mediu sunt :

- Reducerea emisiilor atmosferice (reducerea cu 20% emisiile specifice de CO₂ pe tona de ciment) prin promovarea și implementarea celor mai bune tehnici disponibile în domeniu
- Utilizarea rațională a resurselor naturale neregenerabile și dezvoltarea activității de co-procesare a deșeurilor (valorificare materială și energetică)
- Livrarea de produse ecologice
- Reabilitarea zonelor industriale dezafectate, modernizarea halelor industriale unde sunt depozitate substanțele chimice, deșeurile industriale și deșeur

Pentru a reduce cu 20% emisiile specifice de CO₂ pe tona de ciment organizația are în vedere lansarea de noi produse cu conținut de clincher scăzut și impact redus asupra mediului. Utilizarea noilor tipuri de ciment conferă produsului final, betonul, proprietăți îmbunătățite, cum ar fi creșterea rezistenței pe termen lung, rezistența chimică sporită și căldură de hidratare redusă, caracteristici care se încadrează în normele prevăzute de standardele în vigoare din domeniul construcțiilor.

Principalele investiții de mediu ce se vor efectua în următoarea perioadă sunt:

- înlocuirea tuturor recipientelor unde sunt depozitate cantitățile de păcură
- ziduri de retenție pentru rezervoarele de păcură
- închiderea și reabilitarea haldei de deșeurii industriale
- îmbunătățirea sistemului de tratare a apei uzate prin instalarea unei stații moderne de epurare ape uzate menajere și amenajarea platformei de nămol provenit de la stația de pre-epurare
- filtre de praf performante pentru principalele instalații de producție: cuptoare de clincher, răcitoare de clincher,
- filtre de praf performante pentru instalații auxiliare: silozuri, uscătoare de zgură, concasoare
- proiecte de mediu de modernizare a liniei de fabricație a clincherului la Cement Câmpulung, precum filtrele cu saci desprăfuire flux tehnologic: transport materii prime, moară făină, transport făină cuptor, răcitor grătar și transport, depozitare clincher.
- servicii de mediu generatorilor de deșeurii prin co-procesarea acestora, transformându-le în combustibili și materii prime alternative pentru procesul de fabricare a cimentului.

5. Concluzii

În urma acestei evaluări am identificat un nivelul de conformitate general este de 95 %, ceea ce demonstrează faptul că, atât conducerea societății, cât și compartimentul de Securitate și Sănătate în Munca cunosc și respectă în aproape integral obligațiile ce le revin potrivit noii legislații în vigoare în domeniul securității și sănătății în muncă;

Neconformitățile identificate pot fi rezolvate în termenele propuse numai dacă se face efortul alocării necesarului de resurse și timp, în ciuda sezonului propice contractării și execuției lucrărilor de anvergură, generatoare de profit substanțial;

Referitor la problemele de mediu, aceste vor fi rezolvate în timp util prin respectarea noului plan de îmbunătățire a plociticii de mediu.

6. Bibliografie

- [1]. Darabont D, (2010) Managementul securitatii si sanatatii in munca:ghid de evaluare a conformarii cu cerintele legale, Editura AGIR, București .
- [2]. Legea 206 /2004 privind buna conduită în cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică și inovare
- [3]. Notițe curs – Audit securitate și sănătate în muncă – Prof. Dr. Ing. Gheorghe Solomon
- [4]. Manualul organizației Holcim

7. Notații

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

N/A = Neaplicabil

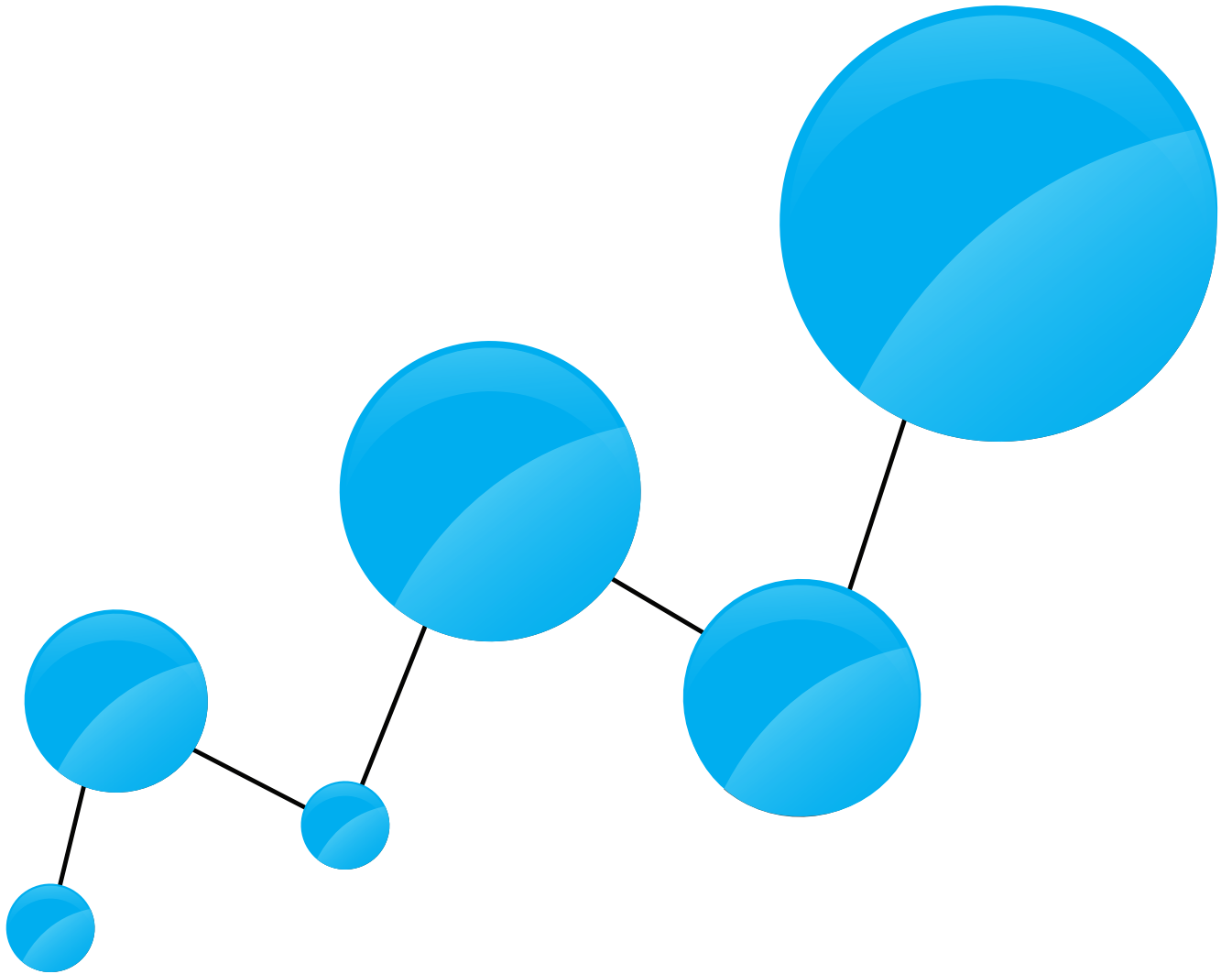
PO = Punctajul obținut

PM = Punctajul maxim

NS = Nivelul de Securitate

NC = Nivelul de conformitate

CO2 = Dioxid de carbon



www.imst.pub.ro