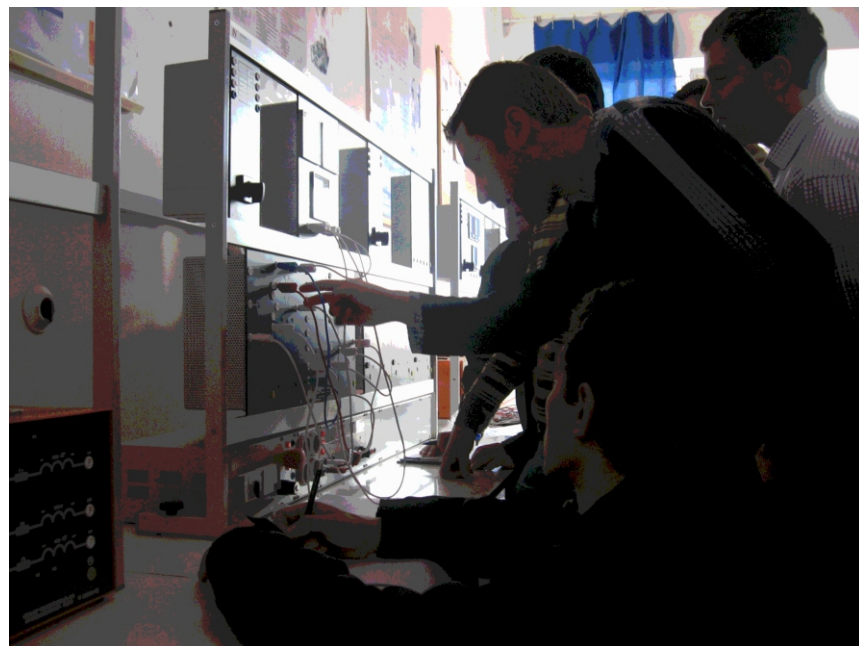




Proiect realizat cu sprijinul Municipiului Baia Mare prin programul de finanțare nerambursabilă în anul 2014.

Conținutul acestui material nu reprezintă în mod necesar poziția oficială a finanțatorului.

Acest material se distribuie GRATUIT.

ISSN 2393 - 1434

Facultatea de Inginerie, Centrul Universitar de Nord Baia Mare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

<http://inginerie.utcluj.ro/>

Volumul 2, Numărul 1, 2015

Baia Mare

Buletin Științific Sesiunea anuală de comunicări științifice a studenților NORDTech



Proiect realizat cu sprijinul Municipiului Baia Mare.



BULETIN ȘTIINȚIFIC

Sesiunea anuală
de comunicări științifice a studenților
NORDTECH

Volumul 2, Numărul 1, 2015

CENTRUL UNIVERSITAR NORD
DIN BAIA MARE

FACULTATEA DE INGINERIE



BULETIN ȘTIINȚIFIC

SESIUNEA ANUALĂ DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE A STUDENȚILOR NORDTech

Editori: Liviu NEAMȚ, Miorița UNGUREANU, Dorina BACIU

BAIA MARE, Vol. 2, Nr. 1, 2015

ISSN: 2393 - 1434



Editura U. T. Press

Cuj-Napoca, Str Republicii nr. 107, CP 42, OP 2

tel.: 0264-401999

fax: 0264-430408

e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro

Iunie 2015

Tiraj: 50 exemplare

**Întreaga răspundere asupra originalității și conținutului tehnico – științific ale lucrărilor
revine autorilor și coordonatorilor științifici.**

**Proiect realizat cu sprijinul Municipiului Baia Mare prin programul de finanțare
nerambursabilă în anul 2015.**

**Conținutul acestui material nu reprezintă în mod necesar poziția oficială a
finanțatorului.**

Acest material se distribuie GRATUIT.

Cuprins

• Sesiunea anuală de comunicări științifice a studenților NORDTech 2015.....	7
1. TAXI ANDROID, Vasile SAMBOR.....	9
2. CUANTIFICAREA DEFECTELOR LA PRODUSELE EXTRUDATE DIN ALUMINIU UTILIZATE ÎN TEHNICA AERONAUTICĂ, Peter ACHIM.....	13
3. MONITORIZAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC CU LABVIEW, Alexandru Vasile ERDEI	19
4. STUDII PRIVIND COMPORTAREA LA COROZIUNE A ALIAJULUI 7075-T6 ÎN MEDII ALCALINE, Ana-Maria CHERECHEȘ	28
5. STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND INFLUENȚA ELEMENTELOR DE ALIERE ȘI A IMPURITĂȚILOR ÎN ALIAJELE DE ALUMINIU OBTINUTE PRIN TURNARE, Lavinia LIBOTEAN.....	34
6. ENERGY CALCULATION FOR A PHOTOVOLTAIC PLANT AS A ENERGY SOURCE, Alexandru BURIAN	40
7. CONVERSIA ENERGIEI LUMINOASE ÎN ENERGIE ELECTRICĂ PENTRU AUTOCONSUM, Levente VÁRVÉDŐ, Gabriel POP	47
8. PROIECTAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE CU AJUTORUL PROGRAMELOR DE SIMULARE XSPIDER ȘI SEE ELECTRICAL, Alexandru Vasile ERDEI	53
9. STUDIUL PRIN MEF A CONDENSATORULUI PLAN CU DIELECTRIC LINIAR, IZOTROP ȘI OMOGEN, Mădălin-Alexandru BARTIȘ.....	61
10. INHIBAREA GERMINĂRII ȘI DEZVOLTĂRII TRITICALELOR ÎN PREZENȚA UNUI COMPUS TOXIC, Anamaria MARC, Levente SZABO.....	71
11. POLUAREA CU PARTICULE SOLIDE ÎN SUSPENSIE, DATORATĂ AUTOTURISMELOR, ÎN BAI A MARE, Răzvan AVRAM	77
12. REMARCI PRIVIND MANAGEMENTUL DEPOZITELOR DE DEȘEURI MUNICIPALE DIN JUDEȚUL MARAMUREȘ, Apan Andreea, David Mircea	82
13. MĂSURĂTORI EXPERIMENTALE A CONCENTRAȚIEI DE FUM LA UN INCENDIU CU AJUTORUL DETECTOARELOR DE FUM, Alexandru-Paul PAȘCALĂU.....	89
14. STAND PENTRU TESTAREA CURELELOR TRAPEZOIDALE, Stefan SIMON.....	96
15. COMPARAȚIA NORMEI DE TIMP DINTRE STRUNJIREA CU UN CUȚIT ȘI STRUNJIREA CU DISPOZITIV MULTICUȚIT PE STRUNGUL SN320, Mihael VELE	100
16. DETERMINAREA FORȚELOR DE ÎNTINDERE DIN ANCORE LA ECHILIBRAREA STÂLPILOR, Timotei GROZA, Ilie HORDOBAN, Sarah SELEVESCHI	107
17. PRELUCRAREA UNEI MATRIȚE DE INJECTAT PLASTIC UTILIZÂND SOFT-UL NX CAM, Șandor MOLNAR	112
18. DETERMINAREA TENSIUNILOR ȘI DEFORMAȚIILOR MAXIME PENTRU UN ARBORE SOLICITAT LA ÎNCOVOIERE CU RĂSUCIRE FOLOSIND AUTOCAD MECHANICAL ȘI MATLAB, Andrea NAGY	117
19. APLICAȚII ÎN MATLAB PENTRU DETERMINAREA TORSORULUI DE REDUCERE ÎNTR-UN PUNCT AL UNUI SISTEM DE FORȚE OARECARE, Cristina COMAN, Alin LUCĂCEAN, Ioan SAS	125

Sesiunea anuală de comunicări științifice a studenților NORDTech 2015

Sesiunea anuală de comunicări științifice a studenților NORDTech 2015, a fost organizată în două etape:

- etapa de **prezentări electronice** ale lucrărilor, pe cele patru secțiuni, în data de 12.05.2015.
- **sesiunea de postere**, comună pentru toate secțiunile, **prezentări în plen** (lucrări selectate cu ocazia primei etape) și **festivitatea de acordare a premiilor** în data de 19.05.2015.

Lucrările prezentate au fost în număr de:

- 25 lucrări în cadrul secțiunii de Ingineria Curenților Tari,
- 17 lucrări în cadrul secțiunii Ingineria Curenților Slabi,
- 20 lucrări în cadrul secțiunii Inginerie Industrială, Inginerie Mecanică și Management,
- 21 lucrări în cadrul secțiunii Ingineria Resurselor Minerale, Materialelor și a Mediului.

Biroul secțiunii Ingineria Curenților Tari:

Președinte: Șef lucr. dr. ing. Liviu Neamț
Membri: Conf. dr. ing. Mircea Horgoș
Șef lucr. dr. ing. Olivian Chiver
Șef lucr. dr. ing. Cristian Barz
Șef lucr. dr. ing. Eleonora Pop
Stud. Vlad Băban, anul I masterat specializarea Inginerie și
Management în Domeniul Energetic
Stud. Bud Adrian, anul IV specializarea Electromecanică

Biroul secțiunii Ingineria Curenților Slabi:

Președinte: Conf. dr. ing. Oniga Ștefan
Membri: Șef lucr. dr. ing. Costea Cristinel
Șef lucr. dr. ing. Claudiu Lung
As. drd. ing. Ioan Orha
As. drd. ing. Sebastian Sabou
Stud. Maria Pelion, anul IV specializarea Calculatoare
Stud. Paul Loi anul III specializarea Electronică Aplicată

Biroul secțiunii Inginerie Industrială, Inginerie Mecanică și Management:

Președinte: Conf. dr. ing. Miorița Ungureanu

Membrii: Conf. dr. ing. Suci Flavia
Sef. lucr.dr. ing. Cosma Marius
Sef. lucr.dr. ing. Diciuc Vlad
Asist. dr.ing. Crăciun Ioana

Biroul secțiunii Ingineria Resurselor Minerale, Materialelor și a Mediului:

Președinte: Conf.dr.ing. Dorina Baci

Membrii: Prof. dr. ing. Ioan Bud
Conf. dr. ing. Elena Pop
Stud. Iulian Cosma, anul II Inginerie Minieră
Stud. Roxana Pașca, anul IV Ingineria Procesării Materialelor
Stud. Masterand ing. Tomele Alexandru Vlad Tomele

Au fost acordate premii, oferite de organizatori, parteneri și sponsori, în valoare de aproximativ 5500 de lei.

Din totalul de 83 de lucrări prezentate în cadrul sesiunii au fost selectate un număr de 19 de lucrări spre publicare în Buletinul Științific.

În plen au fost susținute patru lucrări:

- *Monitorizarea unui sistem fotovoltaic cu Labview*, Autor: ALEXANDRU ERDEI, IV ISEE
- *Taxi Android*, Autor: VASILE SAMBOR, IV CAL
- *Prelucrarea matriței de injectat plastic pe softul NX*, Autor: ȘANDOR MOLNAR, IV TCM
- *Cuantificarea defectelor la produsele extrudate din aluminiu utilizate în tehnica aeronautică*, Autor: PETER ACHIM, IV IPM

Manifestari speciale, parte a evenimentului, organizate în data de 19.05.2015:

- ✓ Expoziții organizate de parteneri în holul clădirii rectoratului,
- ✓ Prezentarea companiilor și preinterviuri angajare organizate de Universal Alloy Company, Eaton, Electrosistem, Ramira și Delta Engineering Automation,
- ✓ Workshop organizat de Facultatea de Inginerie în colaborare cu partenerii evenimentului, cu tema: Eficiență energetică. Energii regenerabile - dificultăți ingineresti.

TAXI ANDROID

Vasile SAMBOR, anul IV, Calculatoare

Coordonator: Șef lucr. dr. ing. Cristinel COSTEA

Cuvinte cheie: taxi, android, java, aplicații distribuite, web

Rezumat: *Lucrarea prezintă dezvoltarea unei aplicații mobile pe platforma Android, care pune la dispoziție un sistem de recepție a comenzilor pentru taximetriști și totodată oferă o nouă modalitate de efectuare a comenzilor pentru clienții de taxi. Ideea generală constă în simplificarea modului actual de preluare și efectuare a comenzilor, care este destul de lent, consumator de timp și expus la fraude.*

1. INTRODUCERE

Taxi Android este o aplicație pentru taximetriști și clienți acestora. Scopul principal al aplicației este de a simplifica modul curent de efectuare și preluare a comenzilor din domeniul taximetriei. Aplicația Android este structurată în două module, unul pentru taximetriști iar celălalt pentru clienții acestora. Modulul Client odată instalat pe un telefon cu sistem de operare Android, va putea să vadă pe hartă toate taxiurile libere din proximitate, de asemenea va putea să vadă și cum se deplasează fiecare pe hartă. Dacă clientul selectează o mașină de taxi reprezentată pe hartă, va putea vedea ce fel de persoană conduce acel taxi, ce tip de mașină este, la ce distanță se află de client și alte detalii. Clientul poate chema un taxi după mai multe criterii, (cel mai ieftin, cel mai scump, cel mai apropiat sau random), dar va putea chema și un taxi specific, pe care și-l va alege de pe hartă. De asemenea clientului îi va apărea în partea de sus a ecranului adresa curentă, care se modifică în funcție de telefonul clientului. În momentul în care el va face o comandă fără specificări diferite de locația preluării, automat locația curentă a clientului va fi trimisă către taxiul care a acceptat oferta. Există și o altă posibilitate și anume, un client poate să efectueze o comandă cu o locație diferită decât cea la care se află el în acel moment, apăsând simplu pe un checkbox va apărea în centrul ecranului un marker de locație prin care poate selecta o locație diferită.

Cât despre modulul de taxi, un taximetrist va putea vedea notificările sosite de la clienți, chiar dacă aplicația sa nu rulează în acel moment, acest lucru este posibil datorită serviciului GCM. El va putea vedea poza de profil a clientului care a făcut comanda și de asemenea va putea să accepte comanda sau să respingă, dacă nu este de acord cu anumite detalii. Va exista și o sesiune de chat în care un taximetrist va putea comunica cu clientul, de asemenea pentru taximetriștii noi(nu neaparat pentru ei) care probabil nu cunosc orașul va fi un sistem de navigare care se va activa în momentul când se va executa acceptarea ofertei. Atât pentru clienți cât și pentru taximetriști va exista un sistem de rating, care va avea ca scop principal evitarea fraudelor pe cât posibil.

1.1 Tehnologii și medii de programare

Tehnologiile utilizate sunt Java, platforma Android, GoogleMaps V2, GPS, Google Cloud Messages (GCM), PHP, MySQL, PDO, MVC, SLIM, REST, HTML, CSS, BootStrap, JSON, ActionScript3; mediile de dezvoltare utilizate au fost Android Studio (aplicațiile mobile), NetBeans (simulator), NotePad++ (Php), AdobeFlash CC.

1.2 Motivația temei

Am fost influențat de două cursuri la care am participat în ultimul an de facultate în ceea ce privește alegerea proiectului curent (cursurile sunt Aplicații Distribuite și Aplicații Mobile). Având ocazia să fac un studiu mai aprofundat asupra acestor subiecte și văzând amploarea cu care se răspândește domeniul aplicațiilor mobile, am început să am un interes mai aparte în această direcție. În cele din urmă, m-am hotărât să fac o aplicație pe platforma Android, care să includă temele fundamentale din cursurile amintite.

Principalele subiecte la care m-am gândit au fost:

- accesarea resurselor din baza de date
- comunicarea între două sau mai multe dispozitive
- localizarea pe hartă
- rezervarea unor resurse
- notificare evenimentelor în timp real
- folosirea serviciilor Android
- administrarea sistemului printr-o pagină web

Pentru ca toate punctele de mai sus să poată fi atinse, am avut nevoie de o reprezentare a conceptelor într-un mod cât mai plăcut. În acest sens mi-am satisfăcut o idee mai veche de a crea o aplicație pentru taximetriști și clienții acestora.

2. DESIGN

Proiectul este structurat în trei module: Taxi, Client, Pagina web, Simulator.

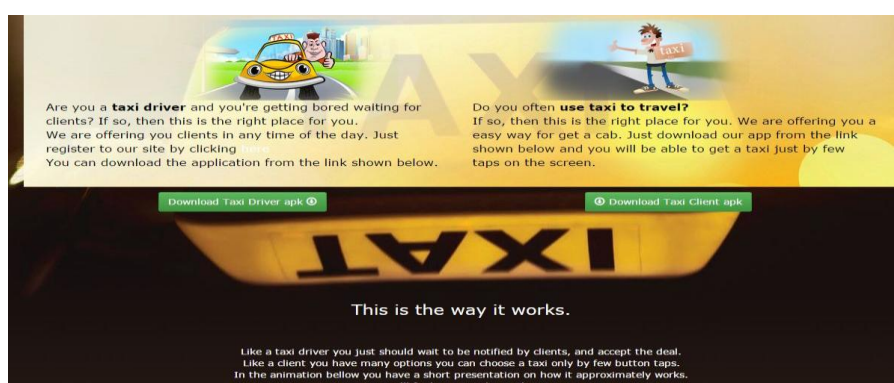


Fig.1 pagina de prezentare web

În cele ce urmează voi descrie pe scurt componentele de bază din întregului sistem, totodată o să specific rolul pe care îl are o anumită piesă în ansamblul afișat grafic în figura de mai jos.

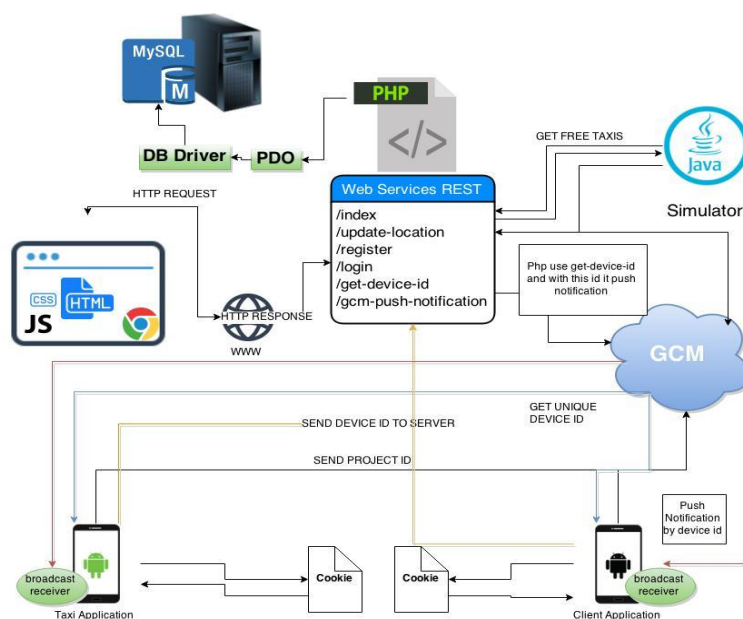


fig.2 Arhitectura sistemului

❖ Baza de date - În spatele întregului ansamblu, pe un server este o bază de date construită într-un sistem de gestiune al bazelor de date, și anume MySQL. Pentru a comunica cu Php-ul am folosit API-ul relativ nou care se numește PDO(Php Data Object), pentru aceasta este nevoie de un driver care trebuie instalat pe server.

❖ Php - Acesta este limbajul de programare pe care l-am folosit pe partea de server. De asemenea am creat o suită de proceduri php, pentru accesarea bazei de date, care permit operațiile fundamentale (CRUD). Tot cu ajutorul limbajului php am implementat un serviciu de tip REST printr-un micro framework numit SLIM.

❖ Partea de client - Aici este locul de interacțiune cu utilizatorii care vor folosi pagina de prezentare web. View-ul din MVC-ul (Model View Controller) pe care l-am creat, va fi procesat de către browserul clientului, astfel îi vor apărea informațiile pe care am dorit să i le prezint. Din pagina web se poate înregistra un taximetrist și tot de aici se pot descărca apk-urile atât pentru taxi cât și pentru client.

❖ Modulul Client - Este o aplicație pe platforma Android, destinată clienților de taxi. Oricine dispune de un smartphone cu un sistem de operare Android, poate să folosească aplicația, printr-o simplă înregistrare în cadrul aplicației.

❖ Modulul Taxi - Este o aplicație pe platforma Android, destinată taximetriștilor. O vor putea folosi doar persoanele care pot dovedi că dețin o licență legală de taximetrie.

❖ GCM (Google Cloud Messages) - Acesta este un serviciu relativ nou pus la dispoziție de către compania Google. Prin intermediul GCM se poate crea o comunicație între dispozitive mobile.

❖ Simulator - Este o aplicație desktop creată în mediul NetBeans cu limbajul de programare Java. Scopul simulatorului este de a reprezenta un caz real în care mai multe taxiuri se deplasează pe anumite rute. Așadar simulatorul crează câte un fir de execuție pentru fiecare taxi și îi schimbă poziția după o rută selectată la un interval de timp stabilit inițial, astfel se poate observa deplasarea taxiurilor chiar din aplicația android.

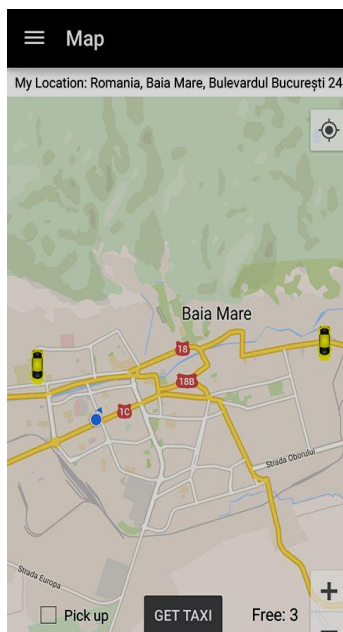


Fig.3 modulul client

3. CONCLUZII

La data redactării acestui document, proiectul nu este finalizat, dar principalele obiective au fost atinse; se pot vedea taximetriștii liberi din proximitate pe harta modulului client chiar și în momentul în care se deplasează, fiecare taxi are un marker pe hartă (sub forma unei mașinuțe) care-l reprezintă, acesta se va deplasa și el pe hartă în timp real. Se pot vedea detaliile despre un anumit taximetrist și autovehiculul pe care-l conduce, se poate face o cerere pentru un anumit taxi sau o cerere după anumite criterii. Taximetristul este notificat automat în momentul în care un client efectuează o comandă, acesta poate să accepte sau să respingă oferta. Se poate vedea distanța dintre un anumit taxi și client. Este posibilă chemarea unui taxi într-o poziție diferită decât cea curentă a clientului. Mutând un marker de poziție pe hartă putem observa modificarea instantă a locației sub forma de „Țara, Oraș, Strada”.

Ca dezvoltări ulterioare, intenționez realizarea unui sistem de rating pentru ambele module, un mini sistem de navigare care să apară după acceptarea cererii de către taximetrist. Un alt lucru important pe care mi l-am propus este sistemul de plată prin intermediul aplicației. Deocamdată aplicația este într-o versiune beta, în urma finalizării testelor se vor efectua unele optimizări, și se vor prioritiza cerințele corespunzătoare.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Mark L Murphy, *Beginning Android*, Apress, 2009.
- [2] ***, *Android Google Cloud Messaging Tutorial*, [online] <http://hmkcode.com/android-google-cloud-messaging-tutorial/>, accesat mar.2015
- [3] ***, *Google Maps APIs*, [online] <https://developers.google.com/maps/articles/>, accesat feb.2015.

CUANTIFICAREA DEFECTELOR LA PRODUSELE EXTRUDATE DIN ALUMINIU UTILIZATE ÎN TEHNICA AERONAUTICĂ

Peter ACHIM, anul IV, Ingineria Procesării Materialelor
Coordonator: Prof. dr. ing. Vasile HOTEA

Cuvinte cheie: Aeronautică, aliaje de aluminiu, cuantificare, defecte

Rezumat: În prezenta lucrare se propune o clasificare sistematică cu exemplificări relevante ale defectelor de suprafață, prelevate din probe și comparate cu datele de literatură. Aceste analize comparative au scos în evidență o foarte bună concordanță cu rezultatele unor cercetări cunoscute până în prezent, confirmându-se în acest mod veridicitatea rezultatelor. Cele mai predominante defecte ale produselor extrudate utilizate în tehnica aeronautică, apar sub formă de pick-upuri, linii din matriță, blistere și fisuri. Cele mai multe din aceste defecte pot fi acoperite prin anodizare sau acoperire cu pulberi însă doar cele care nu exced ca dimensiuni. Astfel de defecte pot provoca întârzieri în orice flux de extrudare, iar dacă nu sunt ținute sub control, costurile vor crește. Toate defectele prezentate pot să conducă la pierderi de producție care se reflectă în rebuturi sau costuri cu re prelucrarea produselor extrudate.

1. INTRODUCERE

Extrudarea aluminiului utilizat în tehnica aeronautică este un proces de deformare plastică la cald și constă în împingerea forțată de către un piston a unui semifabricat preîncălzit (billet), plasat într-o cameră încălzită numită container, printr-o secțiune a matriței. Extrudarea este un proces indirect de compresie și este dezvoltată prin forțele produse între semifabricat, container și matriță, forțe care ating valori ridicate.

În principiu, la contactul semifabricatului cu containerul și matrița rezultă forțe de compresiune ridicate, care sunt eficiente în reducerea fisurării materialului (semifabricatul) în timpul epuizării acestuia la trecerea prin matriță așa după cum se observă în figura 1 [1].

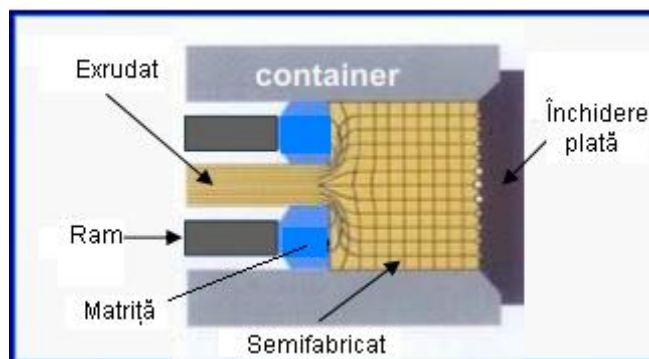


Fig. 1 Principiul extrudării [1].

Aliajele din seria 2xxx, 6xxx și 7xxx sunt utilizate pe scară largă în tehnica aeronautică, având caracteristici mecanice și electrice remarcabile, inclusiv ușurința de a fi extrudate în

forme tubulare și complexe, simplitate în tratament termic, finisaj de suprafață, rezistență ridicată la coroziune și sudabilitate bună pentru o gamă largă de aplicații structurale. Secțiunile din aluminiu extrudat și tratabil, de medie și înaltă rezistență pentru utilizări în tehnica aerospațială sunt în general realizate conform fluxului tehnologic redat în figura 2.

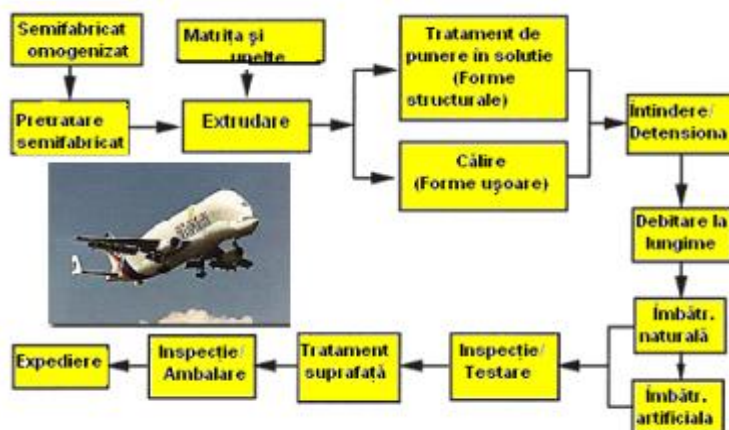


Fig. 2 Fluxul tehnologic de bază pentru produse extrudate tratabile de medie și înaltă rezistență [2].

Procesul de extrudare permite semifabricatelor din aluminiu să fie deformate într-o gamă aproape nelimitată de forme. Dimensiunile tipice pentru profilele din aluminiu sunt în intervalul 1-80 mm, cu o formă a secțiunii transversale proiectate conform cerințelor și o grosime minimă de aproximativ 5 mm [3].

În prezenta lucrare se propune o clasificare sistematică cu exemplificări relevante ale defectelor de suprafață, prelevate din probe și comparate cu datele de literatură, cauzele, remedieri și măsuri de prevenire pentru produsele extrudate utilizate în industria aeronautică.

2. DEFECTELE DE EXTRUDARE

Un profil extrudat poate fi considerat rebut, dacă nu îndeplinește specificațiile standard ale clientului, din următoarele motive [4]:

- ✓ Unelte cu defecte sau necorespunzătoare (semifabricat, container, matrițe / mandrine, echipamente de corectare dimensională, etc.)
- ✓ Defecte apărute în timpul extrudării (presiunea de extrudare nepotrivită, temperatura containerului, frecare, viteza berbecului, etc)
- ✓ Semifabricate cu defecte (incluziuni de zgură, impurități, fisuri interne, oxizi nedizolvați, etc)
- ✓ Defecte care rezultă în cursul operațiilor post-extrudare (debitare, detensionare / îndreptare, corectare, durificare prin tratament, anodizare, vopsire etc)

Defectele de extrudare reprezintă o problemă comună care apar în rândul extrudatelor din aluminiu obținute prin deformare plastică la cald. Există mai multe defecte de suprafață care apar frecvent în fluxul de fabricație cum ar fi: pick-upuri de la matriță, linii din matriță, blistere (bășicuțe), zgârieturi, striatii și fisuri, care pot să aibă influență directă asupra productivității la operația de extrudare și sunt prezentate în cele ce urmează.

Probele cu defectele de suprafață au fost prelevate de la UAC SRL Europe Dumbrăvița (Maramueș).

2.1. Defecte de suprafață la extrudare

2.1.1. Pick-up uri

Defectul numit Pick-up este observat ca linii sub formă de zgârieturi intermitente de diferite lungimi între 3 mm și 12 mm și de multe ori se termină într-o pată prăfoasă de aluminiu menționată ca depozit de pick-up și este ilustrat în figura 3.

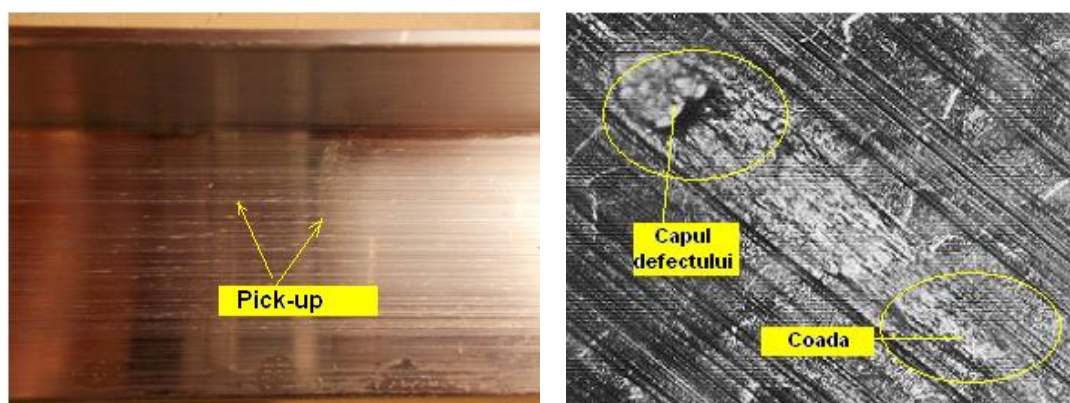


Fig. 3. Defectul de suprafață numit pick-up (imaginea din stînga - proba prelevată) [4].

Defectul este de obicei cauzat de incluziunile din semifabricatul turnat, tratament termic de omogenizare necorespunzător și matrița preseii deformată. Defectul este, de asemenea sensibilizat la temperatură ridicată [5].

Căi de prevenire

Pick-upurile pot fi prevenite prin [7]:

- 1) Eliminarea incluziunilor la turnare și tratament termic de omogenizare corespunzător
- 2) Îmbunătățirea practicilor de extrudare
- 3) Perfectionarea uneltelor de extrudare cum ar fi acoperirea suprafeței matriței prin nitrurare, utilizarea atmosferei inerte la răcirea matriței (argon, azot)

2.1.2. Linii de la matriță

O linie de matriță (figura 4) este o adâncitură sau proeminență longitudinală formată pe suprafața extrudatului, sau linia de sudură care se pot datora unei suduri comune imperfecte a semifabricatului la turnare.

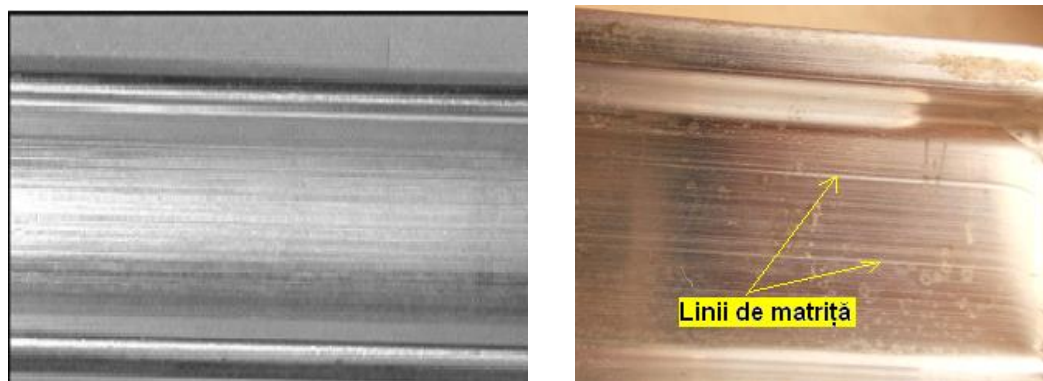


Fig. 4 Linii de matriță (imaginea din dreapta - proba prelevată) [5].

Defectele apar de regulă la aliajele din seria 6xxx și pot fi cauzate de interacțiunea suprafeței matriței cu compușii intermetalici din aliaj (ex. AlMg_2Si și β - AlFeSi la 576°C), sau când suprafața secțiunii matriței are rugozitate mare și când matrița operează înfundată. Adâncimea liniilor de matriță poate varia între $0,2\ \mu\text{m}$ și $0,5\ \mu\text{m}$.

Căi de prevenire

- 1) Lustruirea și curățarea suprafeței secțiunii matriței
- 2) Prevenirea formării oxizilor de aluminiu duri prin eliminarea oxigenului
- 3) Reproiectarea matriței.

2.1.3. Blisterele

Blisterele apar când urmele de lubrifiant sunt prezente în extrudarea lubrifiantă și are loc descompunerea în extrudat a lubrifiantului, formând o zonă „parțial „moartă” în metal, lubrifiantul prins la limita zonei se extrudează în produs, formând defecte în interior. După încălzirea ulterioară, gazele scapă și provoacă apariția de blistere (bășicuțe) în aceste locații. Aceste defecte, sunt aproape de suprafața de extrudare, rezultând formarea de solzi sau blistere. așa după cum se observă în figura 5 [5].

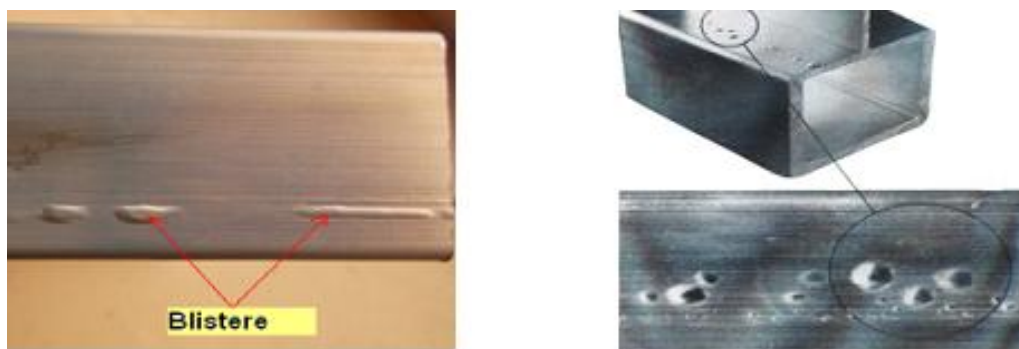


Fig. 5 Blisterele după extrudare (imaginea din stînga - proba prelevată) [5].

Uneori blisterele nu apar imediat după extrudare, dar ulterior, în timpul unui tratament termic pot să apară instantaneu.

Prevenire

Formarea blisterelor poate fi prevenită astfel [8]:

- ✓ Extrudarea fără lubrifiant care poate să reducă formarea incluziunilor, dar crește frecarea între billet și container
- ✓ Extrudarea cu lubrifiant și matriță conică pentru a reduce formarea zonei „moarte” de metal în matriță.
- ✓

2.1.4. Striații și fisuri

Cele mai multe dintre defectele metalurgice din aluminiu extrudat pot fi împărțite în mai multe categorii. Defectele striatiilor la suprafața extrudatelor eloxate constau din benzi sau linii care apar închise sau mai deschise, mai luminoase sau mai șterse, în culoare și ton decât restul suprafeței (figura 6a). Cauza de bază a acestor striatii este o diferență de microstructură datorată formării compușilor intermetalici între porțiunile striate ale suprafeței extrudatului, și cealaltă de la procesul de anodizare ca urmare a unei distribuții neomogene ale imperfecțiunilor suprafeței [9].

Principalii compuși intermetalici în aliajele din seria 6xxx sunt Mg_2Si și faza bogată în fier. Fisurile ilustrate în figura 6.b., pot fi cauzate de frecarea la curgerea materialului prin

secțiunea matriței, efortul de întindere longitudinal la trecerea extrudatului prin matriță, dar și de topirea incipientă a materialului de extrudat.

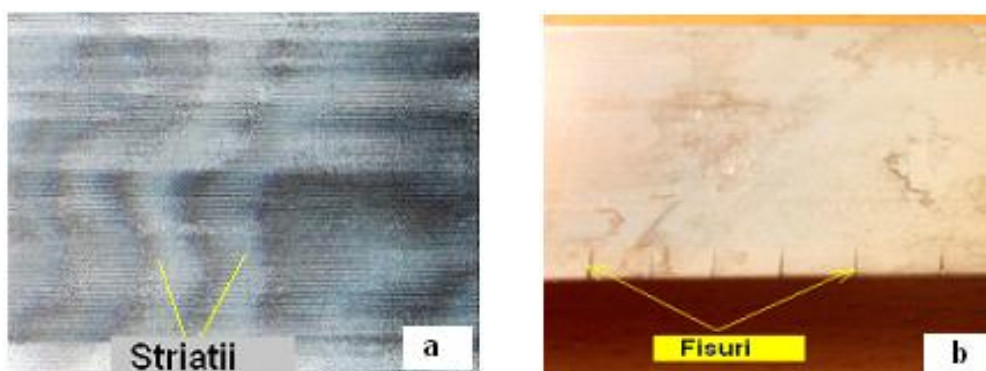


Fig. 6 Aspectul striat al suprafeței datorită defectelor de anodizare (a) și fisuri din matriță (b) [10].

Prevenire

- ✓ Reluarea procesului de anodizare cu densități de curent mai mici, în scopul micșorării defectului, în cazul striatiilor
- ✓ Optimizarea parametrilor de extrudare (viteza, temperatura și presiunea).

2.2. Incluziunile de la turnarea semifabricatelor

Incluziunile de la turnarea semifabricatelor pot cauza defecțiuni grave în matrița de extrudare precum și defecte ale produselor extrudate așa după cum este cazul Pick-upurilor.

Dintre incluziunile mai importante amintim [11]:

- Incluziunile de oxizi (drossuri)
- Clusteri de TiB_2
- Materiale refractare din zidăria cuptorului de topire și elaborare a aliajelor.

Clusterii se dezvoltă în topitură ca și TiB_2 având calitatea de modificatori ai grăunților topituri, care nu se topesc, dar se dispersează în topitură sub formă de particule fine care acționează ca nucleați la formarea grăunților. Dacă TiB_2 nu se dispersează se formează clusterii, mai ales în operațiile de retopire a deșeurilor de aluminiu. În timpul extrudării, acești clusteri pot să producă uzura matriței, pick-upuri și linii de matriță.

Oxizii se formează în cuptor (în zguri), pe jgheaburi de turnare și în timpul tratării topiturilor. Cel mai mult se formează în timpul retopirii scrapurilor. Oxizii sunt extrem de duri și la extrudare vor dezvolta uzura matriței și formarea pick-upurilor.

Căi de prevenire

Formarea oxizilor în timpul turnării semifabricatelor este inevitabilă, dar reducerea acestora ca mărime și număr poate fi realizată prin utilizarea următoarelor practici la turnare:

2. Îndepărtarea drossurilor (zguri) înainte de turnare
3. Amestecarea intensă a topituri. Cuptoarele rotative au avantajul față de cele statice prin faptul că oxizii pot fi periodic îndepărtați printr-un orificiu situat în căpușeala cuptorului la partea de jos a acestuia.
4. Degazarea topituri utilizând tehnica in-line
5. Filtrarea topituri. Aceste operații sunt ilustrate în figura 7.

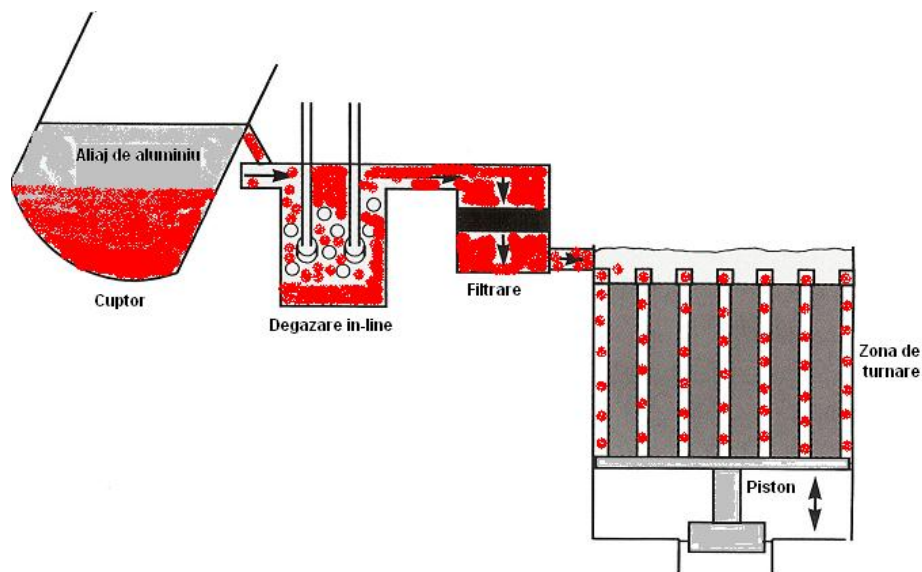


Fig. 7 Reprezentarea schematică a procesului de turnare pe verticală [11].

CONCLUZII

Cele mai predominante defecte de suprafață ale produselor extrudate utilizate în tehnica aeronautică, apar sub formă de pick-upuri, linii din matriță, blistere și fisuri.

Astfel de defecte pot provoca întârzieri în orice flux de extrudare, iar dacă nu sunt monitorizate, costurile vor crește. Toate defectele prezentate pot să conducă la pierderi de producție care se reflectă în rebuturi sau costuri cu re prelucrarea produselor extrudate. Înainte de încercările mecanice și fizice, extrudatele trebuie să fie inspectate folosind aparatură sofisticată de control (sonda ultrasonică, microscopul optic) pentru a compara imaginea reală cu designul original și pentru depistarea defectelor la produsele extrudate din aluminiu.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. G.E. Dieter, *Mechanical Metallurgy*, McGraw-Hill, Inc., 1961
- [2]. U. Muller, *Introduction to Structural Aluminium Design*, Chapter 2, pp.197, 1971
- [3]. S. Storen., Th.Moe., *Extrusion*, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, Marcel Decker Inc., New-York, cap. 9., pp. 385-480, 2000
- [4]. A. Arif, A. Sheikh, S. Qamar, M. Raza, The 6th Saudi Engineering Conference, KFUPM, Dhahran, Dec. vol.5, pp. 137-145, 2002
- [5]. The Aluminum Association, *Visual Quality Characteristics of Aluminum Extrusions*, The Aluminum Association, Washington D.C. 20006, 1993
- [6]. J. Langerweger, *Aluminum*, 58 (2), pp.107, 1982
- [7]. M. Bischel., A. Reid., J. Langerweger, *Aluminium*, 57, pp 878, 1981
- [8]. N.C.Parson, J.D.Hankin, A.J.Bryant, *The Metallurgical Background to Problems Occurring during the Extrusion of 6xxx Alloys*, Proceedings of the 5th International Aluminum Extrusion Technology Seminar, Vol 2, Aluminum Association and Aluminum Extruders Council, 1992
- [9]. J. Cote., E.E. Howlett., M.J. Wheeler, H.J. Lamb, *Plating*, 356, pp 11, 1969
- [10]. T. Sheppard, *Extrusion of Aluminum Alloys*, Kluwer Academic, Dordrecht, 1999
- [11]. Comalco Extrusion Guides for 6000 series alloys, *The basic Metallurgy of 6000 series alloys*.

MONITORIZAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC CU LABVIEW

Alexandru Vasile ERDEI, anul IV, Ingineria Sistemelor Electroenergetice

Coordonator: Șef lucrări dr. ing. Liviu NEAMȚ

Cuvinte cheie: Monitorizare sistem PV, PVGIS, LabVIEW

Rezumat: *Lucrarea prezintă studiul teoretic și experimental al unui sistem de monitorizare cu ajutorul mediului de simulare LabVIEW în timp real. De asemenea se urmărește și calculul sistemului fotovoltaic de la UTCN-CUNBM cu ajutorul aplicației web PVGIS.*

1. SURSE DE ENERGIE REGENERABILE

Sursele de energie regenerabilă sunt abundente, larg răspândite, nepoluante și disponibile local. Ele provin direct sau indirect de la soare și cuprind lumina, căldura și vântul.

Pot fi folosite pentru producerea directă a căldurii fără nici un proces de conversie sau pot fi convertite în electricitate.

Dezvoltarea unei industrii energetice puternice este condiționată de existența unor surse de energie primară care să se caracterizeze prin: diversitate, accesibilitate, siguranță, prețuri stabile, asigurarea cantităților dorite pe o perioadă de timp cât mai mare. În raport cu aceste condiții.

Atenția industriei energetice se îndreaptă spre o gamă din ce în ce mai diversificată de surse de energie primară, cu particularități din ce în ce mai diferite. Prin conversia realizată în instalații specializate, aceste surse acoperă cererea de energie electrică și termică a societății.

Energia regenerabilă se referă la forme de energie produse prin transferul energetic al energiei rezultate din procese naturale regenerabile. Astfel, energia luminii solare, a vânturilor, a apelor curgătoare, a proceselor biologice și a căldurii geotermale pot fi capturate de către oameni utilizând diferite procedee. Sursele de energie neregenerabile includ energia nucleară, precum și energia generată prin arderea combustibililor fosili, așa cum ar fi țițeiul, cărbunele și gazele naturale. Aceste resurse sunt, în chip evident, limitate la existența zăcămintelor respective și sunt considerate în general neregenerabile.

Dintre sursele de energie fac parte:

- Energia Eoliană
- Energia Solară
- Energia Apei:
 - energia hidroelectrică
 - energia mareelor

Toate aceste forme de energie sunt valorificate pentru a servi la generarea curentului electric, apei calde, etc.

Tehnologiile de energii regenerabile care folosesc direct soarele sunt:

- Panouri solare care absorb căldura de la soare pentru a asigura apă caldă;

- Celule fotovoltaice care utilizează lumina solară pentru a produce electricitate. Tehnologiile regenerabile care folosesc indirect soarele cuprind:
- Turbinele eoliene care convertesc aerul în mișcare și apoi în electricitate. Vântul este mișcarea aerului datorată diferențelor de temperatură cum ar fi temperaturile aerului deasupra uscatului și deasupra mării;
- Biomasa, prin culturile care au nevoie de lumina solară pentru a crește și care sunt apoi arse pentru a produce căldură;
- Pompele de căldură care concentrează căldura redusă absorbită de aer, sol sau apă în timpul verii pentru a asigura căldura pentru clădiri în timpul iernii.

Celula fotovoltaică este un dispozitiv electronic, funcționarea căruia se datorează purtătorilor de sarcină minoritari. Ca material inițial pentru fabricare se utilizează semiconductor, de obicei siliciu cristalin sau policristalin, pe suprafața căruia prin diverse metode tehnologice se formează straturi, care conțin impurități pentru a obține joncțiunea pn. În figura 1 este prezentată schema constructivă simplificată a celulei PV, având la bază material semiconductor de tip p.

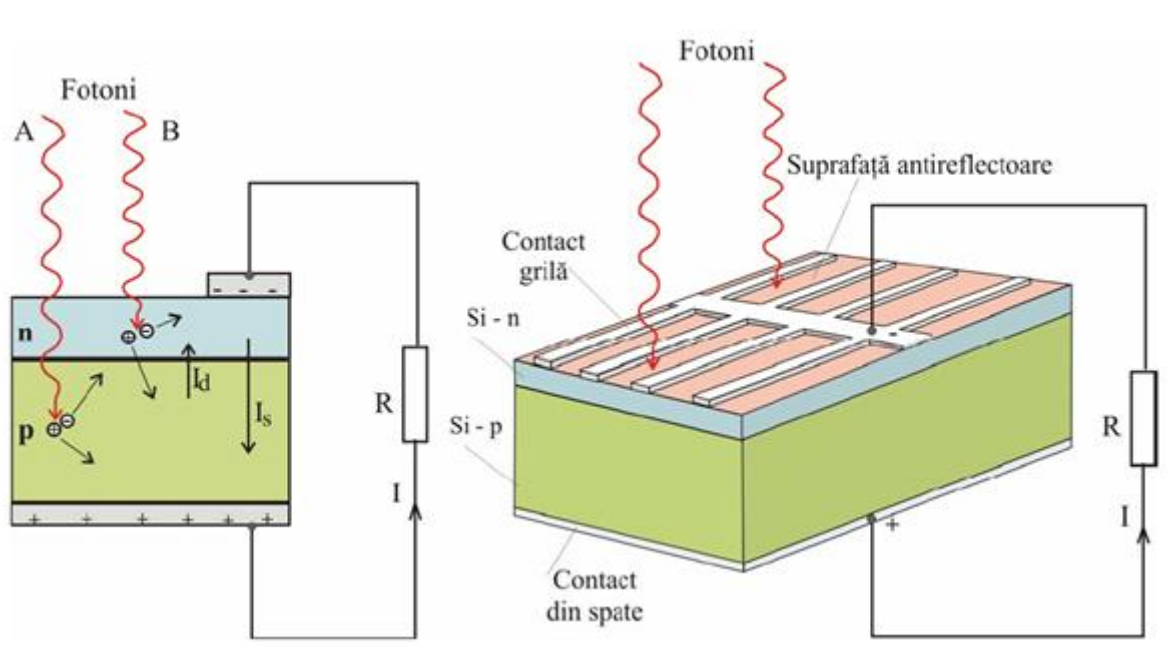


Fig.1. Schema constructivă a celulei fotovoltaice.

Celulele sau modulele PV nu sunt unicele componente a unui sistem PV. Pentru asigurare continuă a consumatorului cu energie electrică multe sisteme PV conțin acumulate de energie electrică. Modulul PV prezintă un generator de curent continuu (c.c.), dar adesea consumatorul de energie este de curent alternativ. Energia electrică PV are un caracter variabil, alternanța zi/noapte, cer senin/ser acoperit provoacă variația într-o gamă mare a fluxului de energie și a tensiunii generate de modulul PV.

Dimensionarea unui sistem PV presupune parcurgerea următoarelor etape principale:

1. Calculul radiației solare disponibile pe suprafața modulului PV;
2. Calculul consumului diurn de energie electrică – E_c ;
3. Calculul cantității de energie electrică necesară de produs de modulul PV – E_p ;
4. Calculul puterii critice a modulului PV – P_c și alegerea acestuia;
5. Calculul capacității acumulate – C și alegerea acestora;
6. Verificarea echilibrului consumului și producerii de energie electrică.

2. UTILIZAREA APLICAȚIEI WEB PVGIS

PVGIS este o aplicație web care oferă informații detaliate despre parametrii importanți pentru panourile fotovoltaice, figura 2. Oferă posibilitatea alegerii locației amplasamentului, cât și alegerea parametrilor ce caracterizează sistemul fotovoltaic.

Odată selectați parametrii panourilor solare, PVGIS poate să genereze rapoarte și grafice cu informații legate de producția de energie electrică (kWh).

The screenshot shows the PVGIS web application interface. The top navigation bar includes logos for JRC and CM SAF, and the title 'Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps'. Below the navigation bar, there's a search bar with a dropdown menu showing 'Europe', 'Africa-Asia', and 'Asia'. A search bar contains the text 'e.g., "Ispra, Italy" or "45.256N, 16.9589E"'. A 'Search' button is next to it. Below the search bar, there's a map showing the location of 'universitatea de nord Baia Mare, Romania'. A 'Go to lat/lon' button is also present. The right panel is titled 'Performance of Grid-connected PV' and contains several sections: 'Radiation database' (Climate-SAF PVGIS), 'PV technology' (Crystalline silicon), 'Installed peak PV power' (0.3 kWp), 'Estimated system losses' (14%), 'Fixed mounting options' (Mounting position: Free-standing, Slope: 35°, Azimuth: 0°), 'Tracking options' (Vertical axis, Inclined axis, 2-axis tracking), 'Horizon file' (Browse...), and 'Output options' (Show graphs, Show horizon, Web page, Text file, PDF). A 'Calculate' button is at the bottom.

Fig.2. Aplicația PVGIS – performanțele sistemului conectat.

În figura 3 se poate observa că PVGIS poate să concluzioneze niște rapoarte de energie electrică și radiații de energie solară pe perioada unui an de zile, doar din aproximarea cu valorile din baza de date.

The screenshot shows the PVGIS web application interface. The top navigation bar includes logos for JRC and CM SAF, and the title 'Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps'. Below the navigation bar, there's a search bar with a dropdown menu showing 'Europe', 'Africa-Asia', and 'Asia'. A search bar contains the text 'e.g., "Ispra, Italy" or "45.256N, 16.9589E"'. A 'Search' button is next to it. Below the search bar, there's a map showing the location of 'universitatea de nord Baia Mare, Romania'. A 'Go to lat/lon' button is also present. The right panel is titled 'Stand-alone PV Estimation' and contains several sections: 'Enter peak PV power' (50 Wp), 'Battery voltage' (12 V), 'Capacity' (50 Ah), 'Discharge cutoff limit (%)' (40), 'Enter daily consumption' (300 Wh), 'Optional hourly consumption file' (Browse...), 'Module inclination' (35 deg), 'Orientation' (0 deg), 'Output options' (Show graphs, Show horizon, Web page, Text file, PDF). A 'Calculate' button is at the bottom.

Fig.3. Aplicația PVGIS – sistem de sine stătător.

După ce parametrii sistemului s-au ales PVGIS va crea un raport asemănător cu cel din figura 4, raport care urmărește producția de energie electrică în zona aleasă și pentru sistemul fotovoltaic ales, cu estimările aferente, pe perioada unui an.

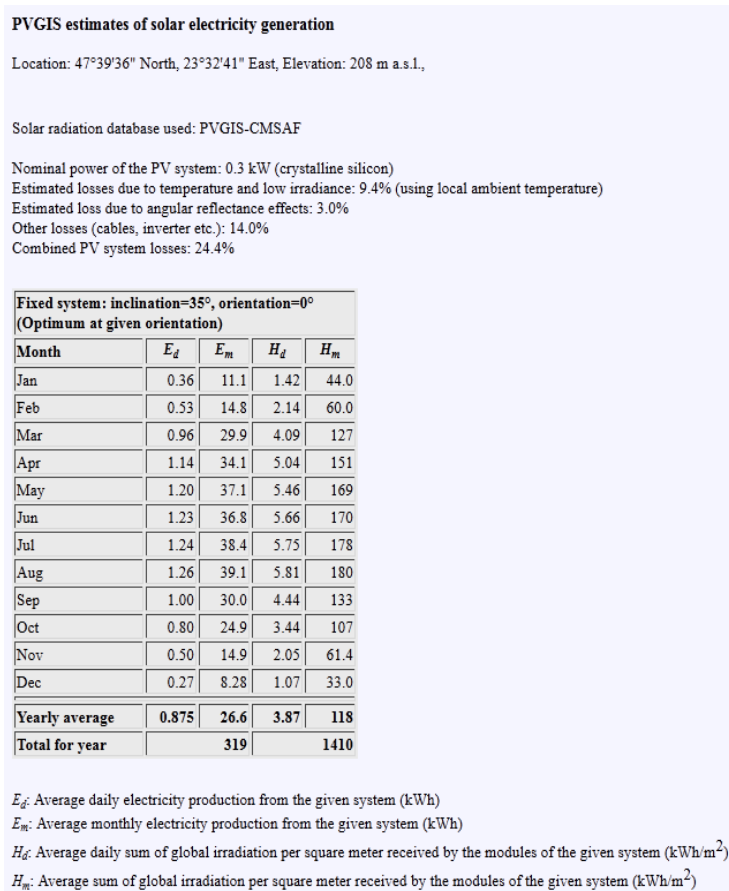


Fig.4. Raport de producere a energie electrice.

Se generează automat și graficul pentru producția de energie electrică, urmărind de asemenea și perioadele în care are loc procesul de generare a energiei electrice cu anumite influențe (ploi, zi/ noapte, ninsori și alți factori care interacționează cu sistemul).

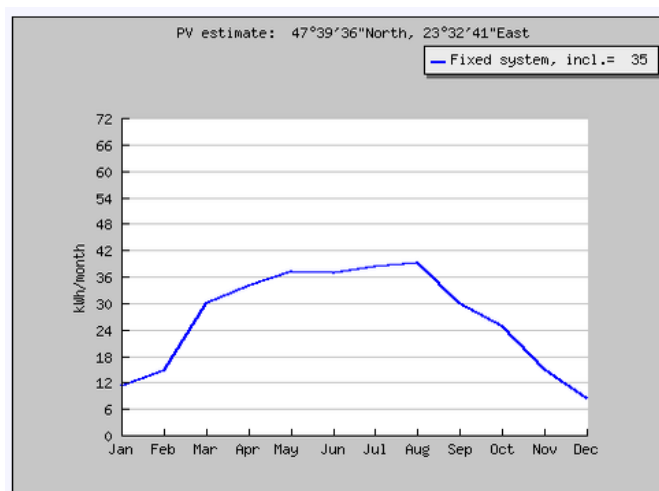


Fig.5. Graficul aferent raportului de producție de energie electrică.

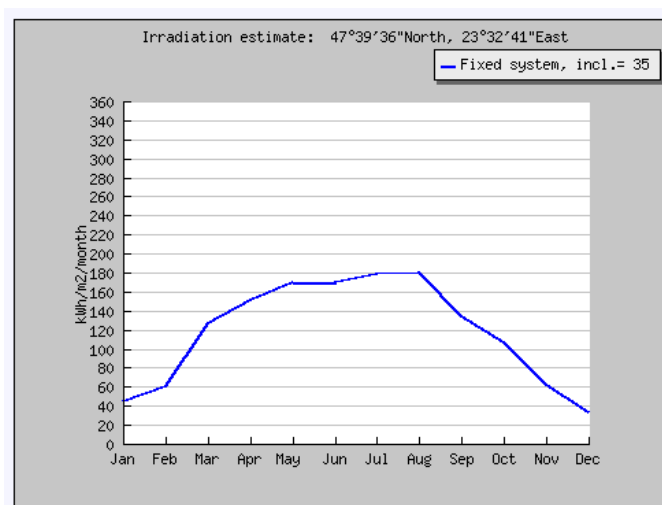


Fig.6. Graficul pentru producția de energie electrică pe lună.

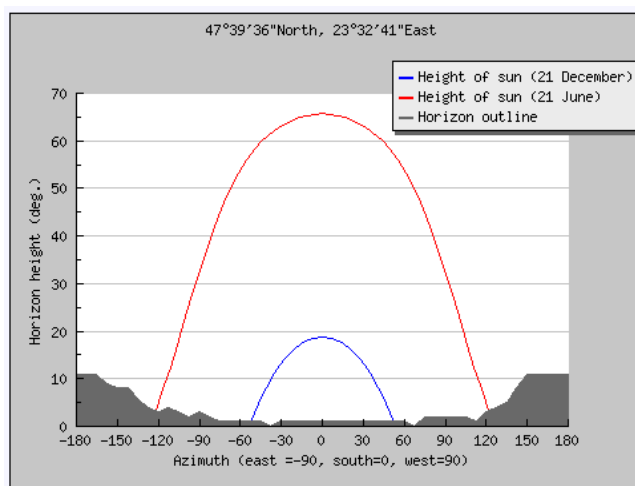


Fig.7. Graficu cu Azimutul sistemului fotovoltaic.

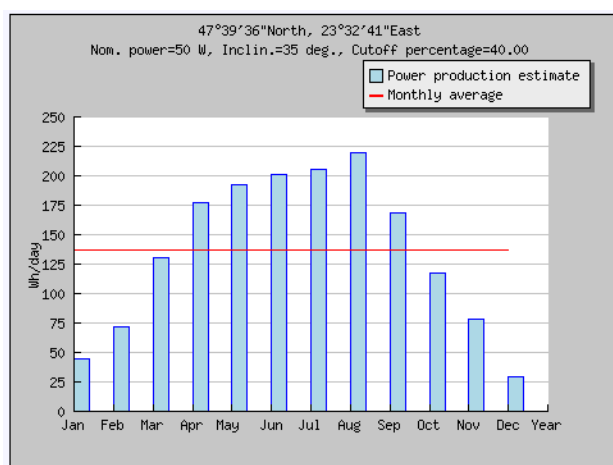


Fig.8. Puterea generată de panouri pe perioada unui an.

3. MONITORIZAREA SISTEMULUI FOTOVOLTAIC CU PCI 6024-E ȘI LABVIEW

Sistemul ce trebuie monitorizat este alcătuit din următoarele elemente:

- ❖ Panouri fotovoltaice 2x150W
- ❖ Regulator solar PR3030
- ❖ Acumulatori 2x140 Ah
- ❖ Invertor Xantrex 3300 W/24 V, conversie 24 V /220 V
- ❖ Siguranță de 250 A
- ❖ Arestor protecție la fulgere
- ❖ Aparare de măsură pentru achiziția de date (tensiune, curent)

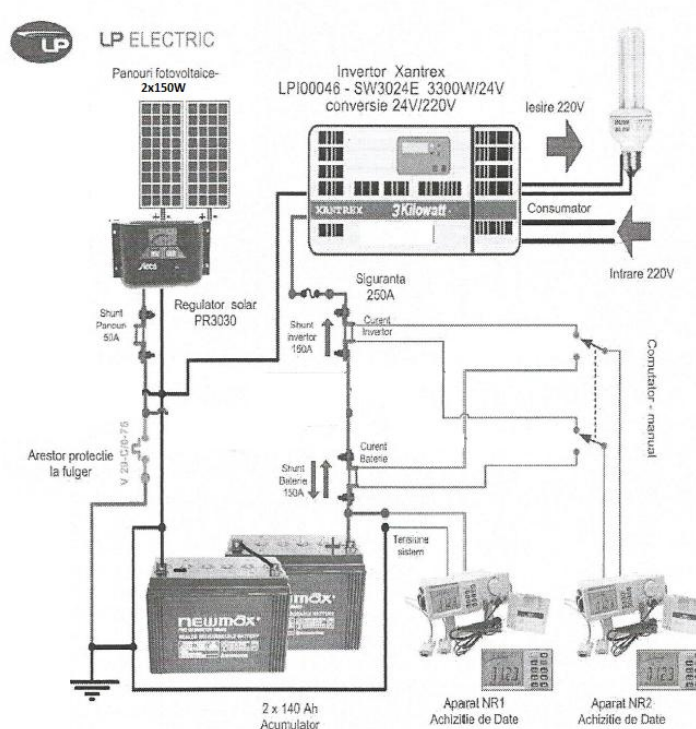


Fig.9. Sistemul cu panouri fotovoltaice de la UTCN - CUNBM.

National Instruments este o varietate de hardware și instrumente software utilizate pentru măsurarea și monitorizarea puterii și a calității energiei electrice.

Achiziția de date, figura 10, implică colectarea semnalelor de la surse de măsurare și digitizarea semnalului pentru stocarea, analiza și prezentarea pe un PC.

Sistemul de monitorizare, folosit pentru sistemul ce cuprinde cele două panouri fotovoltaice, este alcătuit din următoarele componente:

- Software de achiziție, analiză și prelucrare date LabVIEW
- Cartela de achiziție date PCI - 6024E 16 canale/12 biți
- Driver software NI DAQ 8.0.2
- Bloc conectare semnale CB-68LP

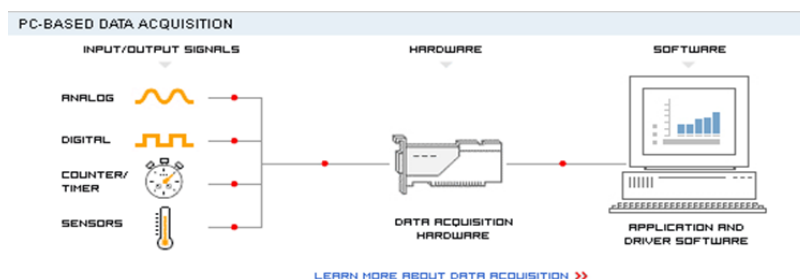


Fig.10. Sistemul de achiziție de date.

LabVIEW este un mediu grafic de programare folosit pentru a dezvolta sofisticate metode de măsurare, testare, precum și sisteme de control folosind icoane grafice intuitive și sisteme de legături între componente. LabVIEW se conectează la aproape orice dispozitiv de măsurat și instrument de proiectare oferind posibilitatea de achiziție de date cu o anumită precizie.



Fig.11. Placa de achiziție PCI – 6024 E.

Placa de achiziții PCI – 6024E este o placă inserabilă DAQ (Data Acquisition), figura 11, deoarece beneficiază de cele mai recente progrese în domeniul electronicii și calculatoarelor îmbunătățind capacitățile soluțiilor de achiziție bazate pe calculatoare.

Blocul de conexiune CB - 68LP permite conexiuni simple pentru placa de achiziție printr-un cablu panglică.

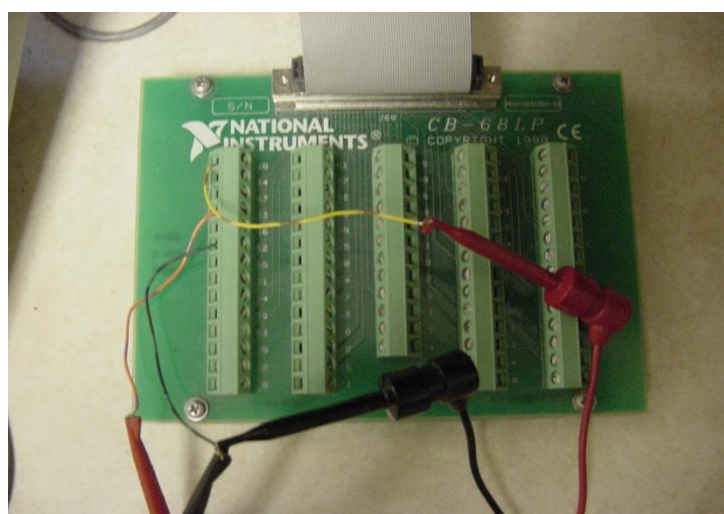


Fig.12. Blocul de conexiune CB – 68LP.

În vederea realizării monitorizării sistemului am parcurs următorii pași:

1. Am conectat placa de achiziție PCI – 6024E la calculatorul din laboratorul L25/2.
2. Am realizat configurarea plăcii de achiziție cu ajutorul software-ului MAX (Measurements @ Automation Explorer).
3. Am configurat în LabVIEW algoritmul de prelucrare a datelor primite de la placa PCI – 6024E, în cazul meu tensiunea.
4. Am pregătit sistemul de stocare a datelor prelucrate într-un fișier TDMS.

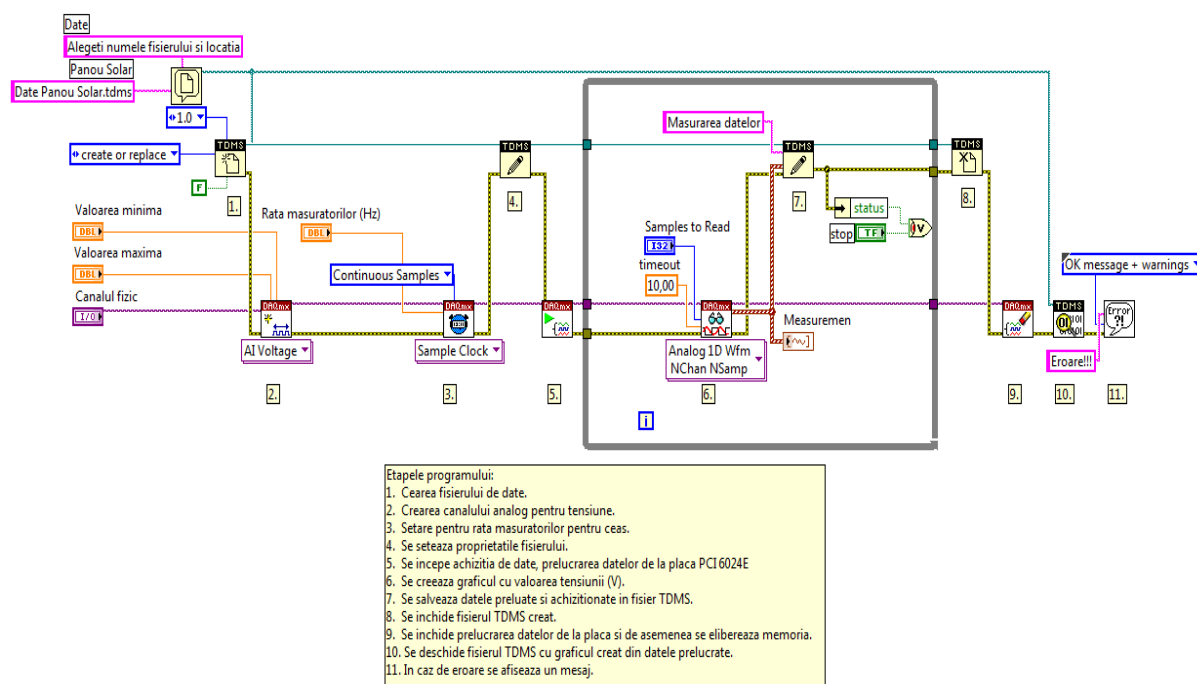


Fig.13. Algoritmul de funcționare a achiziției de date în LabVIEW.

Partea de Front Panel, adică partea ce interacționează cu utilizatorul după pornirea procesului de colectare a datelor, figura 14, constă dintr-un modul de reprezentare grafic pe un anumit sistem, partea de colectare a datelor de intrare de la canalele fizice ale plăcii și temporizarea datelor preluate.

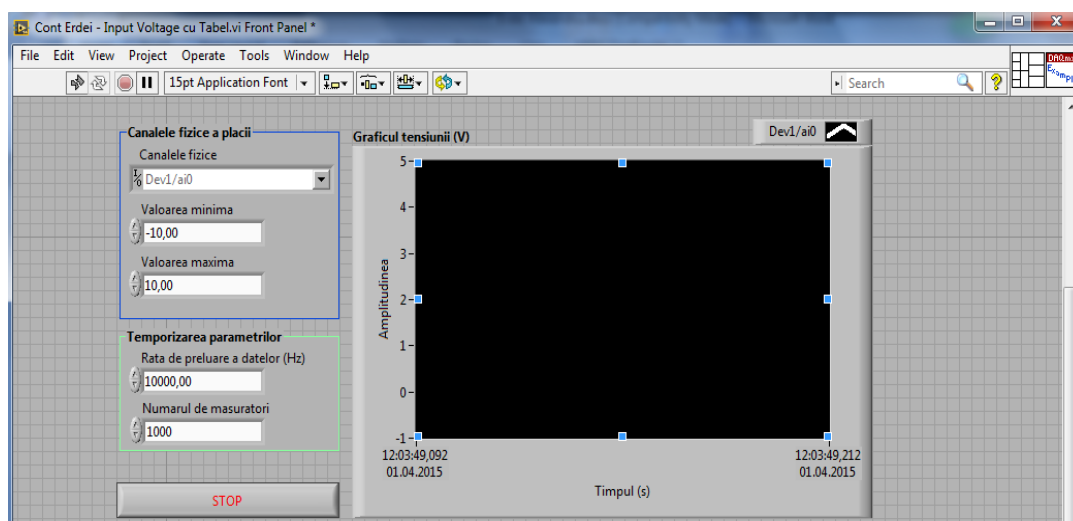


Fig.14. Partea de Front Panel a proiectului VI.

4. CONCLUZII

Energia solară este o sursă foarte utilă de energie regenerabilă, care poate fi răspunsul în viitor pentru puterea electrică, sau pentru nevoile de energie, în timp ce încălzirea globală pare să se răspândească rapid.

Modelul de evaluare al producției de energie electrică solară PVGIS, ține cont de o mulțime de factori de geometrie a traiectoriei solare, a reliefului și a factorilor meteorologici. Acesta furnizează rapoarte cu informații utile legate de generarea a energiei electrice pentru un anumit sistem fotovoltaic.

Am creat cu ajutorul modelului grafic de programare LabVIEW o aplicație care achiziționează date de la o placă DAQ, datele prelevate (tensiunea din sistem) fiind generate cu o precizie mult mai bună din cauza procesorului pe 12 biți.

Pentru stocarea datelor prelucrate am utilizat fișierele de tip TDMS, care pot fi deschise cu ajutorul LabVIEW sau chiar cu Microsoft Excel, în aceste fișiere se stochează rapoarte legate de valoarea tensiunii, frecvența de prelevare a datelor, timpul de monitorizare și momentul de monitorizare (data, ora).

Consider că PVGIS oferă rapoarte elaborate într-un timp foarte scurt, având o baza de date actualizate la zi, tot procesul de introducere a datelor și prelucrarea lor nu ține mai mult de 1 minut, toate acestea fiind gratuite.

De asemenea sunt de părere că LabVIEW este un mediu de programare foarte util pentru orice inginer care dorește să integreze un sistem cu ajutorul calculatorului, oferă posibilități multiple de achiziție și prelucrare a datelor de la o multitudine de senzori.

BIBLIOGRAFIE

- [1] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>.
- [2] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eur.htm#RO>.
- [3] **Dan Călin Peter**, *Instalații de distribuție a energiei electrice*, Editura Mediamira, 265 pagini, Cluj-Napoca, 2000.
- [4] **Jeffrey Y. Beyon**, *LabVIEW Programming, Data Acquisition and Analysis*, Virtual Instrumentation, 368 pagini, Editura Prentice Hall PTR, 2000.
- [5] **Robert H. King**, *Introduction to Data Acquisition*, Editura McGraw-Hill Higher Education, 288 pagini, 2008.
- [6] **I.Bostan, V. Dulgheru, I. Sobor, V. Bostan, A. Sochirean**, *Sisteme de conversie a energiilor regenerabile*, Editura Tehnică-Info, Chișinău, 2007.
- [7] **Dumitrașcu Gh., Macri V., Stadoleanu O.**, *Utilizarea energiei solare*, Editura Timpul, Iași, 1998.
- [8] **Rodica Dromereschi, Victor Gavril, Luigi Ionescu**, *Instalații electrice*, 288 pagini, Editura MAST, București, 2007.
- [9] **Niculae Mira, Cornel Bianchi, și alții**, *Manual de instalații. Instalații electrice și de automatizare*, Editura ARTECNO, București, 2002.
- [10] **Nicola Femia, Giovanni Petrone, Giovanni Spagnuolo, Massimo Vitelli**, *Power Electronics and Control Techniques for Maximum Energy Harvesting in Photovoltaic Systems*, Editura CRC Press, 366 pagini, 2012.
- [11] **E.Pietrăreanu.**, *Agenda electricianului*, Ediția a IV-a revăzută și completată, Editura Tehnică, București, 1986.

STUDII PRIVIND COMPORTAREA LA COROZIUNE A ALIAJULUI 7075-T6 ÎN MEDII ALCALINE

Ana-Maria CHERECHEȘ, anul IV, Ingineria Procesării Materialelor
Coordonator: Prof. dr. ing. Vasile HOTEA

Cuvinte cheie: aliaje de aluminiu, coroziune, medii alcaline

Rezumat: Lucrarea abordează o serie de teste de laborator, în care au fost efectuate încercări la coroziune în medii alcaline pentru aliajul 7075 T6 prin teste de coroziune accelerate pentru reducerea timpului și simularea fenomenului de coroziune. Pentru aliajele de aluminiu din seria 7xxx, expunerea alternativă (imersie - emersie) într-o soluție alcalină oferă rezultate care pot simula coroziunea în mediu real mai bine decât o fac rezultatele furnizate în ceață salină sau imersia permanentă într-o soluție de 3,5% NaCl. Valorile ridicate ale indicelui de penetrație determinate pentru soluția la pH = 11 ar putea conduce la concluzia că, în astfel de medii, aliajul 7075 T6 nu este protejat. Din studiul aspectului suprafețelor metalice expuse coroziunii în soluții de clorură de sodiu (3,5%) la valori ale pH-ului de 7, 9 și 11 se constată că procesul de coroziune nu este unul generalizat. Creșterea pH-ului determină localizarea procesului de coroziune, care este cu atât mai ridicată cu cât pH-ul este mai mare.

1. INTRODUCERE

Coroziunea și oboseala la aliajele de aluminiu sunt probleme majore în evaluarea duratei de viață a componentelor structurale la aeronave. Coroziunea în mediu alcalin, și în special cel de cloruri, a fost observată în aliajele de înaltă rezistență din seria 7xxx (Al-Zn-Mg) [1].

Aliajele din clasa 7xxx sunt frecvent utilizate la componentele structurale ale aeronavelor. Totuși, aceste aliaje sunt sensibile la diferite forme de coroziune localizată în medii alcaline fiind influențate de mai mulți factori de mediu cum ar fi: temperatura, umiditatea, pH, tipul de electrolit și timpul de expunere.

În plus, la propagarea fisurilor prin coroziune la oboseală, testele sunt efectuate, în general, în conformitate cu imersia permanentă într-o soluție salină, în timp ce structurile reale ar putea avea de suferit la expuneri secvențiale în acest mediu și în mediul înconjurător. De asemenea, trebuie remarcat faptul că pentru aliajele de aluminiu din seria 7xxx, o expunere alternativă (imersie - emersie) într-o soluție salină oferă rezultate care pot simula expunerea în mediu real mai bine decât o fac rezultatele furnizate în ceață salină sau imersia permanentă într-o soluție de 3,5% NaCl [2], sau testul EXCO utilizat pe scară largă pentru a evalua comportamentul la coroziune prin exfoliere a aliajelor de aluminiu din seriile 2xxx și 7xxx [3].

În general, la sol, componentele aeronavelor sunt expuse coroziunii ionilor agresivi de mediu și nu atât de mult la solicitări mecanice întrucât, în timpul zborului se confruntă cu solicitări mecanice importante și ușor agresive. În laborator, au fost efectuate un număr mare de încercări la coroziune în medii alcaline pentru aliajele din seria 7xxx prin diverse teste de coroziune accelerate sau metode electrochimice, pentru scurtarea timpului și simularea fenomenului [4].

Testele de laborator sunt utile în special pentru studiul mecanismelor de coroziune și obținerea influenței poluanților specifici și ionilor cu privire la acest tip de aliaj, dar care au o valoare limitată privind predicția performanței reale de serviciu și, uneori, au tendința de a amplifica diferențele între aliajele din clasa 7xxx care sunt neglijabile în cazul coroziunii atmosferice [4]. Astfel, evaluările efectelor expunerii în medii diferite ar trebui să fie efectuate pe termen lung (extinse).

Prezenta lucrare a avut drept scop evaluarea comportării la coroziune prin expunere alternativă (imersie - emersie) într-o soluție alcalină de clorură de sodiu a aliajului 7075 T6.

6. APRECIEREA COROZIUNII

Coroziunea se poate aprecia cantitativ prin calculul indicelui gravimetric, care se poate exprima în mai multe moduri [5]:

a) Indicele gravimetric sau viteza de coroziune (V_{cor}), pierderea în greutate a probei (Δm) ca rezultat al procesului de coroziune, pe unitatea de suprafață (S) în unitatea de timp (t):

$$V_{cor} = \Delta m / S \times t \quad (2.1)$$

care se exprimă în $g/m^2 \cdot h$, iar $\Delta m = m_1 - m_2$, g.

Acest mod de determinare a vitezei de coroziune este cel mai practic mod de exprimare a coroziunii, care poate reprezenta creșterea în greutate a probei, prin formarea de produși de coroziune (oxidarea metalelor) care rămân aderenți la metal sau poate simboliza scăderea în greutate, atunci când produșii de coroziune sunt îndepărtați de pe suprafață. Indicele gravimetric introduce erori în determinare, din cauza necunoașterii cu exactitate a compoziției chimice a produșilor de coroziune. De aceea, cel mai utilizat este indicele ce corespunde pierderii în greutate, a carui precizie depinde de îndepărtarea completă a produșilor de coroziune.

b) Indicele de penetrație (P) reprezintă adâncimea până la care a pătruns coroziunea în masa metalului, timp de un an. Se calculează din indicele gravimetric, viteza de coroziune (V_{cor}), și densitatea aliajului [5]:

$$P = (24 \times 365 \times V_{cor}) / (1000 \rho) \quad (2.2)$$

în care: 24 - reprezintă numărul de ore dintr-zi,

365 - numărul zilelor dintr-un an,

1000 - un factor de conversie al unităților de măsură,

ρ - densitatea aliajului supus coroziunii = $2,72 \text{ gr/cm}^3$.

Unitatea de măsură este în mm/an, ceea ce semnifică adâncimea coroziunii (mm) care are loc în metalul respectiv timp de un an.

3. TEHNICA DE LUCRU. MATERIALE UTILIZATE

În aceasta lucrare s-a luat în considerare aliajul de aluminiu 7075 T6 extrudat și tratat termic conform clasificării Asociației americane de aluminiu, probele fiind prelevate de la UAC SRL Europe (Dumbravița). Acest aliaj este utilizat în mod frecvent în industria

aeronautică la componentele structurale de mare rezistență (fuselaj, aripi). Compoziția aliajului este redată în tabelul 2.1. [6].

Tabelul 2.1. Compoziția chimică a liiaului 7075 T6 extrudat, (%gr.)

Element (%gr)	Al	Mg	Si	Mn	Cu	Zn	Fe	Cr	Ti	Altele
	rest	2.1- 2.9	0.40	0.30	1.2-2	5.1-6.1	0.50	0.18-	0,20	0.5

Coroziunea s-a realizat într-o soluție de NaCl 3,5% la trei pH-uri diferite (7, 9, 11) și la temperatura mediului ambiant. S-a preparat 200 grame de soluție NaCl 3,5%. S-a cântărit cantitatea de NaCl calculată (7 g), s-a introdus într-un pahar Berzelius după care s-a măsurat cu un cilindru gradat 193 ml apă; se adaugă în pahar și s-a omogenizat cu bagheta de sticlă.

Tehnica de lucru a constat în cântărirea probei inițiale (care va fi masa m_1) și măsurarea suprafeței probei (S) după care se șlefuieste cu hârtie abrazivă, se degresează cu lapte de var, se spală cu apă distilată și se usucă prin tamponare cu hârtie de filtru. Probele după uscare s-au cântărit la balanța analitică Kern de precizie de 0,1 mg. Se cântărește proba inițială (3) la balanța analitică (care va fi masa m_1), se suspendă apoi pe suportul (1) și se introduce într-un vas Berzelius (4) care conține soluția de coroziune (figura 1).

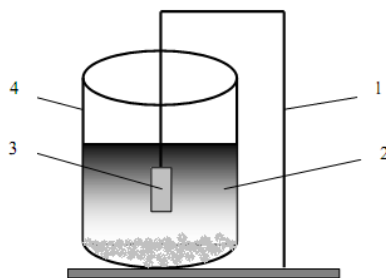


Fig.1. Instalația experimentală: 1- suport probă, 2 - soluție de NaCl 3,5%, 3 - proba, 4-vas Berzelius.

În vasul de coroziune (4) se toarnă soluția de NaCl 3,5%, până ce se acoperă proba în totalitate. Se iversează proba în mediul de coroziune și se menține timp de 14 zile. Se emersează proba, se spală iarăși cu apă distilată, se usucă prin tamponare cu hârtie de filtru și se recântărește care va reprezenta masa (m_2). Se calculează pierderea în greutate a probei ($\Delta m = m_1 - m_2$) viteza de coroziune (V_{cor}) (din relația 2.1) și indicele de penetratie P (relația 2.2), ținând cont de densitatea aliajului supus coroziunii.

4. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele experimentale sunt centralizate în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1. Rezultate experimentale

Conc. Sol. NaCl	Temp. (°C)	Temp. (h)	pH	Δm (g)	V_{cor} (g/m ² ·h)	P (mm/an)	ρ (g/cm ³)
3.5%	20°C	24	7	0.682	0.0099	0.0318	2.72
		96		0.852	0.0031	0.0099	
		336		2.31	0.0024	0.0077	
		440		2.41	0.0019	0.0061	
		672		3.32	0.0049	0.0054	
		24	9	0.741	0.0107	0.0344	2.72
		96		0.963	0.0035	0.0112	
		336		2.484	0.0025	0.0080	
		440		2.691	0.0020	0.0064	
		672		3.537	0.0018	0.0057	
		24	11	0.892	0.012	0.0386	2.72
		96		0.996	0.0036	0.0115	
		336		2.635	0.0027	0.0086	
		440		2.942	0.0023	0.0074	
		672		3.873	0.0020	0.0064	

După valoarea vitezei de coroziune (V_{cor}) se stabilește din ce grupă de rezistență la coroziune face parte aliajul studiat precum și gradul său de rezistență la coroziune prin comparație cu datele din tabelul 4.2 [5].

Tabelul 4.2. Grupele de rezistență la coroziune

Grupa rezistenței la coroziune	Viteza de coroziune (g/m ² ·h)	Gradul de rezistență la coroziune
I. Perfect stabile	0.001	1
II. Foarte stabile	0.001-0.005	2
III. Stabile	0.01-0.05	3
	0.05-0.1	4
IV. Relativ stabile	0.1-0.5	5
	0.5-1.0	6
V. Putin stabile	1.0-5.0	7
	5.0-10.0	8
VI. Instabile	10.0	9

Conform datelor din tabelele 4.1. și 4.2, aliajul de aluminiu 7075 T6 se încadrează în grupa II-Foarte stabile, având gradul de rezistență la coroziune 2. Din analiza datelor obținute se constată viteze de coroziune mari pentru etapa de inițiere a procesului coroziv. În timp, procesul de coroziune se atenuează, vitezele determinate fiind cu atât mai reduse cu cât timpii de expunere la coroziune sunt mai mari. În același timp, se poate admite că produșii de coroziune sunt constituiți din hidroxid de aluminiu $Al(OH)_3$, care formează pe suprafața metalică pelicule care izolează metalul de contactul cu agentul coroziv [7], de aceea curbele care prezintă variația vitezei de coroziune în funcție de timp prezintă o tendință de aplatizare în timp (figura 2).

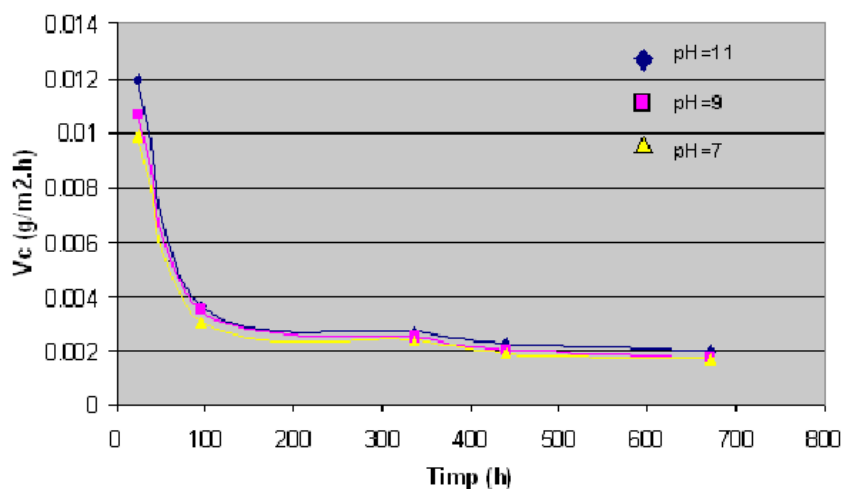


Fig. 2. Variația vitezei de coroziune cu timpul de expunere în soluție de NaCl 3,5%, la pH=7, pH=9 și pH= 11.

Conform datelor din figura 4.1. viteza de coroziune scade în timp, la toate cele trei valori ale pH-ului după care viteza se stabilizează, atât pentru soluția cu $\text{pH} = 7$ și 9 cât și pentru soluția cu $\text{pH} = 11$.

În ceea ce privește indicii de penetrație (P) care reprezintă adâncimea până la care a pătruns coroziunea în masa aliajului în timp, indică de asemenea o scădere a coroziunii în masa aliajului 7075 T6 (figura 3).

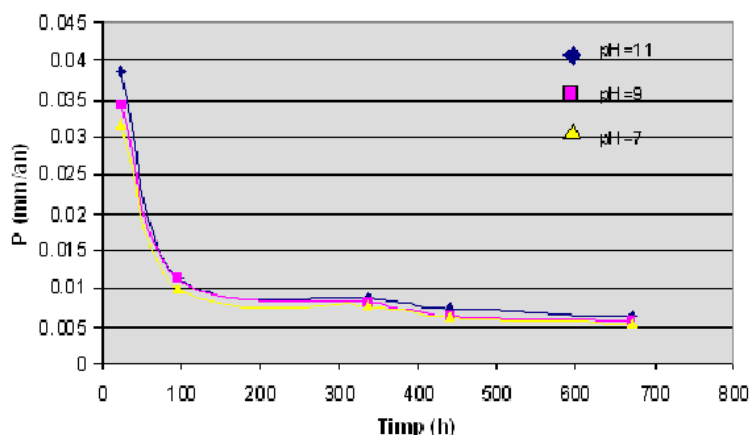


Fig. 3. Variatia indicelui de penetratie cu timpul de imersie în soluție de NaCl 3,5%, la $\text{pH}=7$, $\text{pH}=9$ și $\text{pH}= 11$.

În continuare, probele supuse coroziunii și ilustrate în figura 4, au fost pregătite din punct de vedere metalografic prin încorporare în rășină epoxidică și analizate apoi la un microscop optic Leica DM 2500 [8], cu iluminare puternică de 100 W, de înaltă calitate, performanță optică, fiind cuplat la un sistem de operare Windows, determinându-se microstructura suprafeței probelor. Examinarea la microscopul optic s-a efectuat la o mărire de 50 și 100 de ori.



Fig. 4. Probele pentru analiza microscopică.

În figurile 5 - 8. sunt redată micrografiile optice ale probelor expuse în soluție de NaCl 3,5% ($\text{pH}= 7, 9$ și 11), după o expunere de 672 ore, de unde se observă o coroziune localizată prin pitting sau puncte.



Fig. 5. Proba inițială (50x)

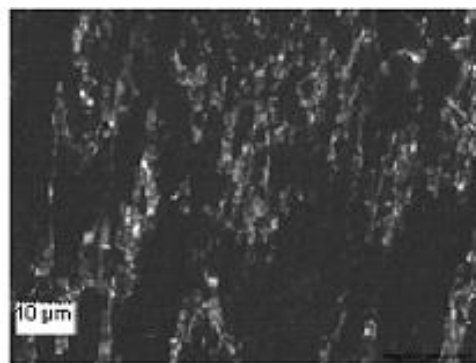


Fig. 6. Coroziunea în soluție NaCl 3,5% ,pH=7 (50x)

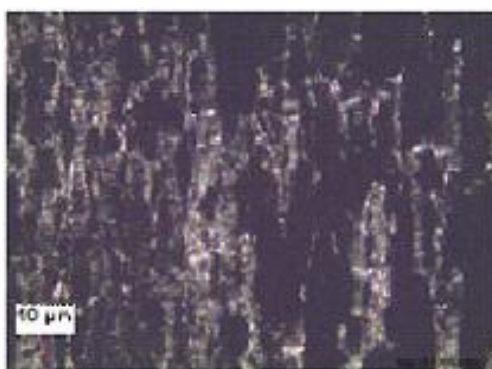


Fig. 7. Coroziunea în NaCl 3,5% ,pH=9

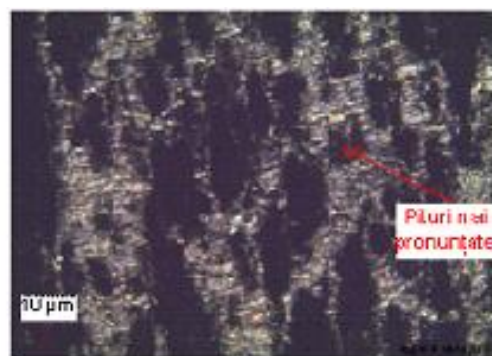


Fig.8. Coroziunea în NaCl 3,5% ,pH=11

Din studiul aspectului suprafețelor metalice ale aliajului expuse coroziunii în soluții de clorura de sodiu (3,5 %) la valori ale pH-ului de 7, 9 și 11 se constată că procesul de coroziune nu este unul generalizat. Creșterea pH-ului determina localizarea procesului de coroziune, care este cu atât mai ridicată cu cât pH-ul este mai mare.

Punctele în care este localizat procesul distructiv se consideră a fi puncte în care apar neomogenități ale materialului metalic sau ale compoziției mediului coroziv. Dintre factorii care pot afecta compoziția mediului coroziv se consieră a fi concentrația clorurii de sodiu, temperatura mediului, pH-ul și timpul de expunere.

CONCLUZII

În lucrare am abordat o serie de teste de laborator, în care au fost efectuate încercări la coroziune în medii alcaline pentru aliajul 7075-T6 prin teste de coroziune accelerate pentru scurtarea timpului și simularea fenomenului de coroziune. Pentru aliajele de aluminiu din seria 7xxx, expunerea alternativă (imersie - emersie) într-o soluție alcalină oferă rezultate care pot simula coroziunea în mediu real mai bine decât o fac rezultatele furnizate în ceață salină sau imersia permanentă într-o soluție de 3,5% NaCl. Valorile ridicate ale indicelui de penetrație determinate pentru soluția la pH = 11 ar putea conduce la concluzia că, în astfel de medii, aliajul 7075-T6 nu este protejat.

BIBLIOGRAFIE

[1]. **D.A. Jones**, *Principles and Prevention of Corrosion*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1996)

- [2]. ASTM B 117, *Standard Method of Salt Spray (Fog) Testing*, 1973
- [3]. "Standard Test Method for Exfoliation Corrosion Susceptibility in 2xxx and 7xxx Series Aluminum Alloys (EXCO Test)", in *Annual Book of ASTM Standards*, Philadelphia, PA: The American Society for Testing and Materials, 114-119, 1990
- [4]. R.T. Foley, *Localized corrosion of aluminum alloys- a review*, Corrosion, vol. 428, no. 5, pp. 277-288, 1986.
- [5]. H. Vermesan, *Coroziune și protecție anticorozivă*, Lucrări de laborator, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2010
- [6]. ANSI H35.1/H35.1(M) – 2009 Revision of H35.1/H35.1(M) – 2006, *American National Standard Alloy Temper Designation System for Aluminum*, Secretariat, The Aluminum Association, Inc., approved April 7, 2009.
- [7]. R.T. Foley, T.H. Nguyen, *The chemical nature of aluminium corrosion*, Journal of Electrochemical Society: Electrochemical Science and Technology, . 129(3): pp. 464-467, 1982.
- [8]. <http://www.leica-microsystems.com/products/light-microscopes>

STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND INFLUENȚA ELEMENTELOR DE ALIERE ȘI A IMPURITĂȚILOR ÎN ALIAJELE DE ALUMINIU OBȚINUTE PRIN TURNARE

Lavinia LIBOTEA, anul IV, Ingineria Procesării Materialelor
Coordonator: Conf. dr. ing. Elena POP

Cuvinte cheie: aliaje de aluminiu, elemente de aliere, impurități

Rezumat: *Lucrarea prezintă studiul teoretic și experimental al influenței elementelor de aliere și impurităților, asupra aliajelor de aluminiu turnate. Cercetarea teoretică este urmată de realizări practice, prin analize pe spectrometru cu scântee, determinări al conținutului de hidrogen pe aparatul AISCAN, însoțite de reprezentări grafice și tabelare, realizate de către autor, finalizate cu concluzii privitoare la alierea aliajelor de aluminiu, în funcție de caracteristicile pe care dorim să le obținem, de la aliajul de aluminiu elaborat prin turnare.*

1. INTRODUCERE

De la obținerea industrială a aluminiului a trecut doar ceva mai mult de un veac și, în acest răstimp, aluminiul socotit la început metal pretios, a ajuns un metal cu multiple aplicații în tehnica modernă și în viața de toate zilele.

Nu există astăzi ramură de activitate în care aluminiul să nu fie utilizat ca un auxiliar foarte prețios. Ganditi-vă numai la ceea ce vă înconjoară în viața dumneavoastră zilnică, poate ați luat din frigider un aliment, ați deschis o tablă de ciocolată, dând la o parte foița de "staniol" din aluminiu sau ați luat o țigară din pachetul izolat în interior cu o hârtie aluminizată, aspiratorul de praf, mașina de spălat, vasele de bucătărie, bidoanele de lapte, ventilatoarele din candelabre sunt ustensile strict necesare unei locuințe confortabile și în alcătuirea cărora joacă aluminiul un rol de seama.

Dacă ieșiți din casa, reîntâlniți aluminiul la fiecare pas, în construcția autoturismelor, autobuzelor și troleelor, în structura aparatelor foto, în firele electrice, structura vagoanelor de cale ferată, structura avioanelor și a navelor marine, precum și cablurile de înaltă tensiune care brăzdează țara în toate direcțiile. Aluminiul participă tot mai mult la fabricarea

cisternelor, autocamioanelor frigorifice, rezervoarelor, butoiaelor și ambalajelor de toate soiurile.

Dezvoltarea construcției de avioane a străbătut un drum lung și complex care a fost un exemplu de colaborare între constructorii și specialiștii în Ingineria Procesării Materialelor.

2. PRINCIPALELE PROPRIETĂȚI ȘI DOMENIILE DE UTILIZARE ALE ALIAJELOR DE ALUMINIU

Aluminiul cu puritate ridicată (99.99 %) este maleabil și ductil, aproape la fel ca plumbul, dar sunt suficiente numai câteva procente de impurități (siliciu, magneziu, cupru, mangan) pentru ca aliajul astfel format să capete rezistența la rupere comparabilă cu cea a oțelului. Caracteristicile aluminiului se păstrează la aceleași valori, fără să prezinte tendințe de fragilizare, până la temperaturi foarte joase (chiar -250 °C) spre deosebire de alte metale.

- Rezistența la coroziune: coroziunea, deși distruge mai mult de 20 % din metalele fabricate, este practic inactivă față de aluminiu. Acesta formează un strat fin de oxid de aluminiu, aderent și impermeabil, care protejează metalul față de agentul coroziv (atmosfera industrială, marină sau unii acizi).
- ◆ Densitate mică: deși are caracteristici comparabile cu cele ale oțelului, densitatea este de aproape trei ori mai redusă, deci, permite reduceri ale masei produselor.
- ◆ Prelucrabilitate ușoară: aliajele de aluminiu se prelucerează ușor prin toate procedeele, permițând obținerea celor mai diverse forme, prin extrudare, astfel se elimină alte prelucrări suplimentare costisitoare. Mai permit adaptarea perfectă la locul de utilizare, plasticitatea mare permite, obținerea prin laminare a foliilor cu grosime sub 5 μm.
- ◆ Recuperarea deșeurilor: deșeurile și metalele vechi se pot valorifica integral la preț convenabil (50 % din valoarea metalului nou), rebuturile și deșeurile se pot introduce din nou în cuptor pentru a fi retopite [1].

Toate aceste avantaje multiple și specifice aliajelor pe baza de aluminiu au produs în ultimii ani transformări importante în construcții și tehnologii, au dat naștere unor instituții speciale cu caracter internațional, care au scop stimularea extinderii folosirii aluminiului și aliajelor sale în toate domeniile tehnici.

3. INFLUENȚA IMPURITĂȚILOR ȘI ELEMENTELOR DE ALIERE ASUPRA PROPRIETĂȚILOR ȘI CARACTERISTICILOR ALUMINIULUI ȘI ALIAJELOR SALE

Aluminiul poate conține diferite impurități metalice și nemetalice, acestea influențează foarte mult anumite caracteristici fizice și chimice. S-a constatat, că în funcție de scopul urmărit, să se utilizeze aluminiu primar de calitate corespunzătoare unui grad minim de impurificare și mai ales să se țină seama de influența diferitelor impurități.

S-a observat că majoritatea impurităților metalice prezente în aluminiul tehnic pot deveni elemente de aliere, numai în anumite concentrații. Elementele de aliere pot avea efecte negative și pozitive asupra proprietăților aluminiului, iar comportarea aliajului de aluminiu se modifică în funcție de procentul componentului adăugat. Vâscozitatea topiturii de aliaj, care e de mare importanță pentru turnarea și umplerea formelor, atinge la aliajele Al-Si și Al-Cu o valoare maximă la solubilitatea maximă a elementului de aliere și o valoare minimă la concentrația eutectică. Fragilitatea la cald a aliajelor Al-Si este minimă la compoziția eutectică și crește, la conținuturi de Si peste și sub această compoziție.

O serie de elemente au influențe multiple asupra caracteristicilor aluminiului, cum ar fi: cuprul, magneziul, zincul, manganul, cromul, nichelul, titanul, molibdenul, beriliul, cobaltul.

Cuprul este solubil în aluminiu solid, ameliorează caracteristicile mecanice și de prelucrare prin așchiere, dar, accentuează fragilitatea, produce segregări și crăpături la cald, scăzând rezistența la coroziune, este contraindicat în aliajele utilizate în industria alimentară.

Magneziul crește rezistența mecanică la coroziune, dar înrăutățește fluiditatea și plasticitatea. Este elementul de aliere care împreună cu cupru conferă aluminiului proprietatea de durificare prin îmbătrânire (tratament termic).

Manganul mărește rezistența la coroziune și mecanică, micșorează efectul negativ al fierului, dar scade fluiditatea, și scade și conductivitatea electrică.

Nichelul mărește rezistența mecanică, rezistența la coroziune și refractaritatea.

Zincul este solubil în aluminiu, crește rezistența mecanică și prelucrabilitatea prin așchiere, scade fluiditatea, rezistența la coroziune la temperatură obișnuită și la temperaturi înalte.

Molibdenul și cromul sunt elemente puțin solubile în aluminiu, măresc rezistența și stabilitatea la temperatură înaltă.

Titanul se folosește pentru a da o structură fină cu rezistență mecanică bună, este nociv în aluminiu folosit în industria electrotehnica.

Cobaltul acționează similar cu manganul în prezența fierului, dar este foarte scump. Reduce dilatarea termică și ameliorează rezistența la temperaturi înalte.

Beriliul protează baia de aliaj topit împotriva oxidării, formând un strat de oxid [2].

a. Impurități gazoase

Numai hidrogenul este solubil în cantitate apreciabilă. Azotul formează compusul AlN , iar în combinație cu oxigenul se formează oxid. Solubilitatea hidrogenului în aluminiu, și în stare lichidă și în stare solidă, depinde de temperatură, de presiune, de gradul de puritate, de căptușeala cuptoarelor și chiar de blocurile de aluminiu, grăsimi, uleiuri.

Efectele hidrogenului asupra aluminiului și a aliajelor sale sunt următoarele: scade caracteristicile mecanice și fluiditatea, provoacă porozități, fisuri la sudare, fragilitate la cald, bășici la recoacere în tablele de aluminiu și în aluminiul aliat cu magneziu. Este necesară degazarea tuturor aliajelor de aluminiu înainte de a fi turnate.

b. Impurități nemetalice solide

Incluziunile nemetalice solide (azoturi, fosfuri, carburi, granule de material refractar) sunt fragile și scad proprietățile de rezistență și de deformare plastică.

Se pot forma aliaje cu aproape toate metalele. Toate elementele de aliere sunt mai grele decât aluminiu, în afară de siliciu și magneziu. Elementele folosite pentru aliere pot fi cupru, magneziu, zinc, siliciu și mangan, din combinarea lor rezulta în jur de 30 de tipuri de aliaje. Pe lângă acestea mai sunt aliaje derivate.

Aliajele Al-Mg laminabile se pot durifica numai prin ecrusare sau prin tratament termic. Unele adaosuri mici de Mn, Cr durifică aliajul, Ti, V finisează graunții îmbunătățind caracterul mecanic, imprimă rezistentă, sudabilitate și rezistență la coroziune. Baza pentru aliajele complexe ce își păstrează caracteristicile mecanice la temperaturi înalte sunt Al, Mg, Si. Aceste aliaje sunt rezistente la coroziune și durificabile prin îmbătrânire artificială. Se utilizează la conductoare electrice pentru că au conductivitate electrică asociată cu rezistență mecanică.

Aliajele de aluminiu-magneziu au densitate mică, caracteristici mecanice superioare, rezistență la coroziune foarte bună, comportare bună la lustruire. Se utilizează la construcția de recipiente, construcții navale, material rulant, utilaj chimic, obiecte de menaj și în scopuri decorative. Magneziul este solubil în aluminiu în stare solidă, până la 14 %, aliajele din această grupă conțin maxim 5 % Mg, pentru că deformabilitatea și fluiditatea la turnare scade

mult cu creșterea conținutului de magneziu. Acestor aliaje li se adaugă și câteva zecimi de procente de mangan, titan și crom care micșorează granulația și îmbunătățesc caracteristicile mecanice. Siliciul, se adaugă până la 1,5 %, conferind proprietatea de durificare prin tratamente termice. Trebuie să se adauge și mangan, pentru reducerea fragilității cauzate de prezența fierului.

Aliajele cu magneziu pot avea tendință să se cristalizeze cu formare de graunți. Acestea se caracterizează prin deformabilitate scăzută. Înainte de turnare se introduc cantități mici de titan sau de bor, în topitură și se creează un număr mare de germeni de cristalizare, obținându-se o structură mai fină după solidificare. Aliajele cu conținut mare de magneziu sunt susceptibile la coroziunea intercristalină.

Aliajele de aluminiu-cupru-magneziu sunt una din grupele cele mai importante de aliaje deformabile susceptibile la durificare prin tratamente termice, sunt cunoscute în practică sub denumirea de aliaje de tip duralumin. Cu cât gradul de aliere crește, cresc și valorile caracteristicilor mecanice, prelucrabilitatea plastică devine mai dificilă. Pentru reducerea efectului fierului în aliajele amintite, se introduc câteva zecimi de procente de mangan. Utilizarea acestor aliaje este variată în construcția de masini [3].

Aliajele aluminiu-mangan, cu 1.5 % Mn, sunt nedurificate prin tratamente termice și se utilizează pentru laminare, ca și table. Aceste table au rezistență bună la coroziune și caracteristici mecanice superioare. Se utilizează pentru executarea obiectelor casnice și a recipientelor pentru industria alimentară. Manganul se introduce în multe aliaje pe baza de aluminiu, mai ales pe cele pentru turnătorie.

Aliajele Al-Cu au proprietăți de rezistență și prelucrabilitate prin deformare plastică remarcabilă. La adăugarea de magneziu numindu-se duraluminuri. În funcție de procentul de cupru, magneziu, rezultă caracteristicile mecanice, duraluminurile sunt slab, mediu și înalt aliate. Se introduc și alte elemente, manganul neutralizează influența dăunătoare a impurităților de fier, crește rezistența la coroziune și duritatea.

Duraluminurile slab aliate au cea mai mare plasticitate. Fierul este o impuritate foarte dăunătoare în duralumin, deoarece formează un compus insolubil la tratament termic. Magneziul reduce influența dăunătoare a fierului, având caracteristica de a reduce efectul nociv al fierului, apoi mai afânează structura, măsurând rezistența mecanică și rezistența la coroziune [4].

Aliajele aluminiu-zinc sunt aliaje complexe aliate. Posedă rezistență bună la coroziune, însă au caracteristici mecanice slabe, din cauza îmbătrânirii sub sarcină a pieselor.

4. CERCETARI EXPERIMENTALE PRIVIND INFLUENȚA ELEMENTELOR DE ALIERE ȘI A IMPURITĂȚILOR ASUPRA ALIAJELOR DE ALUMINIU OBTINUTE PRIN TURNARE

Analiza elementelor de aliere și a impurităților s-a realizat cu ajutorul unui spectrometru cu scântee și au rezultat conținuturile din tabelul 1.

Pentru a se determina cât mai exact concentrația din fiecare element, existența incluziunilor sau impurităților, valorile temperaturii aliajului, concentrația de hidrogen, se efectuează o serie de analize și recoltare de probe din aliaj. În urma rezultatelor, care arată concentrația fiecărui element ce compune aliajul, dacă se observă în aliaj că un element este în concentrație prea mică, se adaugă încă o parte (câteva kg) din elementul sau prealiajul respectiv, pentru a se respecta rețeta aliajului cu strictețe. Prima analiză efectuată este cea cu aparatul ALSKAN.

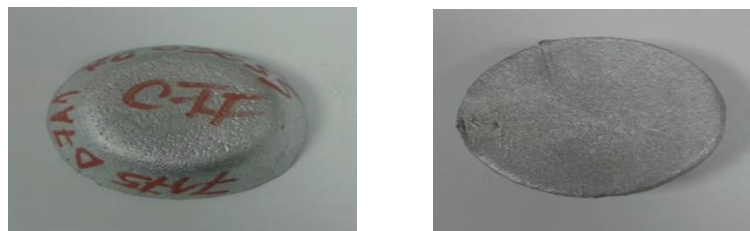


Fig.1. Probe din aliajul de aluminiu AlZnMgCu obținute prin turnare.

Au fost analizate cele doua probe din figura 1, din aliajul AlZnMgCu, iar media compoziției chimice este cea din tabelul 1.

Tabelul 1. Conținutul unui aliaj de aluminiu în elemente de aliere și impurități.

Element	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	
Concentrația, %	89,9562	0,0396	0,0939	1,5966	0.003	2,182	0,266	0,004	5,859	0,019	
	Ag	B	Bi	Ca	Ga	P	Pb	Sn	Sr	V	Zr
	0,0001	0,02	0,001	0,001	0,09	0,0002	0,0006	0,0017	0	0,0125	0,0037

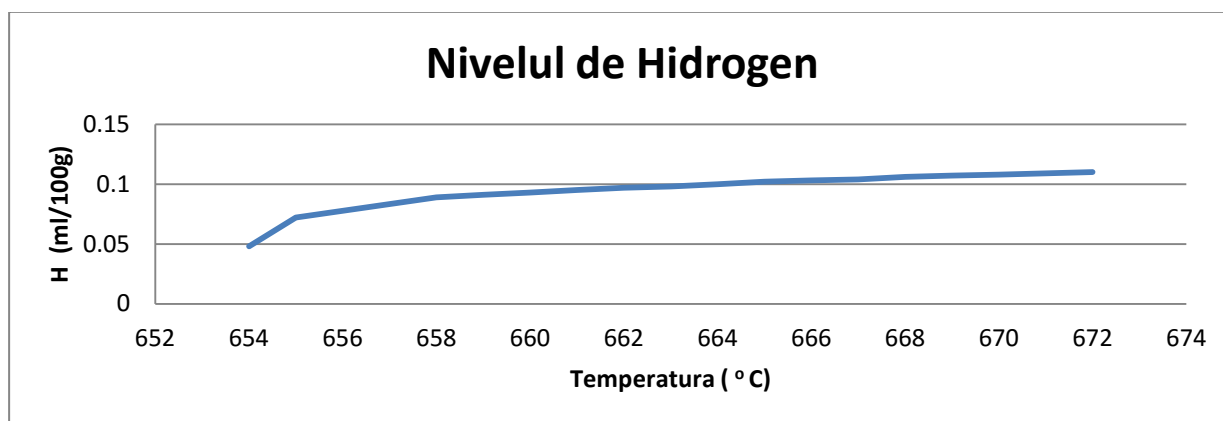


Fig. 2. Conținutul de hidrogen în aliajul de aluminiu analizat pe aparatul ALSCAN.

Aliajele care nu se pot deforma plastic sau se deformează foarte puțin, conțin o cantitate mai mare de elemente de aliere. Din punctul de vedere al elaborării, aliajele pentru turnătorie nu prezintă dificultăți, turnarea, în piese cu forme variate și chiar complicate creează probleme dificile. Aliajele amintite au o serie de particularități care influențează negativ anumite caracteristici:

- ◆ Structura grosolană de turnare, nemodificată prin tratamente termice.
- ◆ Prezența porozităților, a retasurilor, a microfisurilor.

Aliajele Al-Si sunt aliaje de turnătorie. Au proprietăți de turnare foarte bune, sudabilitate oxiacetilenică bună și rezistența la coroziune mai bună decât a aluminiului (datorită formării peliculei protectoare). Cele hipoeutectice se utilizează la vase de bucătărie, utilaje pentru manipularea alimentelor, fittinguri și pentru piese turnate cu pereții subțiri. Îmbunătățirea proprietăților mecanice se realizează prin aliere cu metale care formează faze intermetalice cu siliciu sau aluminiu, cu solubilitate variabilă în stare solidă și care permit durificarea structurală prin tratamente termice (calire+îmbătrânire).

5. REZULTATE ȘI CONCLUZII

Aluminiu se aliază foarte frecvent cu cupru, siliu, magneziu, zinc și mai rar cu nichel, mangan, titan, fier, crom, cobaltul. În unele situații se aliază cu plumb, cadmiu, stibiu și bismut.

Din experimente practice s-a descoperit că adaosul de cupru mărește rezistența de rupere la tracțiune a aluminiului. Un singur procent de cupru ridică rezistența de rupere la tracțiune.

Aliajele pentru pistoane conțin până la 14 % cupru și prezintă avantajul unei contracții reduse, de 1,2 %, la turnarea în cochilii. Aliajele de aluminiu cu 6-12 % cupru servesc la turnarea pieselor cu duritate mărită. Cele cu 9-12 % cupru sunt utilizate la turnarea pisoanelor motoarelor cu explozie. Cuprul micșorează contracția aliajului la răcire, îl face mai puțin fragil la cald și îi mărește rezistența la coroziune și duritate.

Atunci când aluminiul se aliază cu siliciu, topitura se toarnă bine, fără porozități, putându-se obține piese turnate subțiri cu grosimea peretelui de 2 mm, rezistente la șoc. Datorită fluidității aliajului topit, prin turnare se pot realiza piese mari și complicate, care au rezistență la coroziune comparabilă cu a aluminiului pur, o contracție mai mică și o rezistență bună la deformări. Siliciul scade coeficientul de dilatare a aluminiului.

Ca o concluzie, rolul diverselor metale adăugate în aliajele de aluminiu este foarte variat:

- Cuprul conferă aliajului proprietatea de a se turna ușor și de a suporta un tratament termic.
- Siliciul îmbunătățește fluiditatea aliajului topit, astfel permite turnarea de piese complicate.
- Nichelul dă aliajului duritatea mărită la cald.
- Fierul îl face mai dur, chiar se poate înlocui, în parte, cuprul.
- Titanul permite obținerea unei granulații mai fine.
- Magneziul ameliorează comportarea aliajelor la îmbătrânire și le conferă o rezistență mărită la medii corosive.
- Cromul și manganul fac aliajele mai rezistente la finisare și mai puțin vulnerabile la coroziune.
- Siliciul dă aliajelor caracteristici de antifricțiune, dar îi reduce alungirea, astfel un aliaj cu mai mult siliciu se toarnă mai bine decât un aliaj mai slab aliat cu siliciu, e mai puțin plastic, e mai rezistent la coroziune, folosindu-se în construcția de utilaje pentru industria chimică.
- Magneziul împreună cu nichelul neutralizează acțiunea dăunătoare a fierului în aliajele de turnare de tip *silumin* și dă aliajului o rezistență mai mare la temperaturi ridicate.
- Cuprul mărește duritatea și capacitatea de prelucrare prin așchiere a aliajelor de aluminiu.
- Cromul și manganul împiedică formarea structurilor cu graunți mari la aliajele de tip *avail*, conținând Al-Mg-Si, care au plasticitate mare la temperaturi înalte și pot fi forjate și matritate.

De la primi pași până azi inginerilor specialiști în producerea materialelor le-a fost clar faptul că materialele de construcție pentru avioane trebuie să fie, în aceleași timp rezistente și ușoare.

Aliajele Al-Zn-Mg-Cu pot fi folosite pentru majoritatea elementelor de construcție a avioanelor: panourile superioare ale aripilor, stâlpi, lonjeroane, nervuri etc.

Evoluția construcției de avioane depinde în mare măsură de evoluția materialelor

BIBLIOGRAFIE

- [1] E. Dumitrescu, *Aluminiul, metal al secolului XX*, Editura Științifică, București, 1967.
- [2] Suzana Gadea, s.a. *Aliaje neferoase* Editura Tehnica, București, 1965.
- [3] OV. Hartarescu, Cristina Scortea, M. Vladescu, O. Cuida, R. Ancut, *Indereptar de metalurgie*, Editura Tehnica, București 1988.

[4] A. Kathrein, I. Radu, P. Moldovan, *Elaborarea aliajelor neferoase*, EDP, București 1978.

ENERGY CALCULATION FOR A PHOTOVOLTAIC PLANT AS A ENERGY SOURCE

Alexandru BURIAN, anul II, Inginerie si management în domeniul energetic
Coordonator: Șef lucrări dr. ing. Liviu NEAMȚ

Abstract: This theme encompasses aspects of photovoltaic energy technology basics, different types of solar panels, and a case study of a 240 KW PV plant . Simulation of photovoltaic arrays are made with Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) which provides a map-based inventory of solar energy resource and assessment of the electricity generation from photovoltaic systems in Europe, Africa, and South-West Asia.

1. INTRODUCTION

Solar energy in one form or another is the source of nearly all energy on the earth. Humans, rely on the sun for warmth and food. However, people also harness the sun's energy in many other different ways. Photovoltaics is a simple and elegant method of harnessing the sun's energy. PV devices (solar cells) are unique in that they directly convert the incident solar radiation into electricity, with no noise, pollution or moving parts, making them robust, reliable and long lasting.

Solar power in Romania had an installed capacity of 1,151 (MW) at the end of 2013. The country had in 2007 an installed capacity of 0.30 MW, which increased to 3.5 MW by the end of 2011, and to 6.5 MW by the end of 2012. However, the record year of 2013 was an exception, and new installation fell back from 1,100 MW to a moderate level of 69 MW in 2014.

Romania is located in an area with a good solar potential of 210 sunny days per year and with an annual solar energy flux between 1,000 kWh/m²/year and 1,300 kWh/m²/year. From this total amount around 600 to 800 kWh/m²/year is technically feasible. The most important solar regions of Romania are the Black Sea coast, Dobrogea and Oltenia with an average of 1,600 kWh/ m²/year.

2. ENERGY CALCULATIONS FOR AN 240 KWH GRID-CONNECTED PV SYSTEM

The chief component in PV systems is the solar panel which is formed by putting together several PV cells. Putting together several PV cells forms a PV module, several modules form arrays and several arrays form panels.

Grid-connected systems are systems connected to a large independent grid usually the public electricity grid and feed power directly into the grid.

This grid-connected PV system comprises the following components:

- Solar PV Modules to convert sunlight directly to electricity
- Inverter to converts the DC current generated by the solar PV modules to AC current for the utility grid
- Main isolator Switch
- Utility Grid

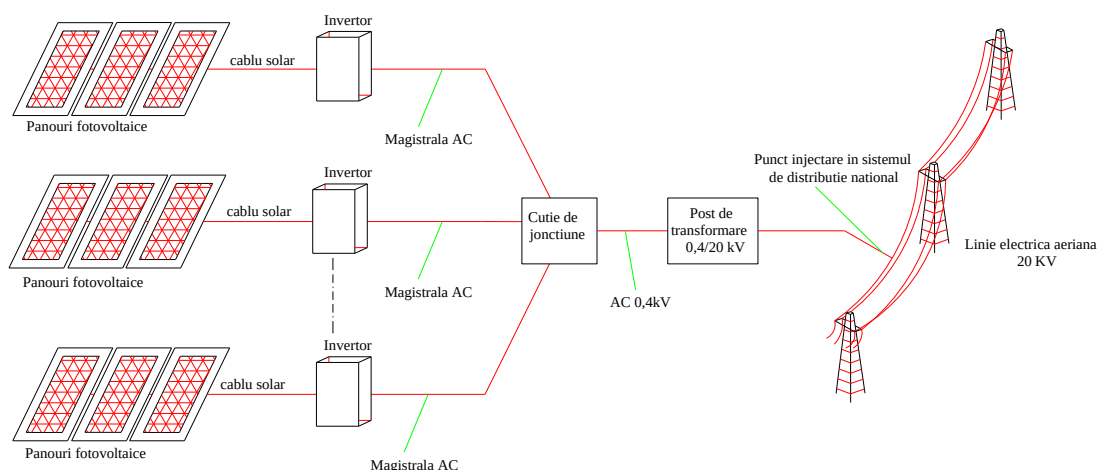


Fig.1. Grid-connected photovoltaic system

The project began with a simple prefeasibility study using suitable software to obtain an idea of the amount of energy that will be generated by the system, estimate the total space (area) required for the installation of the system and access the economics of the whole project.

The draft procedure comprises the following steps :

1. Assessment of the solar radiation data for the location, which helps to estimate the amount of electricity generated.
2. Obtain a land use map of the location showing the various sites that can be used for the project.
3. Confirm the various locations on the land use map and update where necessary.
4. Identify grid access and requirement for grid connection.
5. Obtain solar PV information from various solar dealers. This information should include : type, cost, size, weight, etc
6. A simulation of the technical and financial performance of the photovoltaic plant using planning and simulation PC software packages.

An assessment of solar PV components was conducted with information from various manufacturer out of which the most cost effective components were selected. Table below gives a summary of some of the basic design parameters used in the design of the 240KW grid-connected solar PV system.

Table 1. Summary of the basic design parameters for the 240 KW grid-connected solar PV system.

Meteo data	
Horizontal irradiation	1120 kWh/m ² /year

Module-Inverter Details	
Module Type	Polycrystalline
Module capacity	250W
Module Efficiency	14.4%
Total Installed Module capacity	240 KW
Number of modules	960
Inverter Capacity	60kW
Inverter Efficiency	97%
Number of inverters	4



Fig. 2. Photovoltaic modules

3. PVGIS SIMULATION SOFTWARE

Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) provides a map-based inventory of solar energy resource and assessment of the electricity generation from photovoltaic systems in Europe, Africa, and South-West Asia. It is a part of the Solarec action that contributes to the implementation of renewable energy in the European Union as a sustainable and long-term energy supply by undertaking new S&T developments in fields where harmonization is required and requested by customers.

Provide an online free solar photovoltaic energy calculator for stand alone or connected to the grid PV systems and plants and also estimate the solar electricity production of a photovoltaic system. It gives the annual output power of solar photovoltaic panels providing a large and accurate solar radiation .

The PVGIS database contains three groups of grid layers with resolution of 1 km x 1 km:

a) *geographical data* - digital elevation model, administrative boundaries, CORINE land cover and Global land cover, cities, etc.

- b) *spatially continuous climatic data series representing monthly and annual means of:*
- daily sum of global irradiation for horizontal plane [Wh/m^2]
 - Linke atmospheric turbidity [dimensionless]
 - ratio of diffuse to global irradiation [dimensionless]
 - optimum inclination angle of PV modules to maximize energy yield [degrees]
- c) *regional averages for built-up areas:*
- yearly total of global irradiation (horizontal, vertical and optimally- inclined planes) [kWh]
 - yearly total of estimated solar electricity generation (for horizontal, vertical, optimally- inclined planes) [kWh]
 - optimum inclination angle of the PV modules to maximize energy yield over a year (degrees)

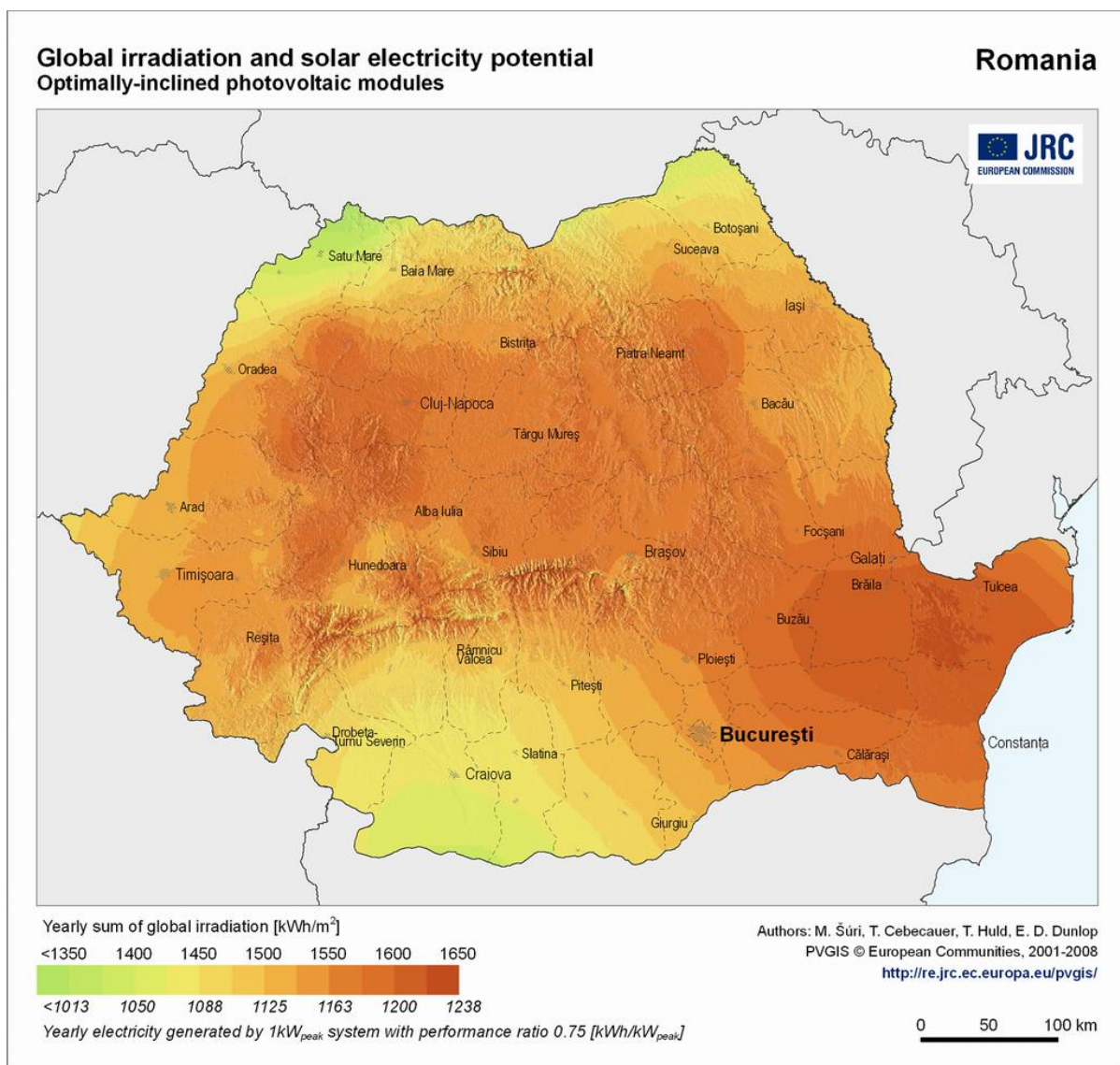


Fig 3. Solar irradiation in Romania from PVGIS Map-Database

4. PERFORMANCE OF 240 KW GRID-CONNECTED PV SYSTEM

Research and industry have gathered comprehensive experience with photovoltaic (PV) system operations in many parts of the world. In order to learn from this experience, operational monitoring and monitoring data analysis are essential. Both can improve the operation and reliability consequently, the energetic and economic yield of photovoltaic power systems.

The performance ratio (PR) is the most important quantity to be measured for evaluating the overall behaviour of a PV plant. The performance of the power plant depends on several parameters including the site location, the climate and several loss mechanisms. The specific plant losses are differentiated in to capture losses and system losses. Capture losses are caused, by attenuation of the incoming light, temperature dependence, electrical mismatching, parasitic resistances in photovoltaic modules and imperfect maximum power point (MPP) tracking. System losses are caused, by wiring, inverter, and transformer conversion losses.

A good PV system design accounts minimizes losses associated with a variety of system components.

Nominal power of the PV system: 240.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 9.3%

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.0%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 24.6%

	Fixed system: inclination=35 deg., orientation=0 deg.			
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	281.00	8720	1.39	43.2
Feb	416.00	11700	2.11	59.1
Mar	758.00	23500	4.00	124
Apr	892.00	26700	4.93	148
May	949.00	29400	5.39	167
Jun	971.00	29100	5.58	167
Jul	982.00	30500	5.68	176
Aug	994.00	30800	5.71	177
Sep	789.00	23700	4.36	131
Oct	635.00	19700	3.40	105
Nov	385.00	11600	1.99	59.6
Dec	208.00	6450	1.04	32.2
Year	690.00	21000	3.81	116
Total for year		252000		1390

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules

of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

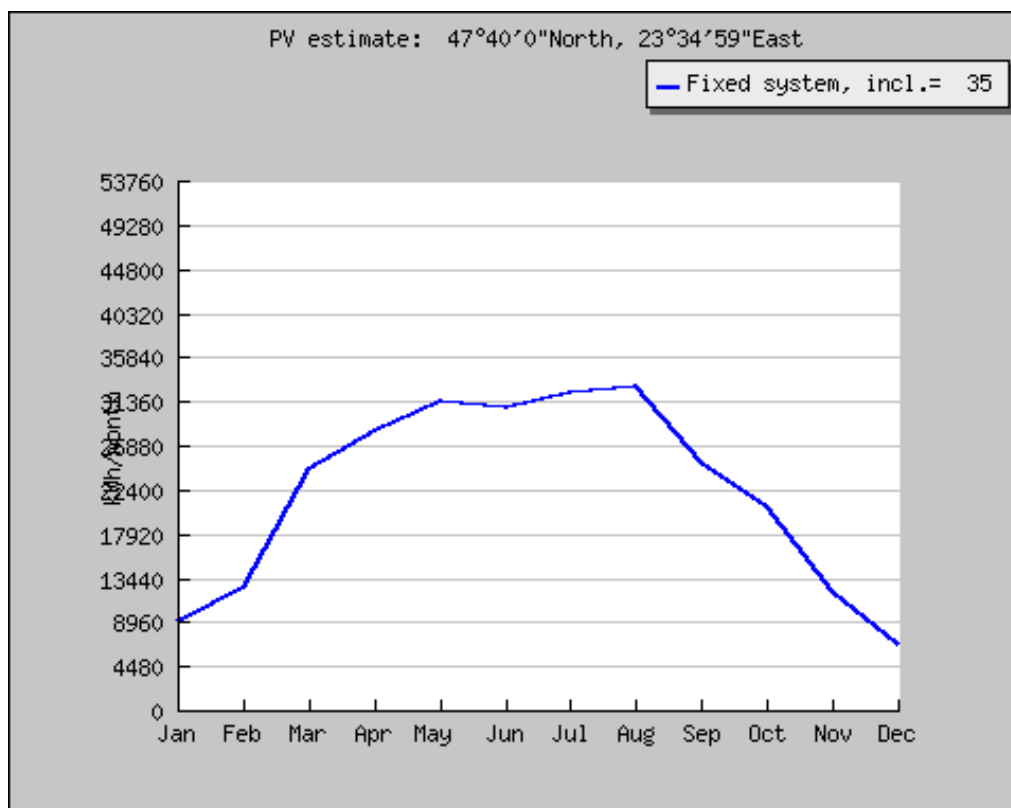


Fig 4 Monthly energy output

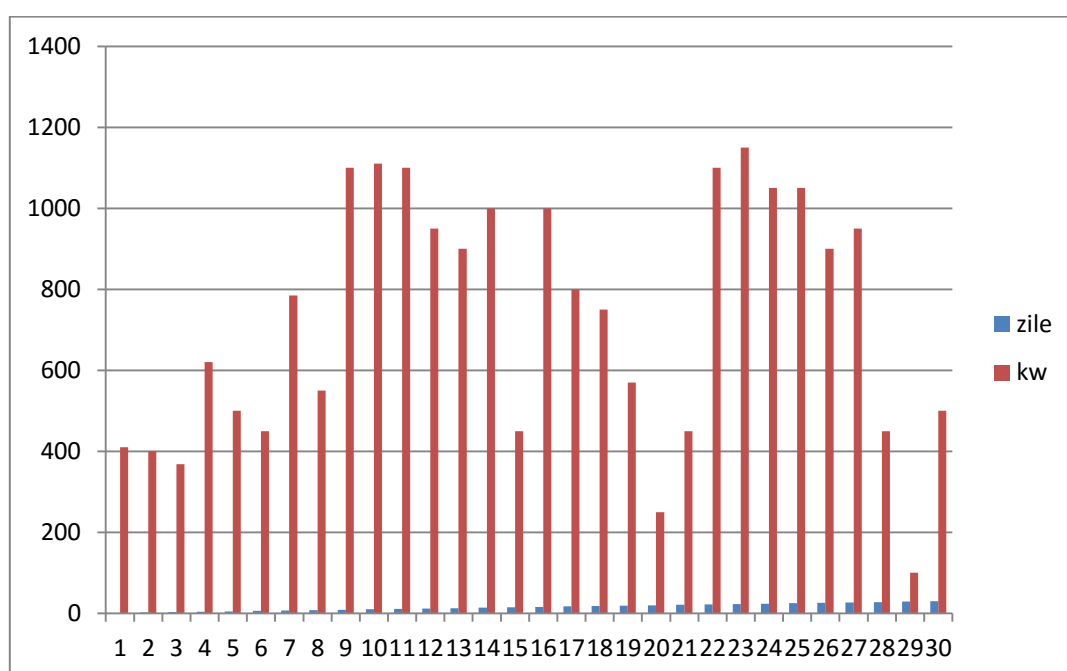


Fig.5. April 2015 energy output for 240 kwh plant (KWh)

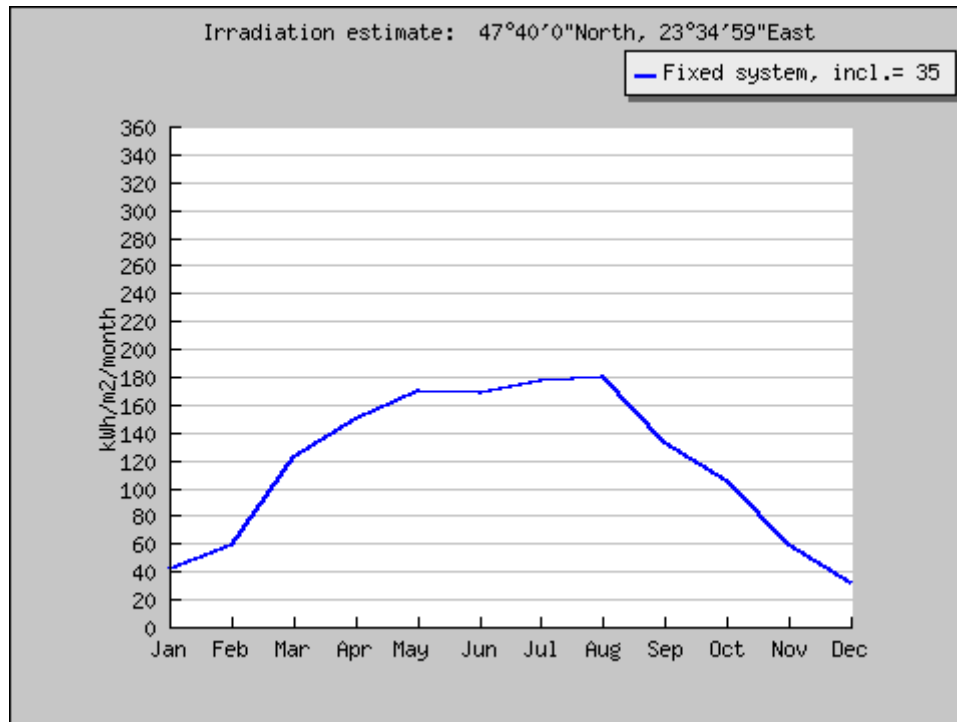


Fig.6. Monthly in-plane irradiation for fixed angle

CONCLUSIONS

Analyses of the simulation results show that, the project implemented will supply about 252 MW electricity annually. The project also stands the chance of saving about 165 tonnes of CO₂, and also would have to plant 14256 trees to absorb the amount of CO₂ saved by the system.

In the long run, the development of photovoltaic plants helps mitigate the adverse effects of the climate change problem plaguing the entire earth.

Renewable energy does offer a great alternative to us. It is the answer for energy crisis. It is the answer to global warming. It is the answer to a more comfortable life. All but not least, renewable energy is our future.

REFERENCES

- [1] <http://www.altenergy.org/renewables/solar.html>
- [2] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- [3] <https://en.wikipedia.org/>
- [4] <http://www.pveducation.org>
- [5] <http://cee.ubm.ro/studenti/isee/masterisee1.html>
- [6] <http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/>
- [7] <http://www.atlantechsolar.com/>

CONVERSIA ENERGIEI LUMINOASE ÎN ENERGIE ELECTRICĂ PENTRU AUTOCONSUM

Várvédő Levente, anul I, Ingineria Sistemelor Electroenergetice

Pop Gabriel, anul II, masterat: Evaluarea Impactului și Riscului pentru Mediu

Coordonator: Prof. dr. ing. Liviu Neamt

Cuvinte cheie: Conversia energiei luminoase în energie electrică pentru autoconsum

Rezumat: *Lucrarea prezintă studiul teoretic al conversiei energiei luminoase în energie electrică pentru autoconsumul rezidențial. În lucrare se descrie efectul fotovoltaic, conversia energiei luminoase în energie fotoelectrică. Se vor descrie metodele actuale pentru realizarea autoconsumului de energie electrică în imobilele rezidențiale.*

1. ENERGIA SOLARĂ / LUMINOASĂ

Energia solară a fost și rămâne cea mai ieftină sursă de procurare a energiei, fie ea termică sau electrică. Efectul fotovoltaic a fost observat prima dată de către A.E.Becquerel în anul 1839. De atunci dezvoltarea acestui domeniu a fost preluată de genii precum Einstein și echipa de la Bell Laboratories: Fuller, Pearson și Chapin. Din anul 1954, cu un randament foarte mic, de aproximativ 5%, s-a început producția celulelor fotovoltaice. Astfel s-a realizat alimentarea cu energie electrică a satelitului Vanguard I, cu un număr de 108 celule. În zilele noastre, pe plan mondial deja este instalată o putere de 234 GWp în panouri fotovoltaice.

1.1. Conversia energiei luminoase (efectul fotovoltaic)

Realizarea conversiei energiei luminoase la nivel de panouri fotovoltaice se realizează prin construcția unei joncțiuni de tip P-N. Joncțiunea P-N este zona de limită între 2 tipuri de semiconductori, unul de tip P (pozitiv) și unul de tip N (negativ), într-un singur cristal al unui semiconductor, preferabil cel de Siliciu (Si). Cele 2 tipuri de semiconductori P-N se dopează pentru a schimba caracteristicile de electroconductivitate, astfel se va realiza o zonă de încărcare electrică la limita dintre joncțiunea P-N. Semiconductorii de tip P sau N vor rămâne neîncărcați din punct de vedere electric. La apariția razelor solare, fotonii se absorb de către material și vor disloca un electron-gaură, creând astfel o gaură mobilă și un electron mobil. La nivelul joncțiunii va apărea un electron, care se va deplasa spre semiconductorul de tip N, și o gaură, care se va deplasa către semiconductorul de tip P. Joncțiunea nu permite interconectarea electronilor și a găurilor, și astfel apare tensiunea. Prin doi conductori, unul conectat la partea P și unul la partea N, electronii se pot deplasa către găuri, astfel rezultând electricitatea.

1.2. Potențialul energiei solare

Radiația solară este calculată în afara atmosferei noastre la o maximă de 1,4 kW/mp, însă datorită zonei de climă, a difuziunii și a norilor, la nivelul solului radiația maximă se poate stabili la 1000 W/mp. Aceasta maximă se atinge în zilele cu cer senin. R

La nivelul tehnicii de acum, randamentul energetic al panourilor fotovoltaice este stabil din punct de vedere tehnico-economic la aproximativ 15-18%. Nu neglijăm randamentele foarte mari atinse de diferiți producători de panouri fotovoltaice în câteva proiecte și module mai speciale.

România, prin poziția sa geografică, situându-se aproximativ la mijlocul distanței dintre Polul Nord și Ecuator, având un climat temperat-continental, radiația solară este foarte fluctuantă. Avem perioade de timp în care putem prelua o medie de 4900-5700 Wh/mp/zi din energia solară, dar și unele în care nu se pot prelua nici măcar 800 Wh/mp/zi. Astfel, media lunară este de 3.4 kWh/mp/zi. În cazul unei instalații fotovoltaice de 5 kWp, adică 33 de mp, cu orientare sudică și cu o înclinare de 32 de grade față de orizontală, producția anuală ar fi de: 33mp X 3.4 kWh/zi X 365 zile = 40953 kWh / an. Calculând cu o eficiență medie de 16% a modulelor fotovoltaice, obținem cantitatea exactă de energie electrică procurată din sursă regenerabilă solară: 6,55 MWh / an.

1.3. Contextul legislativ

În România, legea nr 318 din 2003, garantează oricărei persoane fizice și/sau juridice dreptul accesului la SEN (Seviul ElectroEnergetic Național). Din acest moment, putem să spunem că legislația din România ne permite, fiind și dreptul nostru, să ne conectăm cu diferite tipuri de instalații electrice la SEN. Numai că legislația impune ca orice fel de racordare la rețeaua națională trebuie să fie însoțită de un Aviz Tehnic de Racordare (ATR). În baza informațiilor furnizate către Operatorul de Rețea, acesta are obligația de a emite acel ATR. Deci dacă ne dorim o instalație de panouri fotovoltaice, nu avem altceva de făcut decât să realizăm conectarea la rețea în concordanță cu Avizului Tehnic de Racordare emis. Faptul că acest lucru nu se poate obține, este o „fabulă”, ATR-ul îl poate obține orice persoane fizică și/sau juridică de pe teritoriul țării.

În 2008, inclusiv România a fost obligată să semneze tratatul pentru aderarea la Schema de Comercializare a Emisiilor (EU ETS). Acesta permite fiecărei țări membre să aibă un maxim stabilit de cantitate de emisii de dioxid de carbon. Cerința din 2008 de 95.9 MtCO₂ a fost redusă la 75.9 MtCO₂ (miliontone de CO₂) până în 2012. La ultima însumare realizată în 2013, acesta depășea pragul de 78.9 MtCO₂. Deci înseamnă că și la ora actuală plătim, și vom plăti în continuare diferența cu acei 2.81 de euro / tCO₂ / an stabilită Comisia Europeană.

Legea 220 din 2008 a adus mult dorita schemă de susținere pentru instalațiile ce utilizează energie din sursă regenerabilă. Astfel, schema de susținere prin certificate verzi a fost aprobată pentru instalațiile de producere energie din sursă regenerabilă. Pentru instalațiile din sursă solară, s-a acordat un număr de 6 certificate verzi pentru fiecare MWh produs și contorizat. Valoarea certificatului verde era stabilit între 27 și 55 Euro. De atunci contextul tehnico-financiar a început să arunce balanța în direcția rentabilității prea bune, și a producției crescute pe curentul de zi. În urma legii din 2010, până în 2015 s-au executat și pus în funcțiune 1208 MWp în instalații de energie solară. La ora actuală, pentru instalațiile noi se primesc 3 certificate verzi, din care 2 se amână de la tranzacționare până în anul 2017.

2. SOLUȚII ALTERNATIVE

2.1. Instalațiile solare

Precum spune și numele, instalațiile solare sunt instalații ce utilizează energia solară. Nici o instalație solară nu va funcționa doar pe lumină, deoarece razele luminii artificiale nu contin fotoni, care să declanșeze efectul fotovoltaic. Astfel putem spune că instalațiile solare

se pot monta doar în exterior, în contact direct cu atmosfera. Subliniem acest lucru deoarece orice material expus la condițiile atmosferice este expus totodată și la degradare.

Putem să spunem că, în funcție de tipul energiei produse, instalațiile solare se împart în două mari grupe: cele care transformă energia solară în mod direct în energie termică, și cele care transformă energia solară în energie electrică. Pentru ambele tipuri de instalații, în 2015 se folosesc în proporție de 99% panouri solare. Astfel pentru energia termică se folosesc panouri solar-termice, iar pentru energia electrică panouri fotovoltaice.

Instalațiile ce utilizează panouri solar-termice vor transforma în mod direct, prin efectul de seră, energia solară în căldură. Astfel, razele soarelui trec printr-un strat de sticlă, iar căldura nu mai poate ieși, nu se pierde. Energia termică este absorbită de către fluidul cu rol de agent termic prin tubulatura realizată dintr-un material care este foarte bun conducător termic (ex. Cupru, Aluminiu).

Instalațiile de panouri fotovoltaice transformă energia solară în energie electrică. Razele soarelui încărcat cu fotoni, încarcă la rândul lui celulele solare din panouri cu electroni-gaură, astfel pornește efectul fotovoltaic și apare curentul. Transformarea curentului continuu în curent alternativ se face prin așa-numitele *invertoare*. La ora actuală curentul alternativ este folosit preponderent în toată lumea.

2.2. Instalațiile de producere energie electrice din sursă solară

Instalațiile fotovoltaice cuprind: *producătorul* (panourile fotovoltaice) și *consumatorul* (rețeaua și /sau acumulatorii). Energia electrică sub formă de curent continuu este folosită pentru a alimenta direct consumatorii, pentru a fi stocată și pentru a fi transformată în curent alternativ, sau toate împreună într-un sistem mai complex. Fiecare instalație conține echipamentele specifice, în funcție de necesitate, astfel instalațiile fotovoltaice putându-se clasifica în trei mari categorii: tip insulă (off-grid), tip conectat la rețea (on-grid) și tip hibrid.

2.2.1 Instalațiile tip insulă

Sunt acele instalații care ne permit să ne procurăm propria noastră energie electrică, fie ea în curent continuu sau curent alternativ, fără a fi necesară conexiunea la Serviciul ElectroEnergetic Național. Acest tip de instalație se folosește în zone mai îndepărtate de rețea, însă se pot realiza cu puteri instalate mici. Puterile recomandate sunt sub 5kWp, deoarece cele care depășesc aceste valori devin instabile din punct de vedere tehnic.

Instalația conține panourile fotovoltaice, regulatorul de încărcare, inverterul și acumulatorul.

Panourile fotovoltaice produc curentul continuu. Ele se conectează în paralel pentru a obține un curent de încărcare mai mare, astfel reducându-se numărul orelor de insolație solară necesare încărcării acumulatorilor.

Regulatorul de încărcare detectează care este curentul potrivit și tensiunea optimă de încărcare, în funcție de tipul și topologia de interconectare a bateriilor. Ideal este să conectăm bateriile luând în calcul tensiunea produsă de panouri. Adică dacă avem panouri care sunt capabile să producă 30 VCC (volți curent continuu), atunci este preferabil să înseriem două baterii de 12V, astfel tensiunea de încărcare va fi de aproximativ 25VCC. În acest caz regulatorul de încărcare va permite o tensiune de încărcare de 25.5V-26.6V. Totodată regulatorul se poate seta la valori de protecție pentru încărcare și descărcare. Aceste setări făcute corect cresc durata de viață a acumulatorilor.

Următorul component major este *bateria* sau *acumulatorul*. La ora actuală acumulatorii Deep Cycle AGM, permit o rată de încărcare/descărcare destul de mare pentru a-i putea include în astfel de instalații. Durata medie de viață este de 5 ani, în funcție de producător. Există foarte multe tipuri de acumulatori, dar rata de rentabilitate tehnico-

financiară ne limitează doar la această nișă. Calculând la o durată medie de viață de 5-10 ani a acumulatorilor, trebuie să subliniem faptul că aceste tipuri de instalații s-ar putea să nu se amortizeze niciodată, sau chiar există neșansa să cheltuim în timp mai mulți bani pentru funcționarea ei decât am cheltui dacă ne-am racorda la rețeaua SEN, asata în condițiile în care suntem limitați la o putere instalată mică. Calculul energiei electrice stocate în acumulatori se face în funcție de puterea totală absorbită, de consumul tuturor echipamentelor electrice și de specificul consumatorilor (de noapte și/sau de zi).

În cazul în care avem nevoie de curent alternativ în instalația electrică pe care o detinem, putem să instalăm un *inverter tip insulă*, care transformă curentul continuu în curent alternativ monofazat sau trifazat. Puterea acestuia se stabilește în funcție de puterea absorbită pe care o putem avea în instalația electrică.

Un sistem tip insulă putem să dimensionăm în felul următor:

Pi (putere instalată) – 2 kWp

Specific consum: 50% noaptea

Consum total / zi: 4 kWh

Specific producție: 3.4kWh/mp/zi

1. Acumulatori: 12V 100Ah

$2000 \text{ Wh} * 120\% = 2400\text{Wh}$ (unde 20% este curentul pe care nu îl putem absorbi din baterii)

$2400\text{Wh} / 100\text{Ah} = 24\text{V} \Rightarrow$ înseamna 2 acumulatori legați în serie ca să obținem 24V.

2. Panourile: 250W, policristaline, 30V, max 8.5A, 1.64 mp, eficiență 16%

$4000\text{Wh} * 120\% = 4800\text{Wh}$

$4800\text{Wh} / 900\text{Wh/mp/zi}$ (specificul pe timp de iarna) = 5 panouri conectate în paralel

3. Regulatorul de încărcare: MPPT 12/24V, 10-20-30A

5 panouri * 8.7A (curentul în scurtcircuit al panoului) = 43.5 A $\Rightarrow$ se pun 2 regulatoare de încărcare: 1 buc de 30A și 1 buc. 20A

La finalul acestui calcul mai putem pune și un inverter de 2000Wp, preferabil cu undă sinusoidală pură, pentru o calitate superioară a curentului alternativ.

2.2.2 Instalațiile tip on-grid sau conectate la rețea

Instalațiile fotovoltaice care sunt conectate la rețea sunt cele mai simple din punct de vedere tehnic. Ele sunt folosite doar în locuri în care există disponibilitate/posibilitate de conectare în rețeaua electrică națională, și au doar două componente principale: *panourile fotovoltaice* și *inverterul*. Prima diferență majoră, față de instalația tip insulă, este ca panourile se înseriează, pentru a obține o tensiune mai mare la curenți electrici mai mici. Inverterul pentru sistemul on-grid este capabil să transforme curentul continuu în curent alternativ monofazat sau trifazat în mod direct, cu sau fără transformator. Puterea instalată în panouri fotovoltaice este bine să fie supradimensionată pentru a compensa pierderile cu variațiile de insolație și căldură. O instalație on-grid funcționează doar în timpul zilei. Sunt zile în care din cauza condițiilor meteo nefavorabile nu vor produce nici măcar 10% din totalul puterii instalate. Astfel putem să luăm în calcul orele de funcționare date de ANRE și INMH: 1250-1400 kWh/kWp pentru România. În urma calculelor, realizăm faptul că aproximativ 50-60% din totalul de energie electrică produsă de către panourile fotovoltaice într-un an putem să o folosim pentru autoconsum.

Astfel este simplu de calculat:

$7500\text{kWh (consumul imobilului într-un an)} * 50\% = 3750\text{ kWh}$

$3750\text{ kWh} / 1250\text{h} = 3\text{ kWp} \Rightarrow \text{puterea inverterului}$

$3\text{kWp} * 115\% \text{ (media pierderilor pe an)} = 3.45\text{ kWp} \Rightarrow \text{putere în panouri}$

Luând în calcul trendul de creștere al puterii consumatorilor casnici (pompe de căldură, plite pe inducție, aparate de aer condiționat, etc.), putem să stabilim de comun acord cu beneficiarul instalației o supradimensionare a întregii instalații.

În contextul legislației actuale, o astfel de instalație trebuie să fie agreată de Operatorul de Rețea și Distribuție din zonă, costurile de avizare pentru instalațiile fotovoltaice cu puteri între 1kWp și 99.9kWp fiind similare. Aceste informații trebuie expuse beneficiarului, deoarece rata de recuperare a investiției depinde și de puterea instalată. Durata de amortizare la o astfel de instalație se ridică la aproximativ 10 ani.

2.2.3 Instalațiile fotovoltaice hibride pentru autoconsum

Până în anul 2011, Germania a susținut într-un mod unic și pozitiv instalațiile de panouri fotovoltaice on-grid, cand termenul de avizare era de doar 4 zile pentru o instalație nouă. Boom-ul extraordinar de care avut parte atunci Germania a propulsat-o în topul celor mai susținătoare 3 țări din lume în domeniul energiei regenerabile. Efectele nu au fost doar pozitive, un efect negativ al acestei creșteri a fost că în 2012 Operatorul de Transport a avut probleme în echilibrarea întregii Rețele ElectroEnergetice Naționale, astfel că s-a luat măsura de a reduce subvențiile acordate pentru alimentare în rețea, și de a începe finanțarea proiectelor de stocare a energiei electrice. În 2 ani de zile s-au realizat peste 200 de lacuri de acumulare, însumand un total de 1400 de hectare. Stocarea în astfel de sisteme a redus eficiența sistemelor fotovoltaice de la 95% la 78%, iar Operatorul de Transport a putut oricând prelua energiile din aceste sisteme.

Sistemele hibride pentru autoconsum au devenit prioritatea tuturor fabricanților de invertoare, astfel au aparut diferite invertoare care reușesc deja să atingă un autoconsum de 92%. Sistemul hybrid combină avantajele celor două sisteme actuale: cel tip insulă și cel cu racordare la rețea.

Componentele întregului sistem sunt panourile, inverterul încărcător și bancul de acumulatori. La aceasta construcție se pot folosi deja acumulatori de ultimă generație pe tehnologia LiFePO4.

Sistemul este conectat la rețea, nu se poate folosi în sistem de tip insulă, însă are funcția de backup energetic în cazul unei căderi de tensiune în rețeaua națională.

3. SISTEMUL HYBRID PENTRU AUTOCONSUM

Sistemul hibrid pentru autoconsum transformă curentul continuu din panourile fotovoltaice în curent alternativ trifazat, și permite consumul energiei în interiorul imobilului. Printr-un contor încorporat, sistemul sesizează dacă se absoarbe un surplus de energie din rețea, și în caz de necesitate activează consumul din acumulatori. În cazul în care nu există suficientă energie de la acumulatori, atunci permite absorbția de energie din rețea. Dacă consumul imobilului este acoperit de către panouri și există surplus în panouri, atunci inverterul activează încărcarea acumulatorilor. Dacă sunt încărcăți acumulatorii și mai există surplus de energie, se poate opta pentru activarea managementul energetic, sau alimentarea în rețea. Managementul energetic este un surplus de autoconsum; în cazul în care acumulatorii sunt încărcăți și consumatorii sunt mici față de energia produsă de panouri. atunci se poate porni la nevoie un echipament (ex. un aparat de aer condiționat, mașina de spălat). Toate randamentele de autoconsum înregistrate de aceste tipuri de instalații s-au situat între 85-92%.

În contextul actual legislativ, inclusiv aceste instalații trebuie avizate pentru racordare, dar aici nu vom avea pierderile de la 50-60% autoconsum până la 85-92%. Amortizarea unui astfel de sistem se face în aproximativ 15-17 ani.

Durata de viață a acumulatorilor este stabilită la 8000 de cicluri de descărcare /încărcare, iar limita de protecție este la un minim de încărcare de 20%, bancul de acumulatori fiind upgradabil.

Metoda de dimensionare a unei astfel de instalații este relativ simplă.

Consumul imobilului: 5000kWh /an

Puterea inverterului: $5000\text{kWh} / 1250\text{h} = 4 \text{ kWp}$

Consumul de noapte: $5000\text{kWh} * 40\% = 2000\text{kWh} / 365 \text{ zile} = 5.2 \text{ kWh /zi}$

Bancul de acumulatori: $5.5\text{kWh} * 120\% = 6.5 \text{ kWh stocabil}$

Acest sistem îl prezintă un plus de avantaj în cazul penelor de curent ce pot să apară în rețea. În aceste cazuri inverterul decuplează rețeaua și începe să alimenteze din acumulatori și din panouri până la revenirea la normal a rețelei.

Datorită acestor sisteme fotovoltaice, se poate ajunge la un echilibru stabil în rețea, și totodată și la un autoconsum care să ne permită să realizăm câștiguri financiare din faptul că suntem conectați la rețea, și astfel costul energiei electrice nu să fie o povară lunară.

Aceste sisteme vor fi mult mai agreate de operatorii de rețea, decât cele care doar alimentează surplusul de energie în rețea.

4. PROBLEMELE OPERATORULUI DE TRANSPORT

Sistemul Energetic National a fost „moștenit” cu o putere de 20GWp cu un peak de 22GWp, în timp ce consumul de vârf nu atinge 7GWp. Deci Operatorul de Transport are obligația de a realiza echilibrarea între producție și consum.

Instalațiile de producere a energiei electrice din sursă regenerabilă sunt așa-numite sisteme instabile. Ele depind de condițiile meteo și anotimp. Cu toate acestea, chiar și aceste sisteme au dreptul la accesul în rețea, datorită acestui fapt ele nu pot fi oprite din funcționare fără o justificare din parte Operatorului de Rețea, sau nu pot fi pornite în caz de un necesar mai mare de energie electrică.

Exact cu aceste probleme s-au confruntat și acele țări care au investit sume uriașe în domeniul energiei regenerabile.

Pentru o eficiență cât mai mare, în primul rând invertoarele cuplate la rețea trebuie să fie trifazate, controlabile prin SmartGrid, și preferabil îndreptate spre autoconsum.

Noi avem obligația de a privi nu numai avantajele acestor sisteme, ci și dezavantajele, iar dacă avem un simț al datoriei dar și o tehnologie deja avansată cu care putem evita aceste probleme, atunci trebuie să realizăm instalații cu care venim în sprijinul Operatorului de Rețea.

BIBLIOGRAFIE

[1] Michael Debreczeni, *Solarize*, 2011.

[2] WikiPedia, *Photovoltaic-effect*, 2015

PROIECTAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE CU AJUTORUL PROGRAMELOR DE SIMULARE XSPIDER ȘI SEE ELECTRICAL

Alexandru Vasile ERDEI, anul IV, Ingineria Sistemelor Electroenergetice
Coordonator: Drd. ing. Mădălin CONECICI

Cuvinte cheie: Proiectarea instalațiilor electrice de JT, xSpider, SEE Electrical

Rezumat: *Lucrarea prezintă studiul teoretic și experimental al proiectării unei instalații electrice de joasă tensiune din Sistemul Electroenergetic, prin utilizarea diferitelor programe de simulare, precum sunt xSpider și SEE Electrical.*

1. INSTALAȚII ELECTRICE

Din punctul de vedere al locului unde se execută, instalațiile electrice se împart în:

1. Instalații interioare, care cuprind conductoarele cu toate elementele accesorii de montaj, întrerupere, protecție ce se montează în interiorul clădirilor de orice fel.

2. Instalațiile exterioare, la care elementele instalației sunt montate în afara clădirilor.

Instalațiile electrice pot servi numai pentru iluminat și se numesc instalații electrice de iluminat, sau pot servi pentru alimentarea diferitelor receptoare electrice de puteri mari, ca motoare și cupatoare electrice, aparate de sudat etc. și se numesc instalații electrice de forță.

Orice instalație electrică se execută după un proiect de execuție întocmit de proiectanții de specialitate.

Instalațiile electrice de iluminat sunt alimentate în special de la tablouri de distribuție separate de cele care alimentează instalațiile electrice de forță.

Una din cerințele principale pe care trebuie să le satisfacă o rețea este asigurarea, pe cât posibil, a continuității alimentării receptoarelor, astfel încât indisponibilitatea accidentală a rețelei să afecteze cât mai puțin (din punct de vedere tehnic, al consecințelor economice și al protecției) funcționarea acestora.

În raport cu condițiile privind continuitatea alimentării, receptoarele unui consumator se pot grupa în patru categorii, consecințele întreruperii alimentării cu energie electrică, pentru fiecare categorie constând în:

- Categoria 0 (receptoare „vitale”) – declanșarea de incendii sau explozii, distrugerea utilajelor, pericol pentru viața oamenilor;
- Categoria I – pagube economice importante, rebuturi, imposibilitatea de recuperare a producției nerealizate;
- Categoria II – nerealizări de producție recuperabile;
- Categoria III – consecințe nesemnificative.

Pentru fiecare categorie, se precizează pe de o parte, durata maximă a timpului de întrerupere a alimentării și, pe de altă parte, modalitățile de asigurare a unei rezerve de alimentare.

2. PROIECTAREA INSTALAȚIEI DE ALIMENTARE CU ENERGIE ELECTRICĂ ÎN XSPIDER

Pentru partea de proiectare a unui consumator de categoria 0 (receptor „vital”) am utilizat programul de simulare xSpider versiunea 2.12.6 (EN/INT) EATON GmbH.

Alimentarea consumatorilor vitali din sursele de rezervă, în cazul întreruperii accidentale a alimentării de bază, se face cu ajutorul unui echipament AAR. Acesta asigură continuitatea alimentării cu energie electrică a consumatorilor ce nu suportă goluri de tensiune cu o durată mai mare de 2÷3 secunde.

Soluția concretă de realizare a unui sistem automat pentru AAR la un spital, prezentată în acest articol, se bazează pe schema electrică monofilară adoptată pentru alimentarea cu energie electrică prezentată în figura 1.

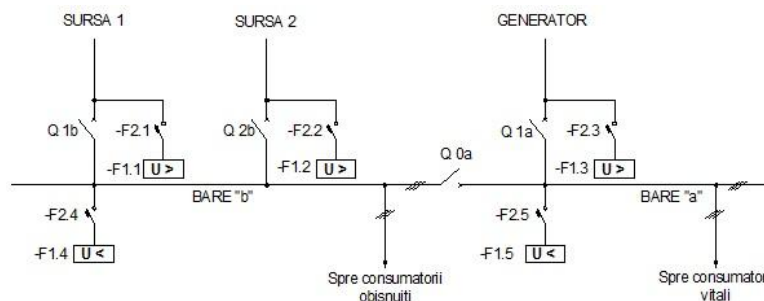


Fig.1. Schema monifilară de principiu pentru AAR în cazul unui spital.

În figura 2 se poate observa schema monofilară creată în xSpider pentru un consumator de categoria 0, cu două surse principale de alimentare și un generator auxiliar, cât și rezervă cu UPS în caz de avarie.

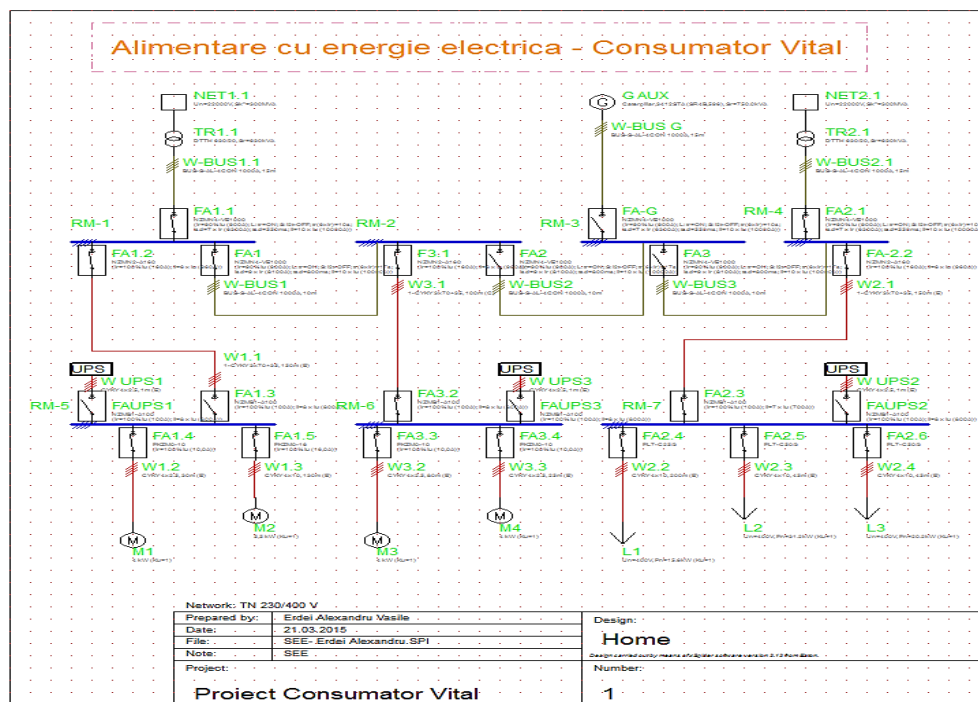


Fig.2. Schema monifilară de alimentare cu energie electrică.

După ce sistemul este finalizat se vor verifica conexiunile ansamblului, dacă toate sunt în regulă, mediul de simulare oferă posibilitatea efectuării unor calcule, figura 3, de asemenea oferă și posibilitatea salvării unor fișe cu valorile concrete asupra fiecărui element din sistem.

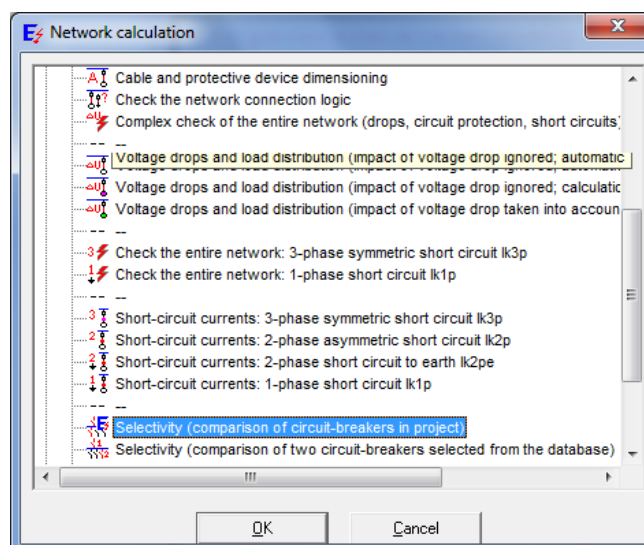


Fig.3. Verificările și calculele pentru sistem.

După ce s-a parcurs fiecare verificare pentru sistemul prezentat și toate corespund conform standardelor, se poate realiza și verificarea pentru caracteristica de declanșare pentru fiecare ramură de disjunctoare figura 4, astfel că disjunctoarele propuse trebuie să suporte timp nelimitat curentul de calcul al circuitului ($I_N > I_C$) și să se asigure protecția conductoarelor circuitului la supracurenți pentru a nu depăși limitele admise corespunzătoare conductoarelor de alimentare.

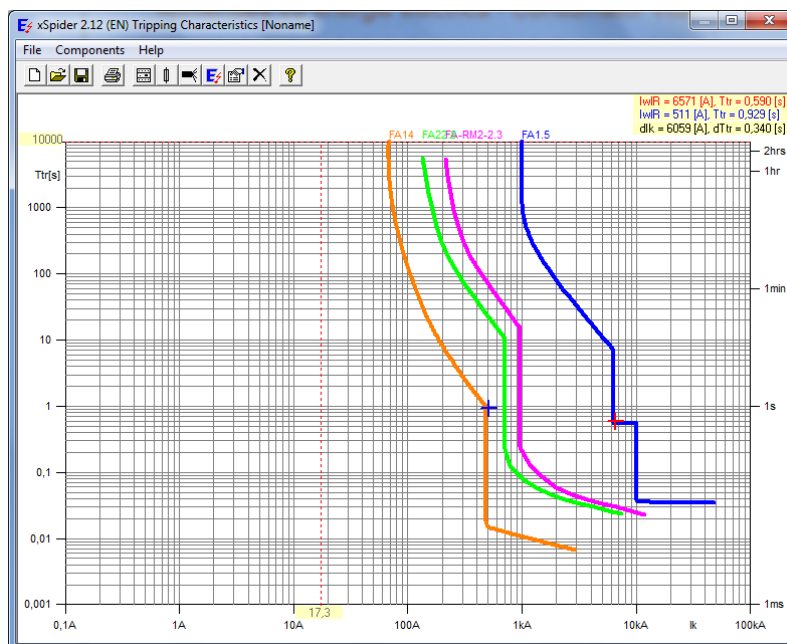


Fig.4. Caracteristicile de declanșare.

În continuare se poate urmări selectivitatea protecțiilor ce constă în deconectarea numai a elementului în care a apărut defectul obținându-se astfel o întrerupere a alimentării

unui număr minim de consumatori și astfel permite lichidarea defectului în condiții optime, întrucât celelalte instalații neavariate vor rămâne în funcționare, figura 5.

În cadrul rețelelor electrice de joasă tensiune, cazul disjunctoarelor consecutive este cel mai frecvent întâlnit. Pentru rezolvarea mai rapidă a problemei selectivității, fără a mai fi necesar studiul caracteristicilor de protecție timp-curent, se recomandă ca între curenții nominali a două siguranțe consecutive, eșalonarea să fie cel puțin din două în două trepte pe scara normalizată.

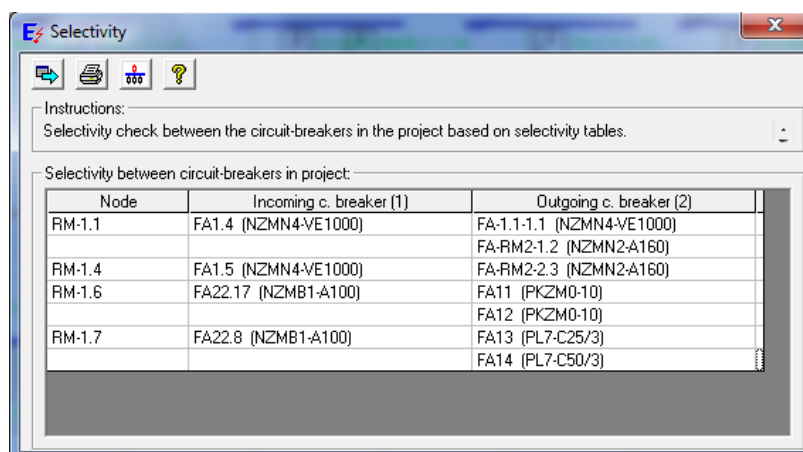


Fig.5. Selectivitatea protecțiilor.

După ce toate verificările au fost efectuate și toate calculele sunt în conformitate cu valorile admisibile pentru fiecare element, proiectul conceput în xSpider se poate imprima în document .xps ce conține valorile calculate și toate elementele componente din sistem.

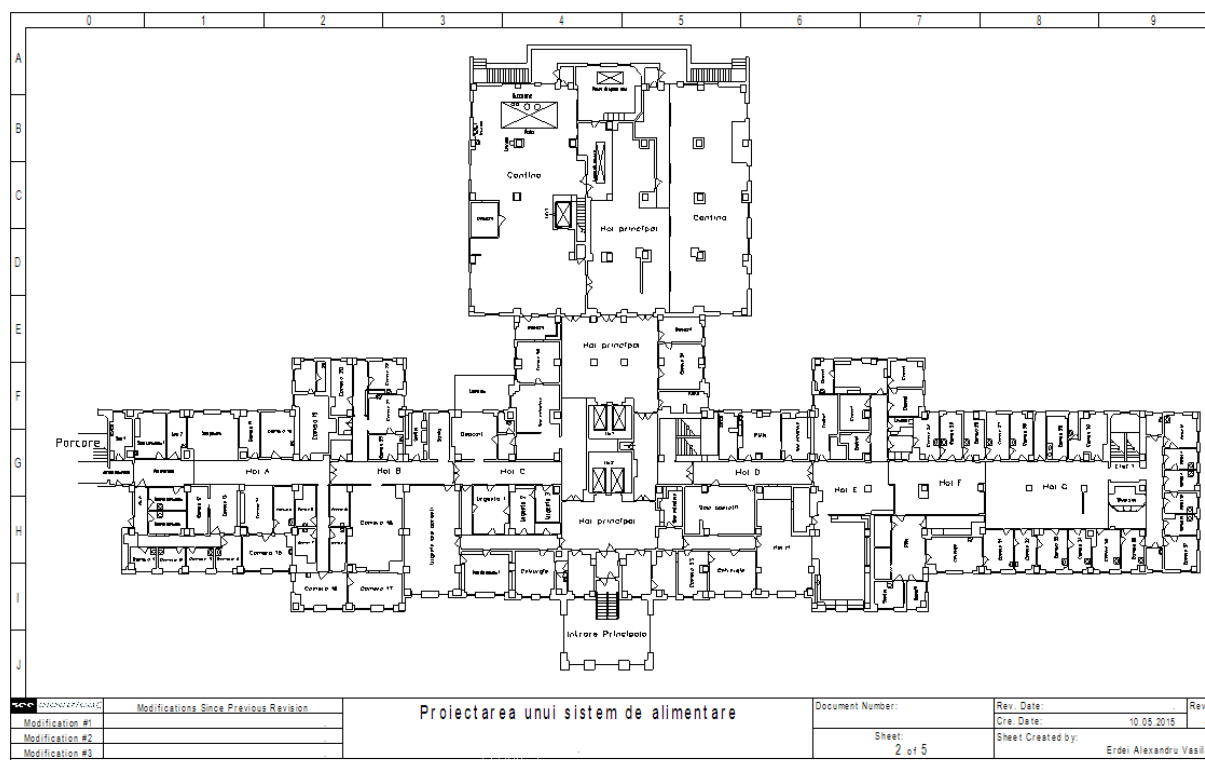


Fig.6. Clădirea spitalului alimentat de xSpider (realizat în SEE Electrical).

3. PROIECTAREA INSTALAȚIEI DE ALIMENTARE CU ENERGIE ELECTRICĂ ÎN SEE ELECTRICAL

Pentru a doua parte, o să prezint o instalație electrică pentru o parte dintr-o vilă rezidențială, unde am utilizat programul de simulare SEE Electrical versiunea Free V7R2.

În figura 7 se poate observa sistemul creat în SEE Electrical. Acest soft oferă posibilitatea de desenare a planului pentru orice clădire și de asemenea oferă posibilitatea de plasare a componentelor ce fac parte din instalația electrică (tablou de distribuție, circuit iluminat, circuite prize, etc.). Racordarea fiecărui element se poate face cu conductoare prestabilite din calcule sau prin alegere manuală, de asemenea oferă posibilitatea personalizării fiecărui circuit.

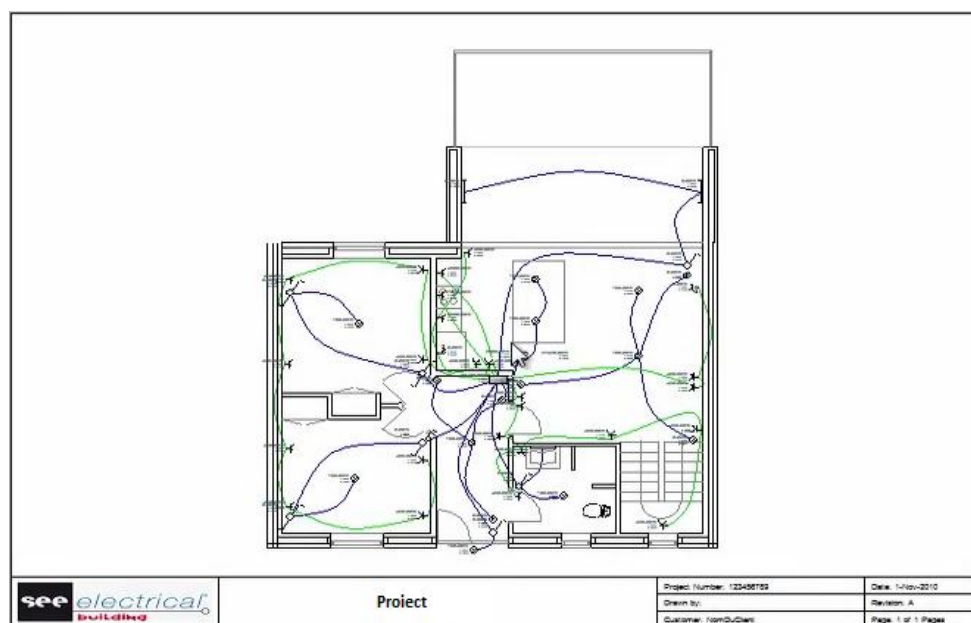


Fig.7. Planul camerelor în care se proiectează instalația electrică.

În continuare soft-ul dispune de posibilitatea de selectare a elementelor ce fac parte din tabloul de distribuție, figura 8, se oferă o gamă variată de disjunctoare, soft-ul având posibilitatea de adăugare în baza de date a elementelor noi.

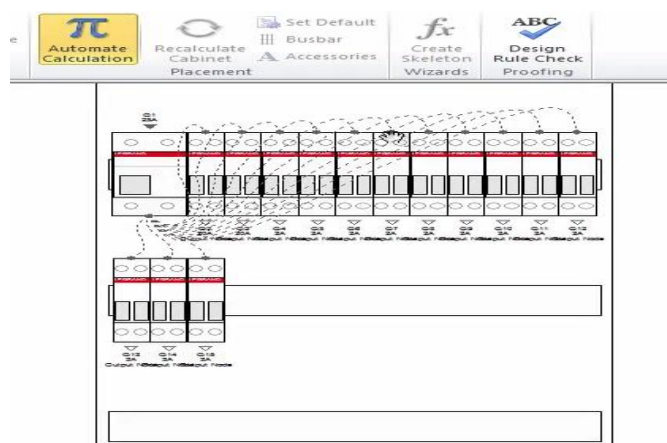


Fig.8. Tabloul de distribuție.

Se poate alege opțiunea de calcul automat ce oferă posibilitatea selectării elementelor optime din circuit prin afișarea echipamentelor electrice necesare pentru instalația proiectată, calculul făcându-se aproape instantaneu.

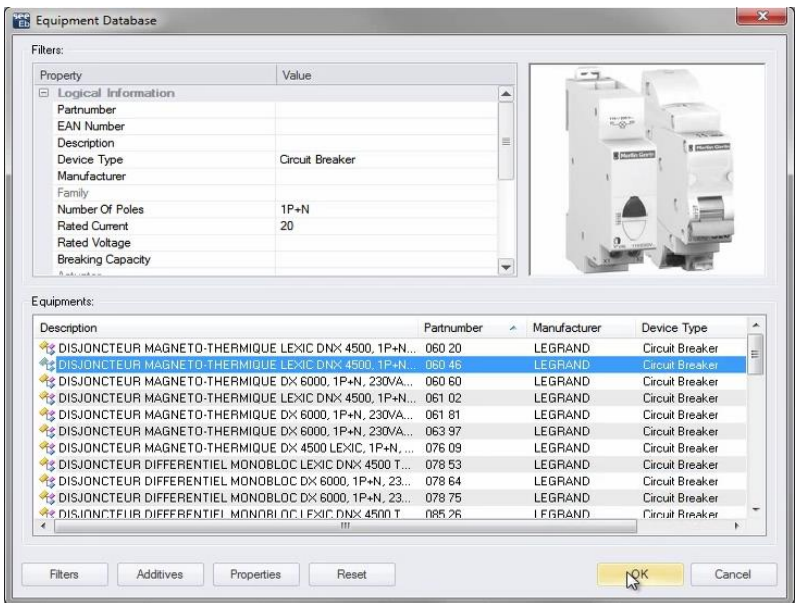


Fig.9. Baza de date cu echipamentele electrice.

După ce se aleg echipamentele, se va crea automat schema monofilară pentru instalația electrică, figura 10. Această schemă poate fi modificată după preferințele și necesitatea clientului.

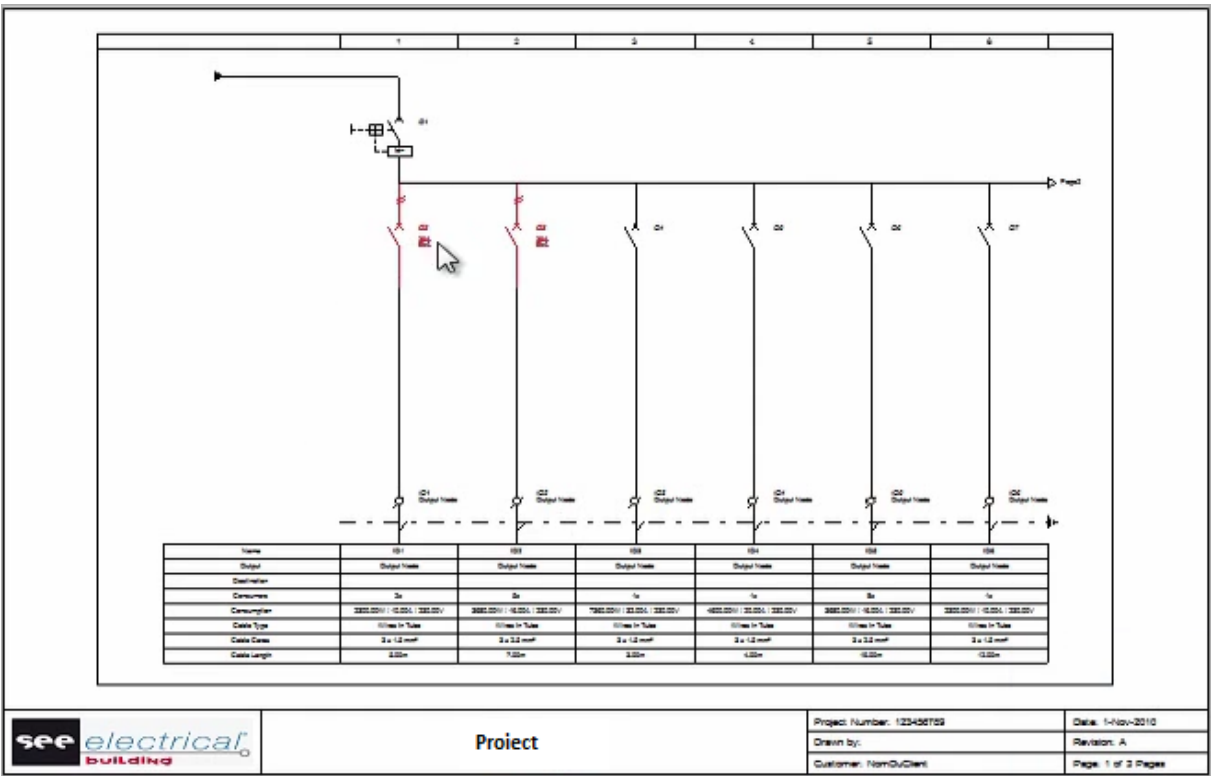


Fig.10. Schema monofilară a instalației electrice.

SEE Electrical oferă posibilitatea de vizionare 3D a circuitelor electrice create, se poate ajusta fiecare component din circuit pe zona de amplasare.

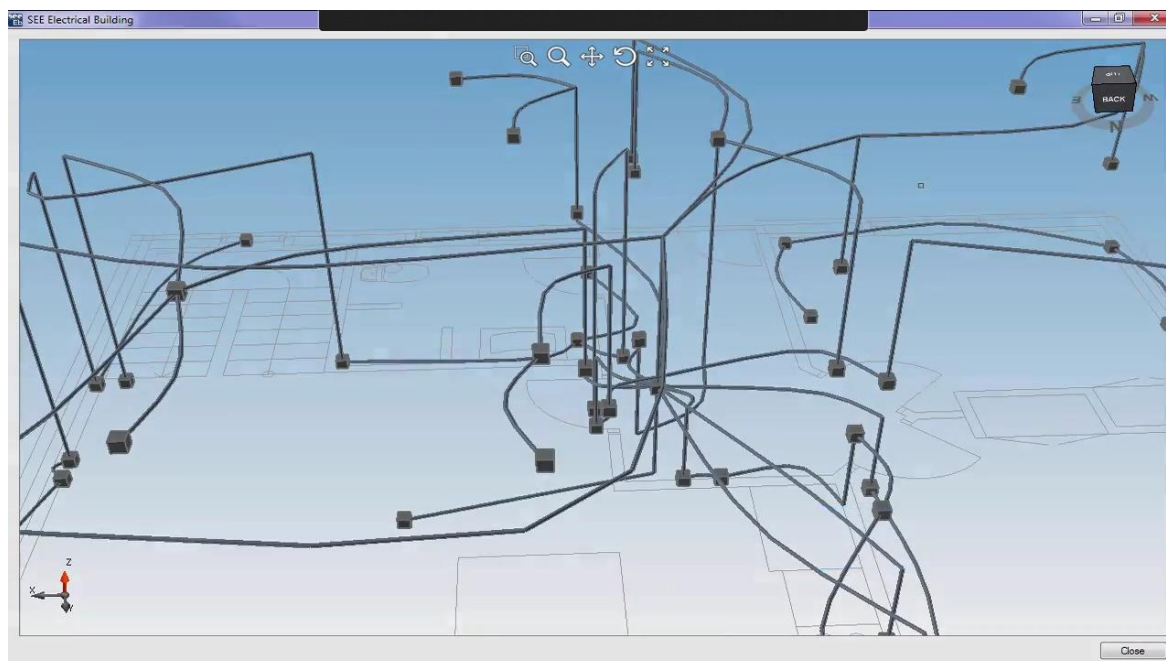


Fig.11. Vizualizare 3D a instalației electrice.

După ce proiectul este terminat se pot genera rapoartele. Aceste rapoarte se generează automat, ce scutesc proiectantul de munca de rutină și de multe ori presărată cu erori umane și oferă în schimb productivitate și timp pentru alte proiecte.

J54 =SUM(J27:J50)/100

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
26	Funcție (=)	Localizare (+)	Nume (-)	De la	La	Descriere	Tip	Lungime	Coefficient	LT
27			W7.1	TD	D6		2FY1.5	168.75	2	337.50
28			W7.10	D8	H6/C7/f		2FY1.5	255	2	510.00
29			W7.11	D11	D9		2FY1.5	100	2	200.00
30			W7.12	D9	C7/g		2FY1.5	82.5	2	165.00
31			W7.13	D9	H7/C7/g		2FY1.5	155	2	310.00
32			W7.14	D9	D10		2FY1.5	75	2	150.00
33			W7.15	D10	C7/h		2FY1.5	82.5	2	165.00
34			W7.16	D10	H8/C7/h		2FY1.5	267.5	2	535.00
35			W7.17	TD	D5		2FY1.5	225	2	450.00
36			W7.18	D5	C7/a,b		3FY1.5	88.75	3	266.25
37			W7.19	D5	H2/C7/b		2FY1.5	98.75	2	197.50
38			W7.2	D6	C7/c,d		3FY1.5	82.5	3	247.50
39			W7.20	D5	H1/C7/a		2FY1.5	230	2	460.00
40			W7.21	TD	D2		2FY1.5	232.26	2	464.52
41			W7.22	D2	C7/i		2FY1.5	95	2	190.00
42			W7.23	D2	H9/C7/i		2FY1.5	323.75	2	647.50
43			W7.3	D6	H3/C7/c		2FY1.5	98.75	2	197.50
44			W7.4	D6	H4/C7/d		2FY1.5	192.5	2	385.00
45			W7.5	D6	D7		2FY1.5	81.25	2	162.50
46			W7.6	D7	C7/e		2FY1.5	82.5	2	165.00
47			W7.7	D7	H5/C7/e		2FY1.5	273.75	2	547.50
48			W7.8	D11	D8		2FY1.5	75	2	150.00
49			W7.8	D7	D11		2FY1.5	306.25	2	612.50
50			W7.9	D8	C7/f		2FY1.5	82.5	2	165.00
51										
52								PVC13	Total (cm)	3754.76
53							Tub	PVC13	Total (m)	37.55
54							Conductor	FY1.5	Total (m)	76.81

Fig.12. Rapoarte generate automat și exportate în Microsoft Excel.

4. CONCLUZII

Alimentarea cu energie electrică a unei locuințe este o prestare de serviciu, care trebuie să se adapteze la exigențele economiei de piață (cerere și ofertă), de aceea un program de simulare este bine venit pentru a verifica mai multe variante și pentru a alege pe cea optimă tehnico-economic.

Programul de simulare electrică xSpider este complet gratuit și oferă posibilitatea rapidă de proiectare a unei instalații electrice de joasă tensiune, oferă și posibilitatea de generare a rapoartelor finale cu calculele aferente fiecărui echipament (echipamente Moeller).

SEE Electrical este un program de proiectare care necesită cumpărarea unei licențe de utilizare, versiunea gratuită oferă posibilități limitate pe perioada de 30 de zile, iar rapoartele oferite se generează doar pentru partea de conductoare.

SEE Electrical oferă proiectare într-un mediu mai prietenos, cu indicații specifice la fiecare pas, pentru a face procesul de proiectare mai rapid, cu posibilitatea de adăugare de echipamente în baza de date. De asemenea oferă atât creare de plan pentru clădiri/ locuințe având încorporat un modul AutoCAD, cât și vizionare 3D pentru instalația electrică realizată.

Consider că pentru un program de simulare xSpider deși este monoton și nu oferă posibilități asemănătoare cu SEE Electrical, este mult mai practic și nici nu necesită cumpărare de licență. Oferă simulări gratuite pe o perioadă nedeterminată și de asemenea realizarea rapoartelor tuturor componentelor instalației electrice.

BIBLIOGRAFIE

- [1] **CADdy⁺⁺ / SEE Electrical**, *Manual utilizare CADdy⁺⁺ / SEE Electrical. Planuri instalații electrice*, Versiunea 2005, Ediția 15.11.2005.
- [2] **Popescu, L.**, *Echipamente electrice, vol. II*, Editura Alma Mater, Sibiu, 2008.
- [3] **Dan Călin Peter**, *Instalații de distribuție a energiei electrice*, Editura Mediamira, 265 pagini, Cluj-Napoca, 2000.
- [4] **E.Pietrăreanu.**, *Agenda electricianului*, Ediția a IV-a revăzută și completată, Editura Tehnică, București, 1986.
- [5] *** <http://xspider.moeller.net/>.
- [6] **Dan Călin Peter, Radu-Adrian Tîrnovan**, *Transportul și distribuția energiei electrice*, Editura U.T. PRESS, Cluj-Napoca, 2014.
- [7] **M.Duminicatu și alții.**, *Proiectarea instalațiilor de joasă tensiune*, Editura Tehnică, București, 1975.
- [8] **D.Comșa și alții**, *Proiectarea instalațiilor electrice industriale*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1958.
- [9] **Rodica Dromereschi, Victor Gavril, Luigi Ionescu**, *Instalații electrice*, 288 pagini, Editura MAST, București, 2007.
- [10] **Josef Kunc**, *Instalații electrice pas cu pas*, 96 pagini, Editura Casa, Oradea, 2010.
- [11] **Niculae Mira, Cornel Bianchi, și alții**, *Manual de instalații. Instalații electrice și de automatizare*, Editura ARTECNO, București, 2002.
- [12] **ABB SACE**, *Electrical installation handbook. Protection, control and electrical devices*, Technical guide, 6th edition, Italy, 2010.
- [13] **Schneider Electric**, *Electrical Installation Guide*, Electrical Engineering Portal, Technical collection, 2015.
- [14] **EATON Corporation**, *Fundamentals Of Electrical Distribution*, 2015.

STUDIUL PRIN MEF A CONDENSATORULUI PLAN CU DIELECTRIC LINIAR, IZOTROP ȘI OMOGEN

Bartiș Mădălin-Alexandru, anul IV, Electromecanică

Coordonator: Prof. dr. ing. Liviu Neamț

Cuvinte cheie: Metoda Elementului Finit, FEMM, Condensator, Capacitate, Discretizare,

Rezumat: În lucrarea de față se prezintă analiza prin MEF a condensatorului plan cu dielectric silicon (liniar, izotrop și omogen) care permite rezolvarea unor problemelor ce apar în studiul acestora și stabilirea unui model general ce poate fi aplicat condensatoarelor plane cu diferite dielectrice cum ar fi cauciuc sau mică. Prin acest studiu se obțin niște valori care se vor putea raporta în studiile ce urmează asupra condensatoarelor plane cu dielectric neomogen.

1. INTRODUCERE

Pentru a studia condensatorul, am folosit softul FEMM 4.2, prin urmare problema tridimensională va fi transpusă într-una plan paralelă.

Configurațiile de studiu includ condensatorul plan având dielectricul liniar, izotrop, omogen cu permeabilitatea relativă ϵ , armăturile sale au forma pătrată, latura fiind egală cu 16 mm. Iar distanța dintre cele două armături a fost aleasă de 4 mm. O armătura s-a alimentat cu +4KV, iar celalaltă cu -4KV, astfel diferența de potențial calculată este egală cu 8KV. Dielectricul folosit pentru prima configurație este siliconul ($\epsilon_r=12$).

În prima fază se dorește aflarea distanței dintre armătura și laturile paralelipipedului ce realizează trunchierea domeniului, pe care apoi vom defini condițiile de frontieră de tip Neumann.

În electricitate și electromagnetism capacitatea electrică este o mărime scalară care exprimă proprietatea corpurilor conductoare de a înmagazina și păstra sarcini electrice. Capacitatea este numeric egală cu sarcina electrică ce produce o variație unitară a potențialului electric al unui conductor izolat.

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \quad (1)$$

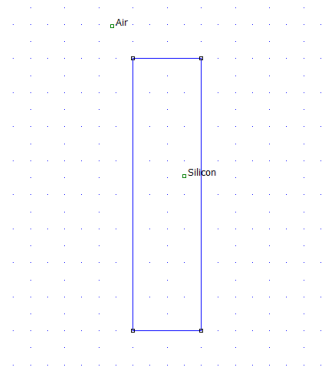


Figura 1. Configurația condensatorului plan-paralel

2.DIMENSIONAREA PARALELIPEDULUI CE REALIZEAZĂ TRUNCHIEREA DOMENIULUI

Dimensiunea paralelipipedului ce realizează trunchierea domeniului, trebuie aleasă astfel încât condiția de frontieră să nu fie afectată de erori semnificative, iar domeniul studiat să nu fie prea vast, ceea ce ar impune un număr foarte mare de elemente. Practic acest lucru înseamnă determinarea distanței d (vezi fig. 2) dincolo de care variația sarcinii este neglijabilă.

În prima fază considerăm paralelipipedul care realizează trunchierea domeniului situat la 0,5 mm de orice punct al condensatorului deci $d_1=0,5$ mm(fig 2), iar programul FEMM în care realizăm acest studiu ne furnizează valoarea sarcinii în acest punct (fig 3)

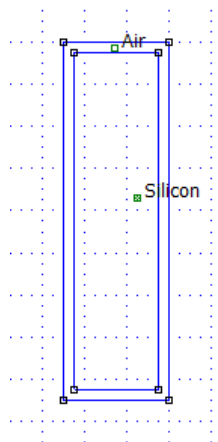


Figura 2. Paralelipipedul realizează trunchierea domeniului situat la 0,5 mm de orice punct al condensatorului ($d_1=0,5$ mm)

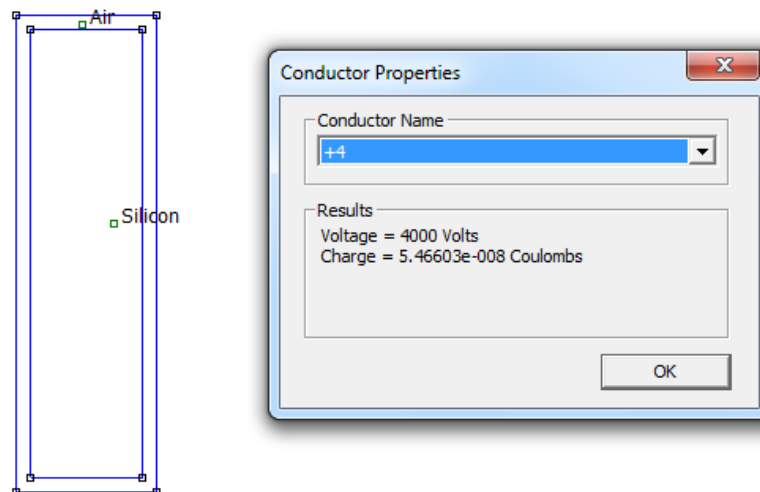


Figura 3. Sarcina pentru distanța ($d_1=0,5$ mm)

După ce am obținut sarcina am calculat capacitatea astfel

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{5,46603 \cdot 10^{-8}}{8 \cdot 10^3} = 0,683253 \cdot 10^{-11} = 6,832553 \cdot 10^{-12} = 6,832536 \text{ pF} \quad (2)$$

În fazele următoare mărim succesiv laturile paralelipedului cu 0,5 mm. Pentru fiecare nouă dimensiune a paralelipedului determinăm sarcina electrică și calculăm capacitatea până vom ajunge la o dimensiune dincolo de care variația sarcinii electrice devine neglijabilă. Pentru a vizualiza corect modul în care variaza capacitatea electrică odata cu modificarea distanței d , vom calcula procentul cu care crește capacitatea condensatorului pentru fiecare noua distanță d .

Datele obținute în fazele anterioare sunt centralizate în tabelul următor, iar variația sarcinii electrice și a capacității în funcție de distanța d este redată în graficul următor.

Tabel 1. Distanțele cu sarcinile și capacitățile aferente

d	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
Q [C]	5,46603	5,48719	5,50378	5,51682	5,52711	5,53561	5,54257
ΔQ [%]		0,387118	0,302341	0,236928	0,18652	0,153787	0,125731
C [pF]	6,832538	6,858988	6,879725	6,896025	6,908888	6,919513	6,928213
ΔC [%]		0,387118	0,302341	0,236928	0,18652	0,153787	0,125731

d	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
Q [C]	5,54848	5,55363	5,557976	5,56216	5,56539	5,56877	5,57158
ΔQ [%]	0,010663	0,092818	0,078255	0,075279	0,058071	0,060732	0,05046
C [pF]	6,9356	6,942038	6,94747	6,9527	6,956738	6,960963	6,964475
ΔC [%]	0,010663	0,092818	0,078255	0,075279	0,058071	0,060732	0,05046

d	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5
Q [C]	5,57418	5,57644	5,5786	5,58053	5,5823	5,5838	5,58525
ΔQ [%]	0,046665	0,040544	0,038734	0,034596	0,031717	0,026871	0,025968
C [pF]	6,967725	6,97055	6,97325	6,975663	6,977875	6,97975	6,981563
ΔC [%]	0,046665	0,040544	0,038734	0,034596	0,031717	0,026871	0,025968

d	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14
Q [C]	5,5866	5,58864	5,58987	5,59103	5,5921	5,59316	5,59408
ΔQ [%]	0,024171	0,036516	0,022009	0,020752	0,019138	0,018955	0,016449
C [pF]	6,98325	6,9858	6,987338	6,988788	6,990125	6,99145	6,9926
ΔC [%]	0,024171	0,036516	0,022009	0,020752	0,019138	0,018955	0,016449

d	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18
Q [C]	5,59574	5,59661	5,59731	5,59839	5,59907	5,59918	5,60009
ΔQ [%]	0,013762	0,015548	0,012508	0,019295	0,012146	0,001965	0,016252
C [pF]	6,994675	6,995763	6,996638	6,997988	6,998838	6,998975	7,000113
ΔC [%]	0,013762	0,015548	0,012508	0,019295	0,012146	0,001965	0,016252

d	18,5	19	19,5	20	20,5	21	22
Q [C]	5,60047	5,60106	5,6016	5,60176	5,60247	5,60276	5,60323
ΔQ [%]	0,006786	0,010535	0,009641	0,002856	0,012675	0,005176	0,008389
C [pF]	7,000588	7,001325	7,002	7,0022	7,003088	7,00345	7,004038
ΔC [%]	0,006786	0,010535	0,009641	0,002856	0,012675	0,005176	0,008389

Datele obținute în fazele anterioare sunt centralizate în tabelul de mai sus, iar variația sarcinii electrice în funcție de distanța d este redată în graficul următor (figura 4).

Având în vedere faptul că sarcina electrică și capacitatea electrică sunt mărimi direct proporționale, se poate observa în tabelul de mai sus că variația procentuală a celor două mărimi electrice (procentul cu care se modifica ce le două marimi la creșterea distanței d) este identică pentru același domeniu definit de distanța d .

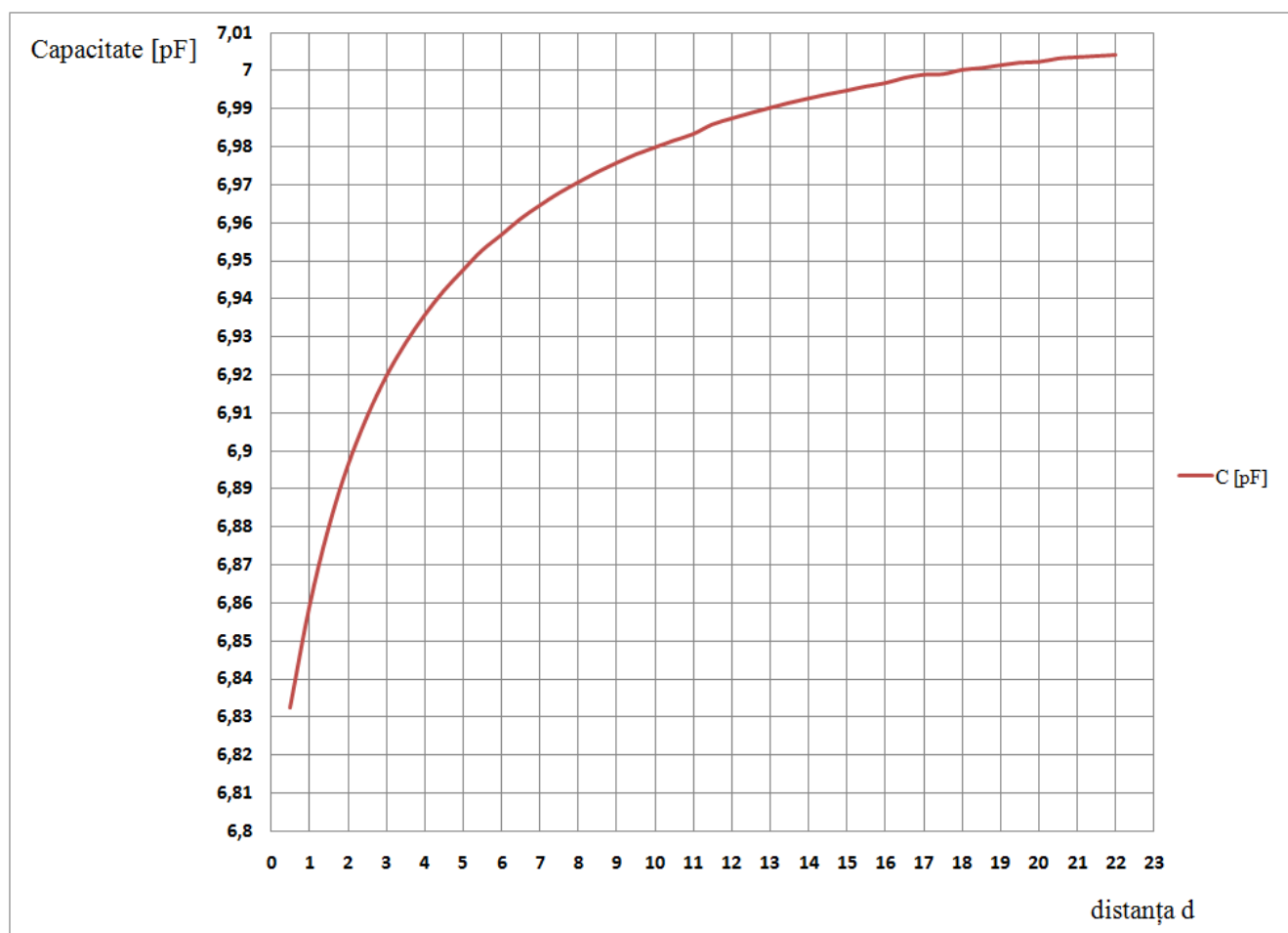


Figura 4. Capacitățile în funcție de distanță

Dacă luăm în considerare mărimea cu care variază capacitatea electrică pentru fiecare dimensiune, observăm că începând cu $d=20$ mm variația capacității electrice este mai mică de 0,02 %, de aici rezultă că paralelipipedul ce realizează trunchierea domeniului studiat este situat la 20 mm de orice punct al condensatorului.

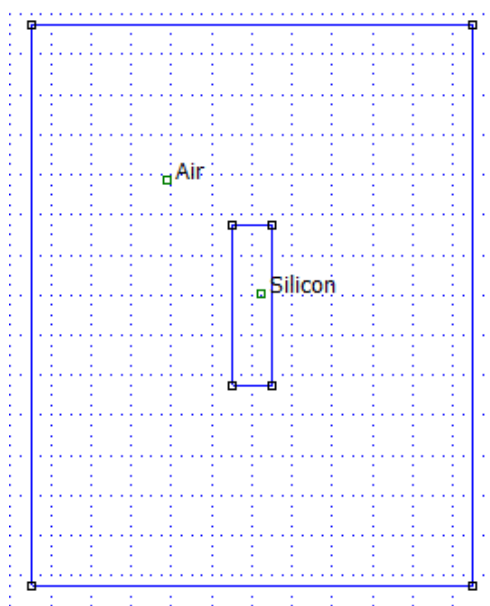


Figura 5. Configuratia plan-paralela analizata având material dielectric siliconul

3.DISCRETIZAREA DOMENIULUI

Discretizarea oferită de program nu este satisfăcătoare, figura 6, care cuprinde 4524 de noduri și 7368 de elemente.

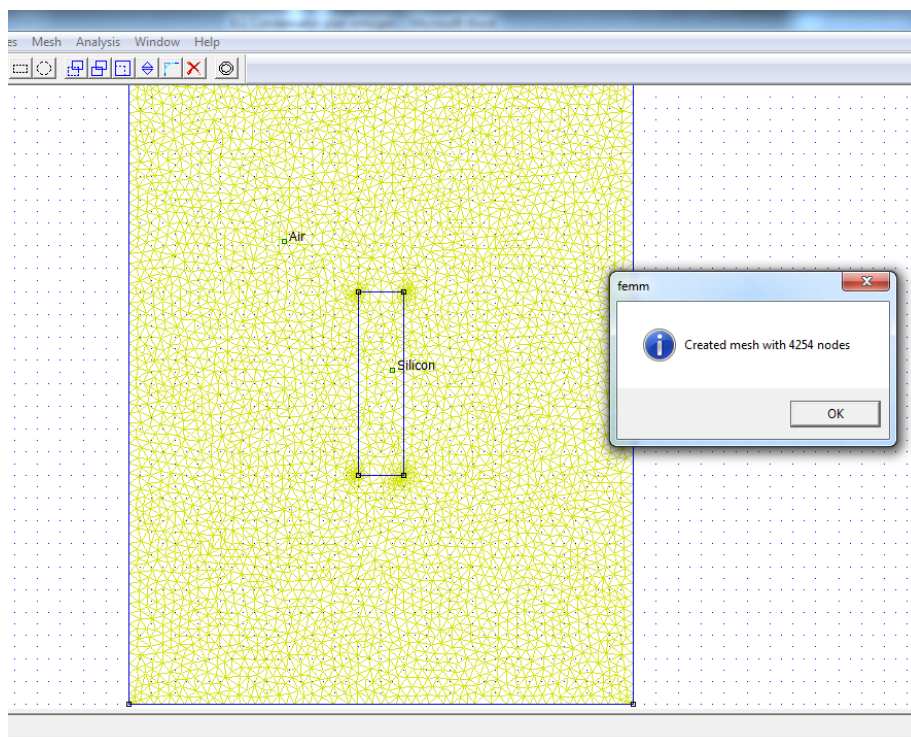


Figura 6. Discretizarea oferită de softul FEMM

Astfel am decis să rafinez rețeaua prin îndesirea pronunțată în dielectricul condensatorului, setând numărul elementelor și anume, mesh size-ul siliconului pe rând de la

0,09 la 0,02, tabelul 2 și am exemplificat în figura 7 și figura 8, variația numărului de noduri în timpul de procesare a problemei respectiv capacitățile în funcție de noduri.

Tabelul 2 Discretizarea domeniului

Mesh size	10	5	3	1	0	0,09	0,08
Nr.noduri	4524	4524	4524	4524	4524	14091	16679
Nr.elemente	8236	8236	8236	8236	8236	27910	33086
Q [C]	5,60176	5,60176	5,60176	5,60176	5,60176	5,60047	5,60015
C [pF]	7,0022	7,0022	7,0022	7,0022	7,0022	7,000588	7,000188
Timp de lucru	2	2	2	2	2	7	8

Mesh size	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Nr.noduri	19925	24621	32767	50181	81436	177532	674361
Nr.elemente	39578	48970	65262	100090	162600	354792	1348450
Q [C]	5,60013	5,60012	5,60008	5,59968	5,59945	5,59939	5,59939
C [pF]	7,000163	7,00015	7,0001	6,9996	6,999313	6,999238	6,999238
Timp de lucru	9	11	14	19	24	32	72

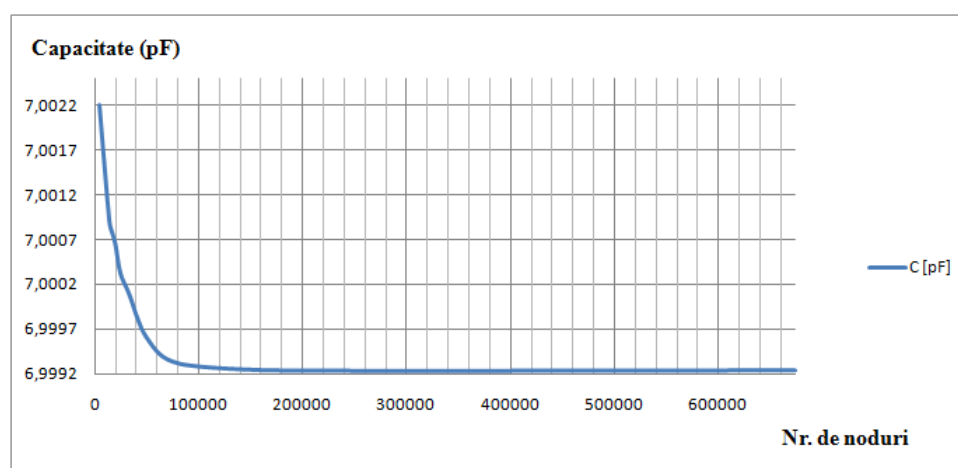


Figura 7. Capacitățile în funcție de noduri

Este interesant de menționat faptul că avantajul împărțirii într-un număr mare de elemente mici este acela că problema este rezolvată de la un număr redus de ecuații greu de rezolvat, la un număr mare de ecuații simple de rezolvat. În timpul procesului de discretizare, se generează o problemă de algebră liniară cu posibil mii de necunoscute. Cu toate acestea, există algoritmi de rezolvare a sistemului de ecuații într-un timp relativ scurt. FEMM, în mod special, discretizează problema în elemente triunghiulare. Pe fiecare element, soluția este aproximată printr-o interpolare liniară a valorii potențialului din centrul de greutate al fiecărui triunghi. Problema de algebră liniară este formulată prin minimizarea erorii dintre ecuația diferențială exactă și ecuația diferențială aproximativă scrisă în termenii de funcții liniare.

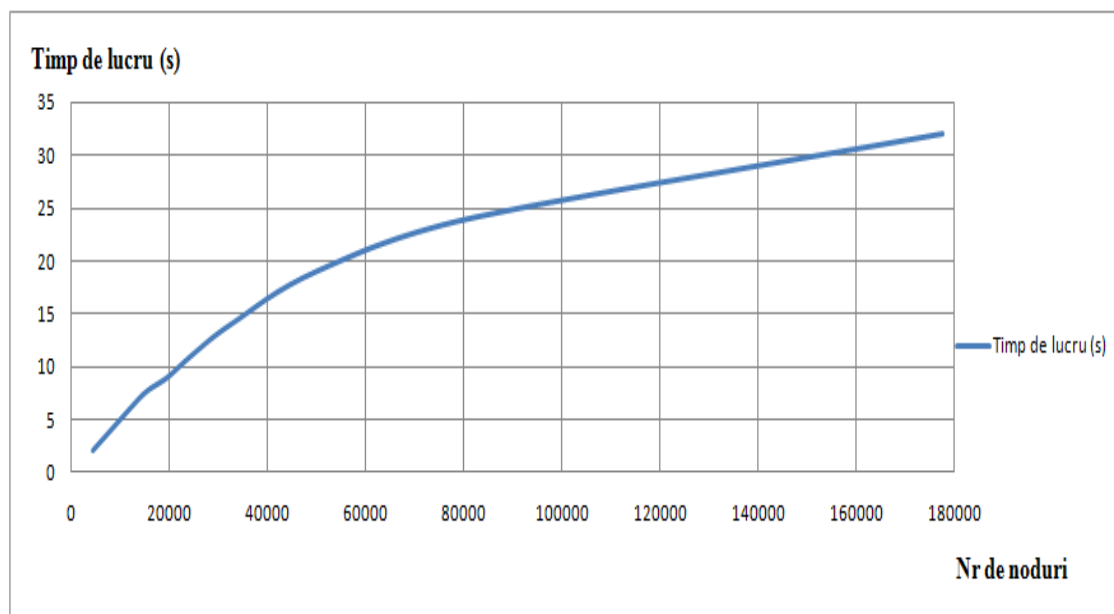


Figura 8. Variatia numarului de noduri in timpul procesarii

Discretizarea rafinată, figura 9., cuprinde 32767 de noduri și 65262 de elemente.

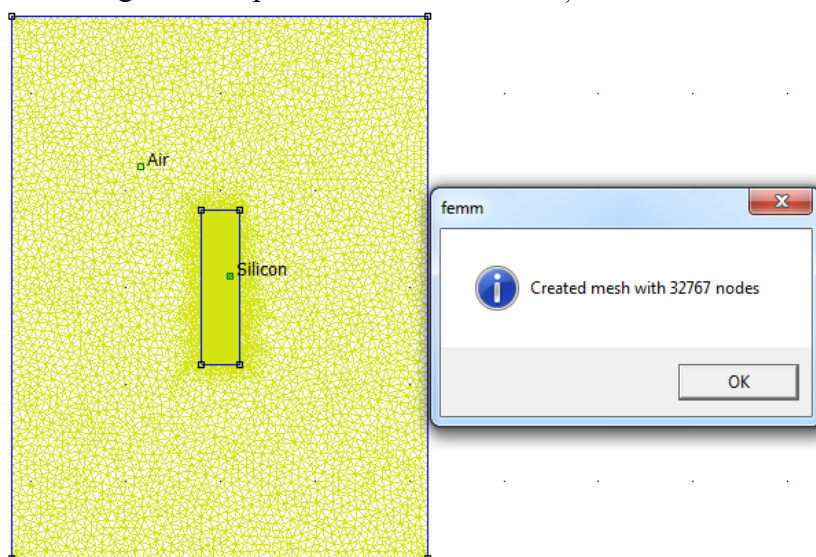


Figura 9. Discretizarea rafinată

4.LINIILE ECHIPOTENȚIALE ȘI DISTRIBUȚIA INTENSITĂȚII CÂMPULUI ELECTRIC ÎNTRE ARMĂTURI

Este cunoscut faptul că în jurul unei surse de câmp electric există puncte cu aceeași valoare a potențialului. Astfel locul geometric al tuturor punctelor care au același potențial electric se numește suprafața echipotențială. Complexă fiind, analiza prin MEF, pune la dispoziție valorile potențialului electric în orice punct al domeniului, figura 10. Pe baza acestora se poate reprezenta aspectul liniilor echipotențiale.

Tot soluțiile de potențial permit calculul intensității câmpului electric și al inducției electrice.

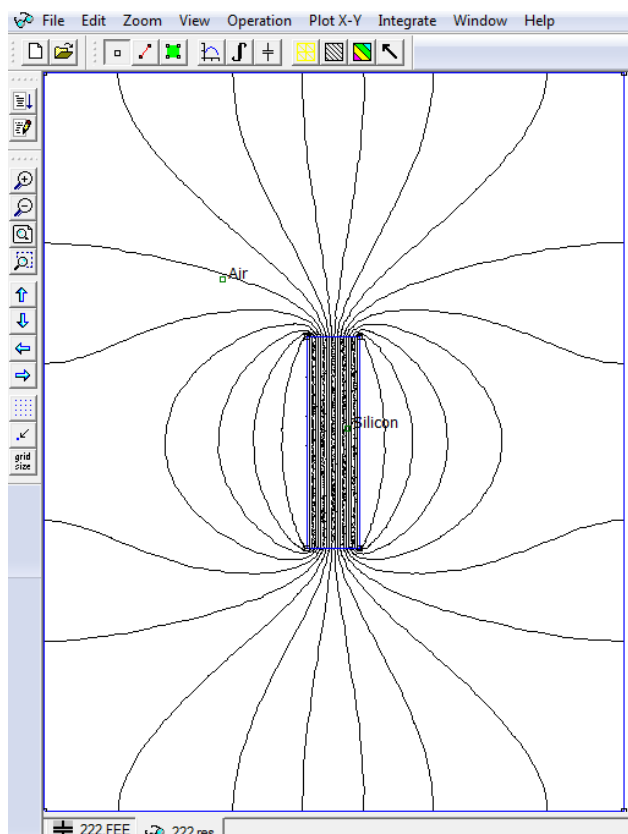


Figura 10. Liniile echipotențiale pentru dielectric, silicon

Femm 4.2 permite crearea unei hărți de distribuție a intensității câmpului electric, figura 11.

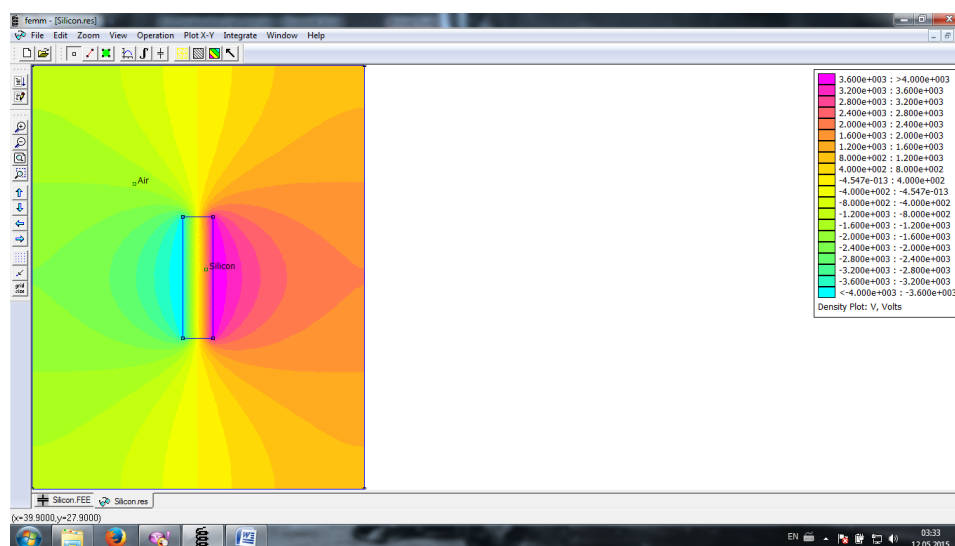


Figura 11. Distribuția intensității câmpului electric în cazul siliconului ca material dielectric între armături

În vizualizarea influenței efectului de margine la condensatorul plan este utilă pe lângă aspectul liniilor echipotențiale, distribuția modului intensității electrice într-o secțiune centrală între armături, paralelă cu acestea, figura 13. Este de menționat că acest lucru se face cu ajutorul trasării unui contur de integrare între armăturile condensatorului, figura 12.

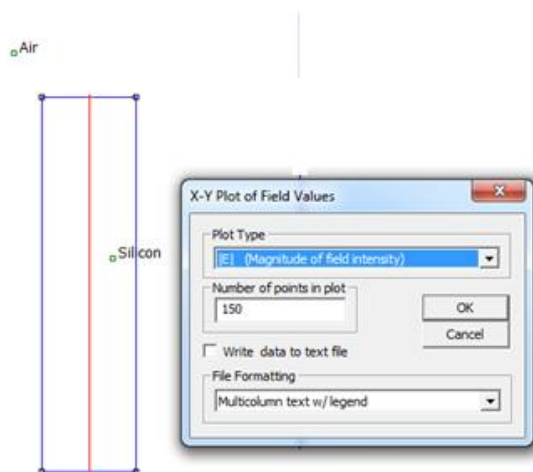


Figura 12. Trasarea conturului de integrare între armăturile condensatorului

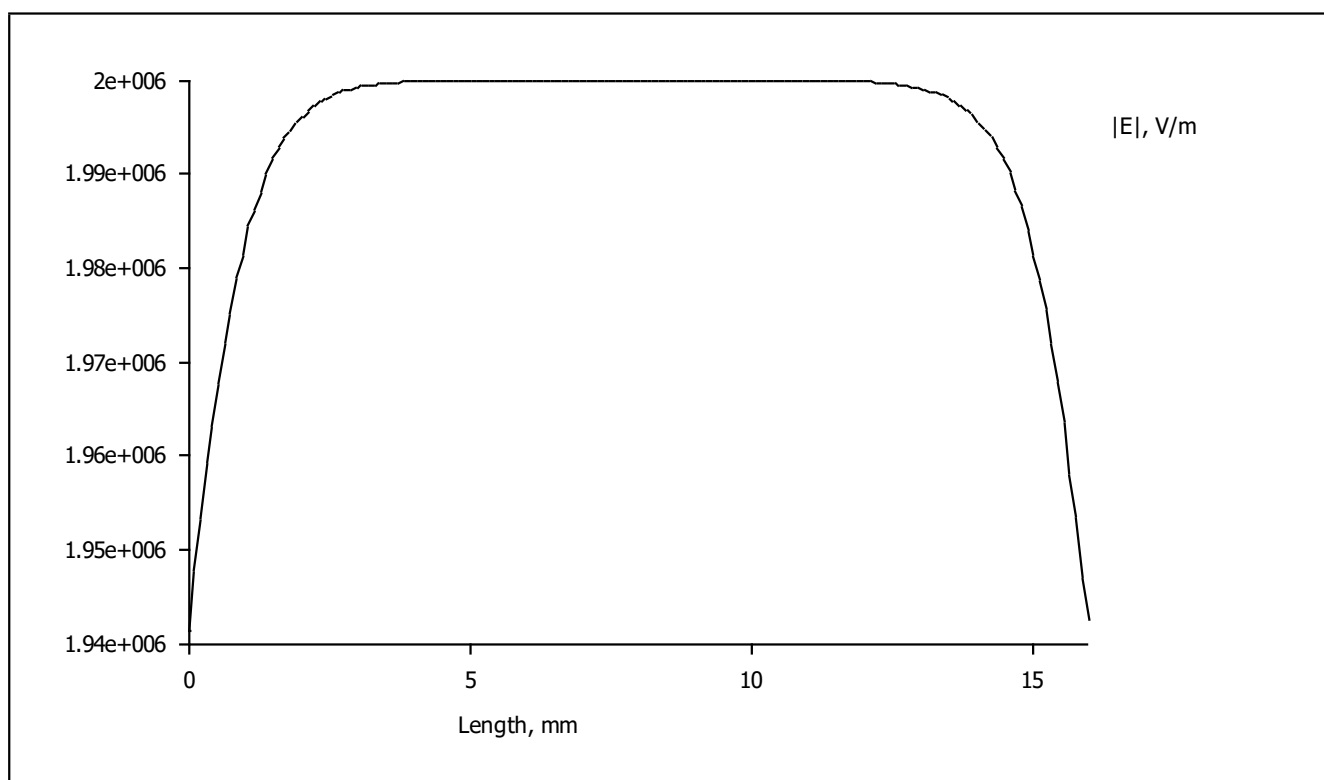


Figura 13. Distribuția modului intensității electrice într-o secțiune centrală între armături

La figura 13, distribuția modului intensității electrice într-o secțiune centrală între armături se observă scăderea valorii acestei mărimi înspre apropierea de marginile condensatorului, scădere ce devine tot mai accentuată odată cu scăderea permitivității relative a dielectricului.

Astfel valorile pe suprafața de separație silicon-aer evoluează de la valori de 19,4 kV/cm

5. CONCLUZII

Analizele prin MEF ale condensatoarelor plane cu dielectric liniar, izotrop și omogen au fost cerute, de necesitatea stabilirii unor valori optime ale mărimilor ce influențiază analiza MEF

(număr și densitate elemente pe anumite subdomenii, setări de materiale, condiții de frontieră etc.) și de oferirea valorilor unor mărimi ce să permită raportarea acestora în studiile ce urmează asupra dielectricilor neomogeni. Nu în ultimul rând studiul condensatoarelor plane este absolut necesar în cercetarea senzorilor capacitivi.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Liviu Neamț, Alina Neamț, Metoda elementului finit în electrotehnică, Ed. Universității de Nord, Baia Mare, 2012
- [2] Julius Strnad, Electronică tehnică, Ed. Tehnica, București, 1959
- [3] Ion S. Antoniu, Chestiuni speciale de electrotehnică, Ed. Academiei Republicii populare române, 1982
- [4] ro.wikipedia.org/wiki/ecuațiile_lui_maxwell

INHIBAREA GERMINĂRII ȘI DEZVOLTĂRII TRITICALELOR ÎN PREZENȚA UNUI COMPUS TOXIC

Anamaria MARC, Levente SZABO, Anul III Ingineria și Protecția Mediului în Industrie
Coordonator: Ș.l. dr.ing. Valeria Mirela BREZOCZKI

Cuvinte cheie: semințe de triticale, substanță toxică, proces de inhibare

Rezumat: *Lucrarea de față își propune să prezinte efectul de inhibare a creșterii și dezvoltării triticalelor supuse unui mediu toxic (ioni de cupru), efect determinat pe baza testelor de germinare realizate în laborator, precum și a observațiilor și a măsurărilor multiple realizate. În studiile de specialitate există o bază restrânsă de date care să exemplifice comportamentul triticalelor în prezența diferiților ioni toxici, în principal ionii de metale grele (Cu, Pb, Zn, Cd), care au condus spre posibilitatea utilizării aceste plante hibride în reabilitarea terenurilor poluate cu metale grele. Testările propuse și realizate în laborator au evidențiat o legătură de interdependență între concentrația de toxic și accentuarea procesului de inhibare atât la germinare cât și la dezvoltarea plantelor de triticale. Un alt aspect important observat este dat de faptul că rădăcinile triticalelor sunt mai sensibile la prezența toxicului (sulfatul de cupru) comparativ cu tulpinile acestora, de unde și confirmarea procesului de absorbție a cuprului ionic din sol și apă, cu precădere în rădăcinile plantelor, prin absorbție radiculară*

1. INTRODUCERE

Testele de germinare și de creștere a plantelor de triticale în laborator prin expunerea acestora la cinci concentrații în serie de toxic au scopul de a determina intervalul de concentrații de toxic la care efectul de inhibare a creșterii și dezvoltării este cuprins între 0 - 90% (Oros V., 2011).

Triticalele sunt graminee (fig.1) obținute artificial prin hibridizarea grâului și a secarei, iar hibridul obținut prezintă o producție ridicată de boabe și de masă. Culturile de triticale nu necesită ierbicidare, au rezistență crescută la temperaturi scăzute, rezistență genetică la un spectru larg de boli comune și prezintă toleranță crescută la ionii de aluminiu din solurile acide.



Fig 1. Semințe de triticale*

Sursa: * Album personal, 2015

Utilizarea triticalelor este multiplă, astfel ele pot fi utilizate: în alimentația umană, ca furaje pentru animale, în producerea de malț pentru fabricarea berii, în industria spiritului. (<http://agrointel.ro/29926/cultivarea-triticalelor-pret-tehnologii-de-cultura/>).

2. TESTELE DE INHIBARE DESFĂȘURATE ÎN LABORATOR

În realizarea testelor de laborator privind inhibarea germinării semințelor de triticale și a creșterii și dezvoltării plantelor de triticale, s-a utilizat ca mediu toxic soluția de sulfat de cupru, reactiv chimic pur ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Din soluția inițială (soluția mamă) cu o concentrație de 2000 mg Cu/L, s-au preparat prin diluție cu apă de la robinet, cinci variante experimentale concentrații diferite și o variantă martor, realizată cu apă de la robinet. Astfel, am utilizat următoarele soluții experimentale:

- $C_0(M) = 0$ mg Cu/L;
- $C_1 = 2$ mg Cu/L;
- $C_2 = 4$ mg Cu/L;
- $C_3 = 8$ mg Cu/L;
- $C_4 = 16$ mg Cu/L;
- $C_5 = 32$ mg Cu/L;
- $C_6 = 64$ mg Cu/L.

Pentru fiecare variantă de lucru au fost realizate două replici, notate A și B, iar în fiecare replică s-au adăugat câte 5 boabe de triticale.

Perioadele de expunere au fost de 3 zile și respectiv 7 zile, după fiecare durată de expunere s-au realizat măsurători pentru rădăcini și tulpini și au fost notate o serie de observațiile particulare fiecărei probe.

2.1. Materiale necesare

Materialele utilizate și aparatura de laborator necesare testărilor, au cuprins următoarele componente:

- ✓ Sulfat de cupru ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), reactiv pentahidrat;
- ✓ Materialul de studiu–semințe de triticale din cultura anului anterior realizării testelor;
- ✓ Cutii Petri de sticlă, curățate și sterilizate;
- ✓ Balanță analitică;
- ✓ Pahare curate de plastic și site suport pentru semințele germinate;
- ✓ Sticlărie și vase de laborator (cilindrii gradați de 500 cm^3 , pahare Erlenmeyer de 500 cm^3 , pahare Berzelius de 100 cm^3 , baghete de sticlă);
- ✓ Pipete automate;
- ✓ Hârtie de filtru;
- ✓ Apă de la robinet.

2.2. Modul de lucru

Testele experimentale s-au efectuat pe o perioadă de 3-7 zile, prin expunerea semințelor de triticale la soluții de sulfat de cupru în concentrații diferite și cu urmărirea germinării și apoi a creșterii plăntuțelor.

Proba martor s-a realizat numai cu apă de robinet. Pentru prepararea soluțiilor de toxic am utilizat factorul de multiplicare 2.

Testele de inhibare s-au desfășurat în două etape:

- a) Etapa de germinare a semințelor de triticale;
- b) Etapa de creștere a plantelor de triticale.

a) *Testele de germinare ale semințelor de triticale*

În cutiile Petri de sticlă au fost așezate două straturi de hârtie de filtru obișnuită, care apoi s-a îmbibat bine cu soluția de sulfat de cupru corespunzătoare variantei de lucru stabilită.

S-au așezat apoi câte 5 semințe de triticale în fiecare cutie Petri și s-au lăsat la germinat o perioadă de 3 zile (fig.2 și 3).

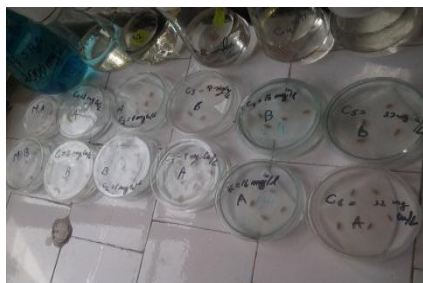


Fig.2,3 Cutii Petri cu semințe de triticale în etapa de germinare a acestora*

Sursa*: Album personal, 2015

Acestea au fost păstrate închise, la temperatura camerei ($18^{\circ}\div 21^{\circ}\text{C}$) și completate cu soluție proaspătă de toxic. După 3 zile s-au observat semințele germinate și s-au efectuat măsurători privind lungimea rădăcinilor și respectiv lungimea tulpinilor, și au fost înregistrate observațiile particulare pentru fiecare replicat (numărul de semințe germinate, ramificația rădăcinilor, prezența fungilor, etc).

Expunerea triticalelor la o concentrație de toxic de 405 mgCu/L a condus la inhibarea totală a germinării semințelor de triticale (Oros V, Brezoczki V., 2013)

b) Testele de inhibare a creșterii platelor de triticale

După perioada de germinare, semințele de triticalele au fost transbordate pe sitele suport din paharele de plastic de 150 ml, iar rădăcinile triticalelor au fost poziționate astfel încât să treacă prin ochiurile sitelor suport și să ajungă în mediul toxic. (fig. 4). Probele au fost păstrate în laborator timp de 7 zile, la temperatură constantă și completate cu soluție proaspătă în funcție de necesitate, iar după 7 zile de expunere s-au efectuat din nou măsurătorile privind lungimea rădăcinilor și lungimea tulpinilor (fig. 5) și s-au notat observațiile particulare privind starea plantelor (fig. 6).



Fig.4 Site suport pe care se fixează triticalele*



Fig. 5. Dezvoltarea semințelor de triticale după 7 zile*



Fig. 6. Notarea observațiilor privind dezvoltarea semințelor de triticale după 7 zile*

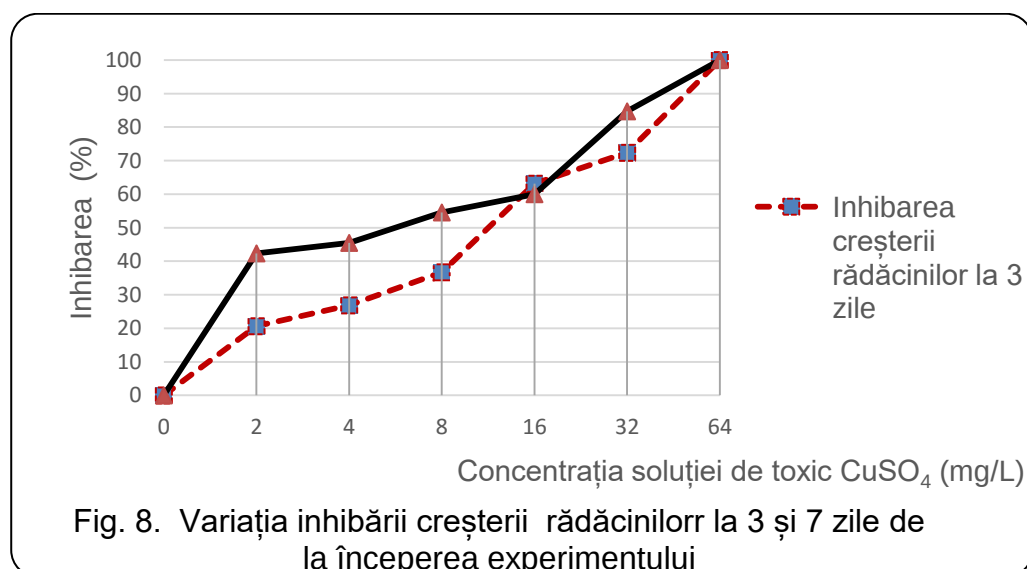
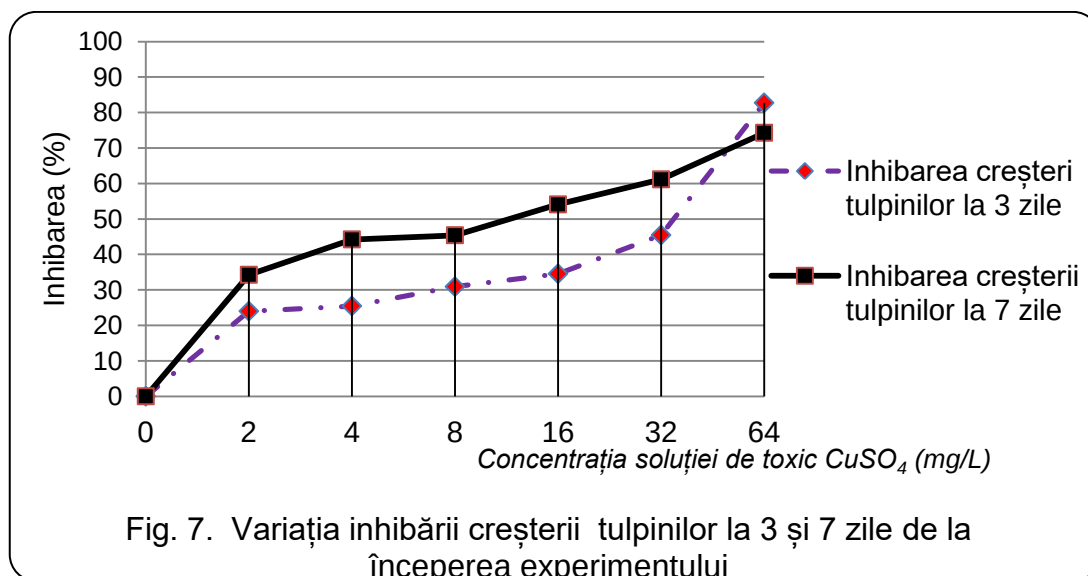
Sursa*: Album personal, 2015

3. REZULTATELE OBTINUTE

Rezultatele testului de inhibare a creșterii triticalelor după 7 zile sunt centralizate în tabelul nr 1, iar reprezentările grafice ale datele obținute în testările de laborator privind inhibarea relativă a germinării și creșterii plantelor sunt prezentate în figurile 7 și 8.

Tabelul nr 1. Rezultatele testului de inhibare a creșterii triticalelor după 7 zile

<i>Mediul de germinare</i>	<i>Replici</i>	<i>Nr total semințe</i>	<i>Nr semințe germinate</i>	<i>Lungimea medie a rădăcinilor (mm)</i>	<i>Lungimea medie a tulpinilor (mm)</i>	<i>Observații după 7 zile</i>
Martor fără cupru	A, B	10	10	$L_{MR} = 17$	$L_{MT} = 50,2$	Rădăcini ramificate și tulpinile sunt bine dezvoltate. Prezenți fungii
$C_1 = 2 \text{ mg Cu/L}$	A, B	10	10	$L_{MR} = 9,8$	$L_{MT} = 33,1$	Rădăcini ramificate și tulpinile sunt bine dezvoltate. Prezenți fungii
$C_2 = 4 \text{ mg Cu/L}$	A, B	10	10	$L_{MR} = 9,27$	$L_{MT} = 28$	Rădăcini ramificate și tulpinile sunt bine dezvoltate. Prezenți fungi
$C_3 = 8 \text{ mg Cu/L}$	A, B	10	9	$L_{MR} = 7,72$	$L_{MT} = 27,4$	Dezvoltare redusă a rădăcinilor și tulpinilor.
$C_4 = 16 \text{ mg Cu/L}$	A, B	10	9	$L_{MR} = 6,8$	$L_{MT} = 23$	Dezvoltare redusă a rădăcinilor și tulpinilor.
$C_5 = 32 \text{ mg Cu/L}$	A, B	10	8	$L_{MR} = 2,6$	$L_{MT} = 19,5$	Dezvoltare redusă. Prezenți fungii
$C_6 = 64 \text{ mg Cu/L}$	A, B	10	5	$L_{MR} = 0$	$L_{MT} = 12,91$	Dezvoltare redusă. Prezenți fungi. Semințe negerminate.



Din analiza datelor obținute experimental, se pot realiza următoarele afirmații:

- ❖ Creșterea concentrației de toxic conduce la un număr mai mic de semințe de triticale ngerminate, respectiv, la $C_6 = 64 \text{ mg Cu/L}$ avem doar 5 semințe germinate față de $C_2 = 4 \text{ mg Cu/L}$ cu toate cele 10 semințe germinate;
- ❖ Procesul de inhibare a germinării semințelor de triticale crește progresiv cu creșterea concentrației soluției de toxic;
- ❖ Rădăcinile plantelor sunt ramificate pentru probele cu $C_1 = 2 \text{ mg Cu/L}$ și $C_2 = 4 \text{ mg Cu/L}$, unde apar câte 3-4 rădăcini la fiecare bob. Totuși, dezvoltarea rădăcinilor este încetinită pe măsură ce crește timpul de expunere a semințelor la toxic.
- ❖ Prezența fungilor a fost semnalată cu precădere după etapa de germinare, după o expunere mai mare de trei zile a triticalelor la toxic.
- ❖ Se poate observa o inhibare mai accentuată a dezvoltării rădăcinilor comparativ cu inhibarea dezvoltării tulpinilor, datorată absorbției cuprului ca toxic cu precădere în rădăcinile plantelor de triticale și mai puțin în tulpini.

4. CONCLUZII

În urma analizei datelor din experimentul realizat, se poate observa influența negativă a ionilor de cupru atât asupra germinării și a creșterii plantelor de triticales;

Din analiza măsurărilor efectuate pe diferitele variante experimentale, s-a constatat că odată cu creșterea concentrației ionilor de cupru în soluție procesul de germinare este încetinit sau germinarea este chiar inhibată major în cazul variantelor cu concentrație mare (la $C_6 = 64 \text{ mg Cu/L}$ inhibarea creșterii rădăcinilor este de 100 % după 3 zile de expunere la toxic);

Se poate observa influența negativă și în cazul expunerii de durată lungă, fiind inhibată creșterea și dezvoltarea plantelor de triticales. Intervalul de concentrații de toxic la care efectul de inhibare a creșterii și dezvoltării triticalelor este cuprins între 0 - 90% este de $2\div 32 \text{ mgCu/L}$ la o expunere de 7 zile.

5. BIBLIOGRAFIE

- **Oros Vasile** – *Elemente de ecotoxicologie și teste ecotoxicologice* - Editura RISOPRINT Cluj-Napoca, 2011, ISBN 978-973-53-0692-2;
- **Oros Vasile, Brezoczki Valeria** – *Preliminary ecotoxicological test on heavy metals effects on triticales seedling growing* - Scientific Bulletin North University Of Baia Mare, vol 27 no.2 North University Of Baia Mare Publishing House ISSN 1582-0548, 2013;
- <http://agrointel.ro/29926/cultivarea-triticalelor-pret-tehnologii-de-cultura/>;
- Album personal, 2015

POLUAREA CU PARTICULE SOLIDE ÎN SUSPENSIE, DATORATĂ AUTOTURISMELOR, ÎN BAIA MARE

Avram Răzvan, anul IV, Ingineria Și Protecția Mediului În Industrie
Coordonator: Conf. dr. ing. Gabriela Filip

Cuvinte cheie: poluare, particule solide în suspensie, autovehicule

Rezumat: *Lucrarea reprezintă o analiză privind poluarea cu particule solide în suspensie din emisiile auto în municipiul Baia Mare. Dezvoltarea teoretică a problematicii, este urmată de determinări practice realizate de către autor, în diferite condiții, finalizate cu concluzii privind starea de poluare cu pulberi în suspensie.*

1. INTRODUCERE

Emisiile poluante datorate transportului auto reprezintă a doua mare sursă de poluare a factorilor de mediu. Aceste emisii au în componența lor substanțe gazoase poluante (CO_2 , CO, SO_2 , NO_x , HC) precum și particule solide în suspensie, provenite din arderea combustibililor în motoarele cu ardere internă. Cantitativ emisiile depind de calitatea combustibililor de caracteristicile tehnice ale autovehiculelor (constructive și vechime) de calitatea drumurilor precum și de organizarea traficului în localități.[1]

Particulele solide în suspensie reprezintă o componentă poluantă a aerului cu efecte negative asupra biodiversității și sănătății umane.

Începând cu anul 2008 s-a inițializat monitorizarea calității aerului în Baia Mare prin cele 5 stații fixe de monitorizare, dar din anul 2014 funcționarea acestor stații este aleatorie sau chiar stopată datorată lipsei componentelor defecte astfel încât nu se cunoaște cu exactitate gradul de poluare cu pulberi în suspensie. Acesta este unul dintre motivele care m-au condus la alegerea temei prezentei lucrări. [2]

1.1 Particulele solide în suspensie. Considerații generale

Particulele în suspensie din aer pot fi definite ca materie solidă sau lichidă, al cărei diametru efectiv este mai mare decât al unei molecule, dar mai mic de $100\ \mu\text{m}$ (fig. 1). [3]

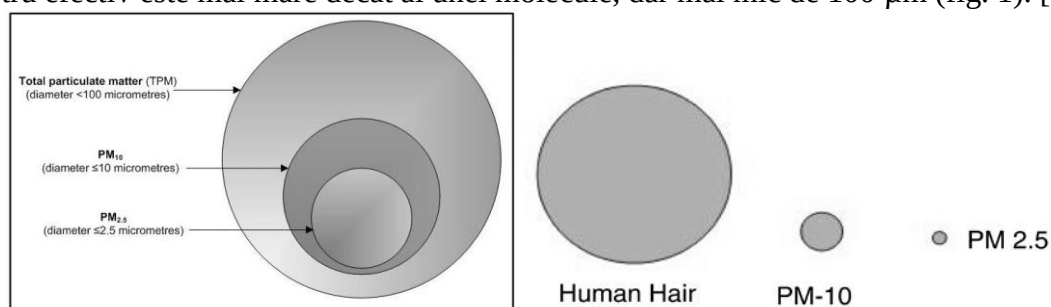


Fig 1. Dimensiunea particulelor solide în suspensie

Poluanții aerului sub formă de particule dispersate pot fi clasificați în două categorii în funcție de sursa de proveniență: artificiali proveniți în cea mai mare parte prin emisiile de la autovehicule (fig. 2) și emisiile de la coșurile de evacuare ale fabricilor (fig. 3) și naturali proveniți de la erupții vulcanice (fig. 4) și furtuni de nisip (fig. 5). [4]



Fig 1. Trafic auto



Fig 2. Emisii de la uzine



Fig 3. Erupții vulcanice



Fig. 4 Furtună de nisip

1.2. Efectele pulberilor în suspensie asupra mediului și sănătății umane

Efectele asupra sănătății cauzate de poluarea aerului pot include reacții diverse, fig. 5, de la mici variații biochimice detectate în homeostazia organismului până la insuficiență, respiratorie, weezing, tuse, agravarea patologiei și cardiace existente (agravari ale astmului bronic, bronșitei cronice, bolilor cardio-vasculare) și cancer. [5]

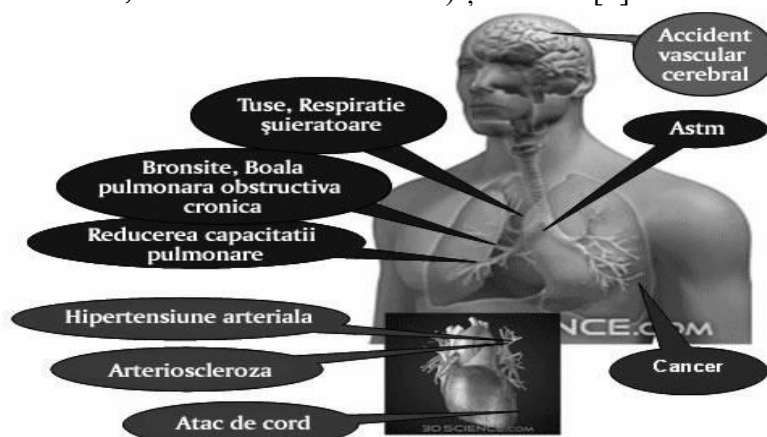


Fig. 5 Efectele poluarii asupra sanătății umane

2. DETERMINĂRI PROPRII PRIVIND IMISIILE DE POLUANȚI AUTO ÎN BAIJA MARE

2.1 Identificarea componenței și vârstei parcului auto din Baia Mare

La nivelul județului Maramureș, parcul auto este de aproximativ 135.000 autovehicule. Din informațiile preluate de la RAR Baia Mare componența parcului auto este cea prezentată în fig. 6 iar vârsta medie a parcului auto a scăzut de la 9 ani în 2007 la 5 ani în 2014.

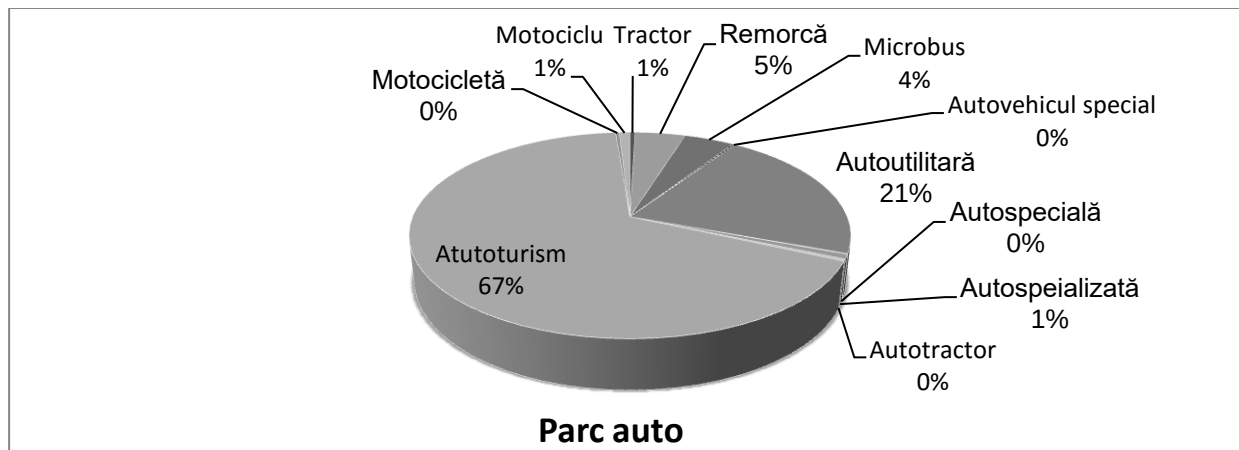


Fig. 6. Structura parcului auto Baia Mare

2.2 Determinarea imisiilor de pulberi în suspensie generate de autovehicule în trafic

Determinarea imisiilor provenite de la autovehicule am efectuat-o în intersecția semaforizată B-dul București și B-dul Unirii, în dreptul Mc' Donald's cu aparatul de monitorizare a pulberilor model EPAM-5000 ,fig 7, la oră de trafic intens.



Fig. 7. Aparat de monitorizare a pulberilor model EPAM - 5000

1. Rezultatul măsurătorilor pentru PM 1. (fig. 8)

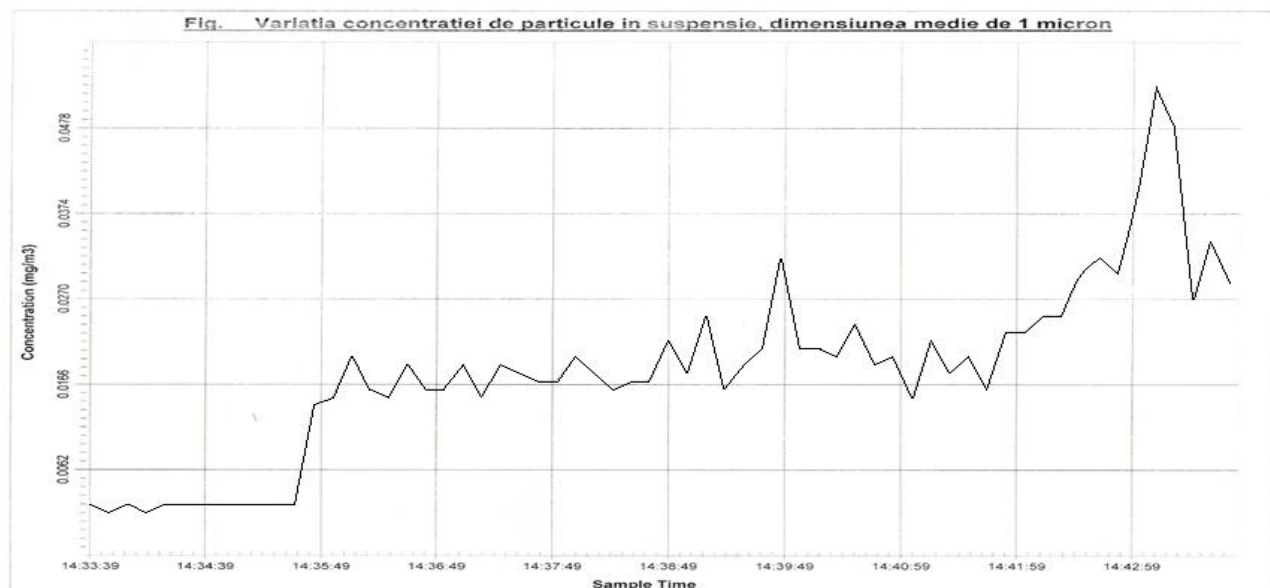


Fig. 8. Măsurătorile pentru PM 1.

2. Rezultatul măsurătorilor pentru PM 2.5 (fig. 9)

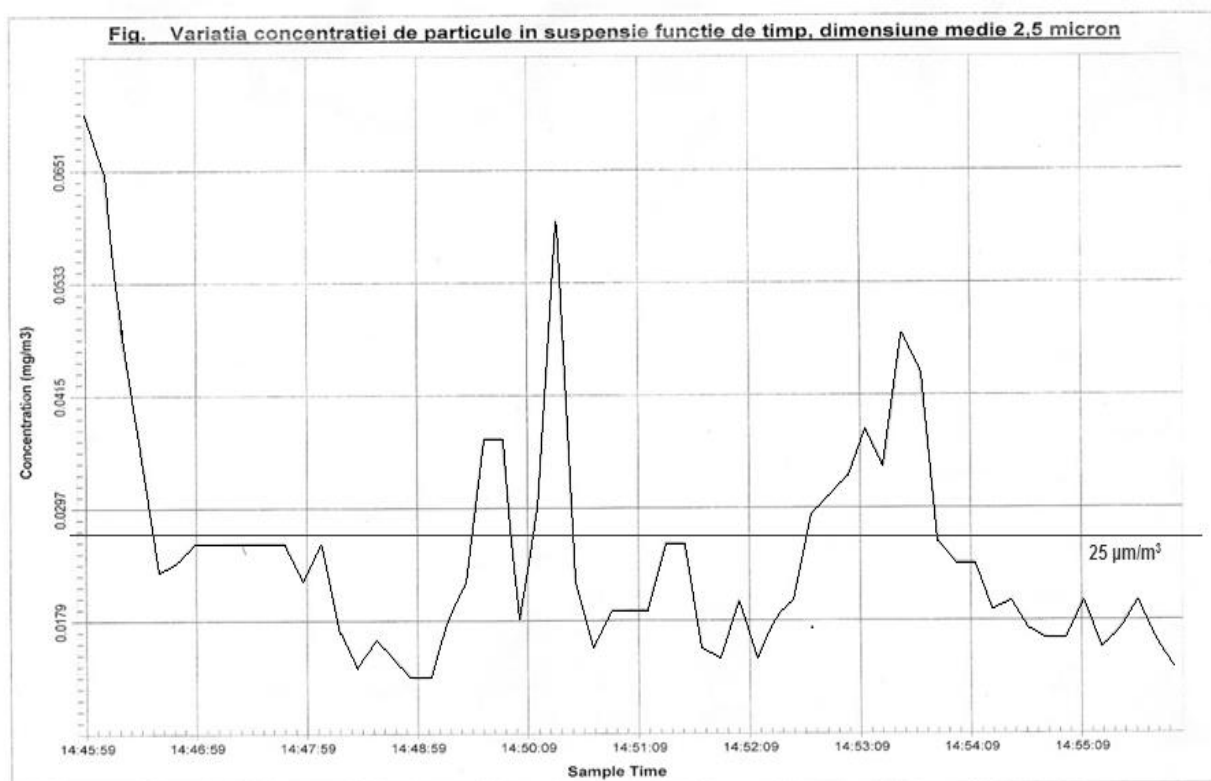


Fig. 9. Măsurătorile pentru PM 2,5

3. Rezultatul măsurătorilor pentru PM 10 (fig. 10)

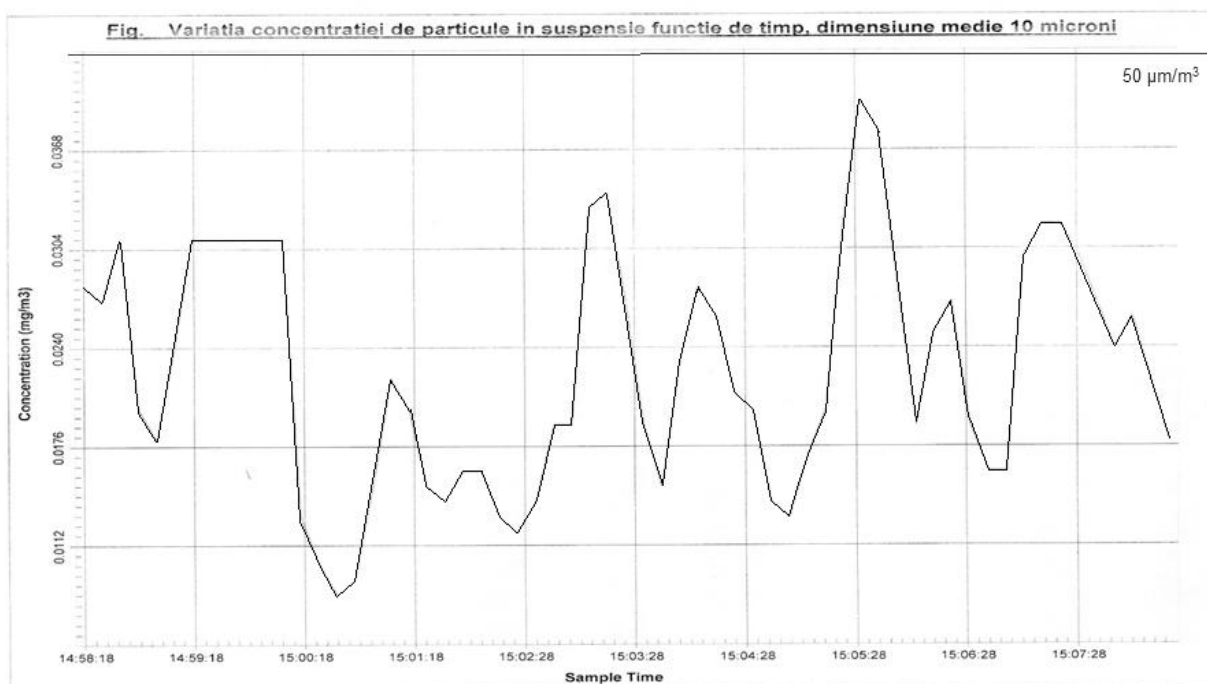


Fig. 10. Măsurătorile pentru PM 10

3. CONCLUZII

Determinările realizate și prezentate în lucrare evidențiază următoarele aspecte:

- concentrația de PM 10 nu depășește limita impusă de legea 104/2011 privind calitatea aerului,
- concentrația de PM 2,5 în orele de vârf ale traficului auto depășește limitele impuse,
- în ceea ce privește concentrația de PM 1 nu există normative limitative în acest sens.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Anca Maria Moldoveanu - Poluarea aerului cu particule, Ed. Matrix Rom, 2005
- [2] M. Sandu, A. Dobre, Al. Manescu - Ingineria mediului. Dezvoltarea transporturilor. Impactul asupra mediului, Ed. Matrix Rom, 2007,
- [3] Maria Popescu - Chimia poluanților atmosferici, Ed. Matrix Rom, 2007
- [4] <http://www.anpm.ro/raport-de-mediu>
- [5] <http://www.eea.europa.eu/ro/themes/air/intro>
- [6] <http://www.mediafax.ro/externe/poluarea-cu-particule-fine-este-nefasta-chiar-si-in-cazul-respectarii-normelor-ue-11749376>

REMARCI PRIVIND MANAGEMENTUL DEPOZITELOR DE DEȘEURI MUNICIPALE DIN JUDEȚUL MARAMUREȘ

Apan Andreea, David Mircea, anul I, Evaluarea impactului și riscului asupra mediului
Coordonator: S.l.dr.ing. Irina Smical

Cuvinte cheie: managementul deseurilor, SWOT, depozitare deșeuri

Rezumat: *Lucrarea prezintă situația actuală a depozitelor de deșeuri conforme și neconforme din județul Maramureș. Pentru evidențierea acestui lucru s-a realizat analiza SWOT pentru fiecare depozit de deșeuri municipale neconform din județ. Rezultatele obținute sunt extrem de utile pentru evaluarea impactului pe care aceste depozite îl au asupra mediului și sănătății umane, respectiv pentru elaborarea planurilor de reabilitare și conservare a respectivelor depozite.*

1. INTRODUCERE

Depozitarea deșeurilor municipale reprezintă etapa de gestionare a deșeurilor cel mai puțin recomandată. Totuși, dacă nu există nicio altă opțiune în vederea reutilizării produselor sau reciclării deșeurilor, eliminarea prin depozitare a acestora constituie o soluție. Depozitarea deșeurilor trebuie să se desfășoare astfel încât să nu se genereze disconfort sau prejudicii factorilor de mediu și sănătății umane.

Întrucât țara noastră în momentul aderării la UE avea construite depozitele municipale fără respectarea condițiilor de siguranță și securitate ecologică, după asumarea obligațiilor s-a impus necesitatea închiderii și reabilitării depozitelor de deșeuri existente, respectiv construirea de noi depozite după criterii tehnice care să respecte condițiile impuse de normative.

În județul Maramureș, în prezent există 7 depozite de deșeuri municipale neconforme și nici unul conform. Dintre depozitele existente o parte sunt închise sau au sistat activitatea de depozitare iar altele sunt încă exploatabile având termen de închidere anul 2017.

Din păcate, în momentul actual nu există o evidență foarte detaliată cu privire la stadiul în care se află aceste depozite. Acest lucru a constituit de fapt motivația abordării studiului privind gestionarea acestor depozite neconforme în lucrarea “Remarci privind managementul depozitelor de deșeuri municipale din județul Maramureș”.

2. STADIUL ACTUAL AL DEPOZITELOR MUNICIPALE NECONFORME LA NIVEL JUDEȚEAN

La nivelul județului Maramureș există 7 depozite de deșeuri municipale (tabel 1). Aceste depozite sunt neconforme și sunt prevăzute de HG nr. 349/2005 [1].

Informațiile referitoare la cele 7 depozite de deșeuri municipale din județul Maramureș se bazează pe datele și informațiile furnizate de Garda Nationala de Mediu, Comisariatul Județean Maramureș, Agenția pentru Protecția Mediului Maramureș, Sistemul de gospodărire a apelor Maramureș și SC Drusal SA Baia Mare.

Tabel 1. Depozite neconforme [2]

Județul	Depozit neconform/localitate	Capacitate proiectată (mc)	Capacitate disponibilă (mc)	An sistare activitate
Maramureș	Valea Tisei - Căvnic	23000	-	2009
	Seini	20000	1098	2010
	Rohia-Targu Lăpuș	140000	5834	2012
	Arinieș-Borșa	750000	600000	2013
	Vișeu de Sus	140000	2800	2014
	Teplăța-Sighetu Marmăției	1500000	50000	2017
	Satu Nou de Jos-Baia Mare	1600000	600000	2017

2.1 Cantități și compoziție

Deșeurile municipale reprezintă totalitatea deșeurilor generate în mediul urban și rural din gospodărie, instituții, unități comerciale, agenți economici (deșeuri menajere și asimilabile), deșeuri stradale colectate din spații publice, străzi, parcuri, spații verzi, deșeuri din construcții-demolări, generate în gospodărie și colectate de operatorii de salubritate, respectiv nămoluri de la epurarea apelor uzate orășenești.

Cantitățile de deșeuri colectate și raportate de operatorii serviciilor publice de salubritate în județul Maramureș în perioada 2003 – 2010 sunt prezentate în tabelul 2 [3].

Tabelul 2. Cantitățile de deșeuri (exprimat în tone) colectate în județul Maramureș [3]:

Tipuri principale de deșeuri	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Deșeuri menajere asimilabile, Total din care	129023	154672	199030	269123	158360	194794	154272	114167
Deșeuri menajere asimilabile colectate în amestec de la populație	127516	152296	195850	266568	157040	160718	142456	94603
Deșeuri menajere colectate	247	404	610	2480	1240	18239	1003	11052

selectiv								
Deșeuri voluminoase colectate separat	1260	1972	2570	75	80	15837	10822	8511
Deșeuri din servicii municipale, Total	50858	48507	65711	78246	30430	22681	19465	16123
Deșeuri din grădini, parcuri, spații verzi	533	747	1710	5512	5380	10955	6353	5717
Deșeuri din piețe	6284	6267	8991	1428	1060	1846	2778	3430
Deșeuri stradale	44041	41493	55010	71306	23990	9880	10334	6975
Total deșeuri municipale	179881	203179	268191	351128	193280	217475	173737	130290

În fig. 1 sunt evidențiate comparativ cantitățile de deșeuri menajere și asimilabile, din perioada 2003-2010, colectate în județul Maramureș.

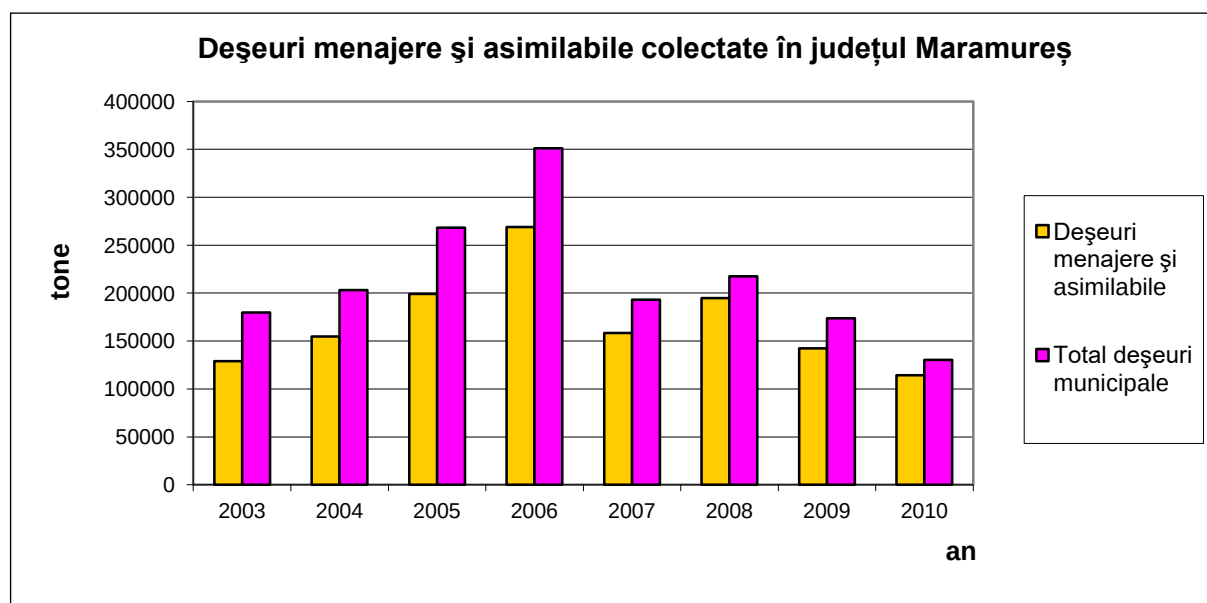


Figura 1. Diagrama cantităților de deșeuri menajere și asimilabile colectate în perioada 2003 – 2010 în județul Maramureș [4]

După cum se poate observa în graficul din figura 3, din anul 2003 până în anul 2006 deșeurile generate au avut un trend crescător, maximul de deșeu menajer și asimilabil colectat a fost în anul 2006 cu o valoare de 269123 tone, în 2007 a avut o scădere bruscă, apoi menținându-se aproximativ constant, cu o usoara scadere, ajungând în anul 2010 la valoarea de 114167 tone, adică mai puțin de jumătate.

2.2 Tratarea și valorificarea deșeurilor municipale

Depozitele de deșeuri municipale aflate în operare în județ nu dispun de instalații de compostare a deșeurilor; de asemenea, nu există în prezent stații de transfer, stații de tratare mecano-biologică. Județul Maramureș nu dispune de instalații de tratare termică a deșeurilor municipale, respectiv nu se realizează eliminarea deșeurilor municipale în instalații de incinerare [4].

Din păcate, lista operatorilor care la sfârșitul anului 2010 aveau pusă în funcțiune o instalație de reciclare este foarte mică, de asemenea, aveau o capacitate de prelucrare a deșeurilor foarte mică, după cum am arătat în Tabelul 3:

Tabel 3 Capacități de reciclare funcționale în județul Maramureș în anul 2010 [5]

Denumirea instalației	Facilități	Capacitate	Deținător
Instalație de prelucrare a plasticului măcinat și de obținere a granulelor de plastic tip EREMA	Instalație pentru tratarea termică a deșeurilor de plastic	0,25 t/ora	SC Callex SRL Baia Mare
Stație de sortare și recuperare a deșeurilor reciclabile	1: presa de balotat deșeuri de plastic tip PP 120 2: presa de balotat deșeuri de plastic tip PP-H-40 3: presa de balotat deșeuri de hartie/carton tip - KNL 100 4: tocător de sticlă - CFS	1 :0,8 t/ora 2: 0,8 t/ora 3: 1,2 t/ora 4: 0,6 t/ora	SC Cesare Construct SRL Vișeu de Sus
Instalație de sortare a deșeurilor reciclabile	presa de balotat deșeuri de plastic tip - PP 1208 STRAUTMAN	0,15 t/ora	SC Drusal SA Baia Mare
Instalație de sortare a deșeurilor reciclabile	presă de balotat deșeuri de hârtie tip- PRESONA	8 t/ora	SC RematMaramures SA Baia Mare
Turnătorie și secție de fabricare confecții metalice	Prelucrare deșeuri metalice	1000 t/an	SC Cozmircom SA Baia Mare

2.3 Eliminarea deșeurilor municipale

Criteriile de acceptare și procedurile preliminare de acceptare a deșeurilor la depozitare, pe baza listei naționale de deșeuri acceptate în fiecare clasă de depozit de deșeuri sunt stabilite de Ordinul MMGA nr. 95/2005 [6].

Depozitele neconforme clasa "b" din zona urbană a județului Maramureș, cuprinse în HG nr. 349/2005 [1] privind depozitarea deșeurilor, care sistează/ încetează depozitarea în perioada 16 iulie 2009 – 16 iulie 2017 sunt redate în tabelul 4:

Tabel 4. Calendarul de sistare/încetare a depozitării deșeurilor [1]

Nr.cr t.	Nume depozit/Localitate	An sistaredepozitare
1	ValeaTisei - Cavnic	2009
2	Seini	2010
3	Rohia – TârguLăpuș	2012

4	Arinieș – Borșa	2013
5	Vișeu de Sus	2014
6	Teplița - Sighetu Marmăției	2017
7	Satu Nou de Jos - Baia Mare	2017

În Tabelul 5 este prezentată cantitatea totală de deseuri generate pe raza județului Maramureș, și se observă că și în acest caz, se menține același an (2006) ca maxim al cantității totale de deseuri generate.

Tabel 5. - Evoluția cantității de deseuri depozitate în județul Maramureș în perioada 2004 – 2010 [7]

Denumire depozit	Cantitatea de deseuri depozitată în intervalul 2004 – 2010, mii tone						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	mii tone						
Baia Mare – Satu Nou de Jos	135,7	126,3	122,5	100,27	91,229	102,824	98243,6
Vișeu de Sus	11,41	13,803	45,5	34,313	12,672	12,672	7180
Borșa - Arinieș	2,36	8,81	11,55	20	22,5	20,800	5735
Cavnic-Valea Tisei	1,20	2,08	*****				
Seini-Nord Stadion	2,62	4,81	4,26	4,36	1,921	2,059	750
Sighet-Teplița	30,05	30,58	32,72	34,567	33,00	48,400	38750
Tg. Lăpuș-Rohia	4,86	7,46	5,71	5,713	5,026	3,750	3188
Total	188,2	193,84	222,24	199,22	166,34	190,505	153,846

***** din anul 2006, activitatea de depozitare a fost sistată pe depozitul de deseuri, deseurile fiind depozitate la rampa Satu Nou de Jos

Administrația publică locală are stabilite prin lege responsabilități în ceea ce privește salubritatea localităților, amenajarea de puncte pentru colectarea selectivă a deșeurilor de ambalaje, la nivelul fiecărui consiliu local fiind emisă Hotărâre a Consiliului Local privind modul de colectare, transport și depozitare a deșeurilor menajere [8]. Rata de acoperire cu servicii de salubritate a județului Maramureș în perioada 2003-2010 este redată în tabelul 6.

Tabel 6. Populația deservită de serviciile publice de salubritate [7]

	2003	2005	2007	2008	2009	2010
Total populație, la 1 ianuarie, din care:	519057	515642	513903	512560	511093	510482
➤ mediul urban	274841	304042	302400	301615	300702	300256
➤ mediul rural	244216	211600	211503	210945	210391	210226
Total populație deservită de serviciile de salubritate din care:	198538	303224	248638	318616	416363	478277
➤ mediul urban	197538	256174	157161	200310	255082	300141
➤ mediul rural	1000	47050	91477	118306	206281	178136

- Rata de acoperire cu servicii de salubritate în mediul **urban** din județ - **99.96%**
- Rata de acoperire cu servicii de salubritate în mediul **rural** din județ - **84.73%**
- Rata de acoperire cu servicii de salubritate **total** din județ - **93.69%**

3. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Lucrarea își propune reliefa stadiului actual al celor 7 depozite municipale neconforme din județul Maramureș printr-o analiză SWOT. Conform acestei evaluări sunt necesare următoarele măsuri:

- creșterea gradului de acces la serviciile publice de salubritate la 100% în zonele urbane;
- reducerea cantității de deșeuri depozitate;
- reducerea numărului de deșeuri neconforme prin închiderea a 7 depozite urbane neconforme
- îmbunătățirea standardelor tehnologice de depozitare în conformitate cu cerințele legale.
- întărirea capacității tehnice și manageriale în implementarea și operarea sistemului regional de management al deșeurilor din județul Maramureș;
- dezvoltarea și realizarea unei strategii eficiente cu privire la stabilirea și colectarea tarifelor și taxelor;
- creșterea informării publice a populației despre beneficiile rezultate, colectarea separată a deșeurilor și reciclarea acestora.

RECOMANDĂRI

Trebuie intensificate eforturile pentru extinderea sistemului de colectare selectivă, a ratei de acoperire cu servicii de salubritate, pentru îmbunătățirea parcului de autovehicule destinate transportului deșeurilor și pentru creșterea gradului de absorbție a fondurilor europene destinate sectorului de management integrat al deșeurilor.

De asemenea trebuie găsite pârgii noi pentru educarea, conștientizarea și cointerесarea populației și pentru intensificarea colaborării tuturor factorilor implicați în gestionarea deșeurilor municipale.

Este recomandabil ca în cadrul fiecărei primării din județ să se înființeze departamente specializate pentru accesarea fondurilor naționale și europene de mediu

Pentru informarea și conștientizarea publicului trebuie să se desfășoare numeroase acțiuni, printre care: comunicate de presă, evenimente mass media, campanii de colectare selectivă a diferitelor tipuri de deșeuri etc.

Este necesară organizarea, în continuare și chiar intensificarea acțiunilor de conștientizare cu tema „gestionarea corespunzătoare a deșeurilor”

Pentru atingerea țintelor de reciclare/valorificare a deșeurilor de ambalaje este necesar ca administrația publică locală să intensifice acțiunile de educare/conștientizare privind colectarea selectivă sau chiar să promoveze tarife diferențiate pentru serviciile de colectare a deșeurilor menajere.

De asemenea, ar fi necesare studii mai aprofundate în vederea determinării compoziției deșeurilor menajere, a ponderii deșeurilor de ambalaje în deșeurile municipale precum și a compoziției deșeurilor de ambalaje colectate de la populație.

În vederea reducerii gradului de risc pentru factorii de mediu și sănătatea umană, este necesar să se promoveze colectarea selectivă, de la sursă, a deșeurilor periculoase din deșeuri menajere și să se aplice sancțiuni în cazul aruncării deșeurilor menajere în amestec cu deșeuri sau substanțe periculoase.

BIBLIOGRAFIE

- [1] HG nr. 349 din 21 aprilie 2005 privind depozitarea deșeurilor, publicată în M.Of. nr. 394/10 mai. 2005
- [2] Consiliul Județean Maramureș (CJMM), (2014), Raport la studiul de evaluare a impactului asupra mediului pentru proiectul: “Sistem de management integrat al deșeurilor în județul Maramureș”
http://www.cjmaramures.ro/Document_Files//SMID/00001308/k89ip_RIM_SMIDMaramures-1.pdf
- [3] Agenția Națională pentru Protecția Mediului, (2013), Raport de mediu, http://www.anpm.ro/documents/23445/2513164/09_CAP_VI_2011-Managementul_deseurilor.pdf/738e380e-a496-4e4f-a6ba-7d2c145b4902
- [5] Agenția Națională pentru Protecția Mediului, (2012), Raport de mediu, http://www.anpm.ro/documents/23445/2513160/09_CAP_VI_2010-Managementul_deseurilor.pdf/53c60370-5814-4277-a817-0d17d0bae428
- [6] Ordin MMGA nr. 95 din 12 februarie 2005 al ministrului mediului și gospodăririi apelor privind stabilirea criteriilor de acceptare și procedurilor preliminare de acceptare a deșeurilor la depozitare și lista națională de deșeuri acceptate în fiecare clasă de depozit de deșeuri, publicat în M.Of. nr. 194/8 mar. 2005
- [7] Garda Națională de Mediu, Comisariatul Județean Maramureș (GNM-CJMM), (2014), Anuarul MEDIUS 2010 – chestionare GD – TRAT
- [8] Irina Smical, (2014), *Managementul deseurilor in context legislativ* , ed. Risoprint 2014, p. 330

MĂSURĂTORI EXPERIMENTALE A CONCENTRAȚIEI DE FUM LA UN INCENDIU CU AJUTORUL DETECTOARELOR DE FUM

Alexandru-Paul Pașcală

Master anul I: Managementul Inovării și Dezvoltării Tehnologiei

*Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Centrul Universitar Nord din Baia Mare
Facultatea de Inginerie*

Cuvinte cheie: *echipamentele de detecție, semnalizare, stand*

Rezumat: *Experimentul a fost realizat cu echipamentele de detecție și semnalizare a incendiilor Bosch. Standul experimental cuprinde:*

- *placă pe care s-au montat cinci detectoare de fum tipul FAP-0-420;*
- *un detector de fum tipul FCP-0-320;*
- *două declanșatoare manuale de incendiu;*
- *un semnalizator de incendiu optic și acustic*

1. Introducere

Incendiul poate fi definit ca o ardere, constând dintr-o însumare de procese fizice și chimice complexe, inițiată de o cauză bine determinată, care se dezvoltă necontrolat în timp și spațiu și în urma căreia se înregistrează pierderi materiale și pericole pentru oameni.

2. Descrierea experimentului

Montarea echipamentelor s-a realizat astfel:

- s-au ales locurile de montare a acestora pe placa din PAL;
- s-au executat orificiile prin tăierea plăcii din PAL;
- s-au montat propriu-zis echipamentele (în cazul detectoarelor de fum doar baza acestora);
- s-au realizat conexiunile electrice între echipamentele de pe placă – tip buclă LSN;
- s-a făcut conexiunea buclei LSN și cu ECS-ul pentru ca aceasta să fie completă;
- s-au montat propriu-zis detectoarele de fum;
- în final s-a realizat conexiunea ECS-ului la PC.



Fig. 1 Stand experimental

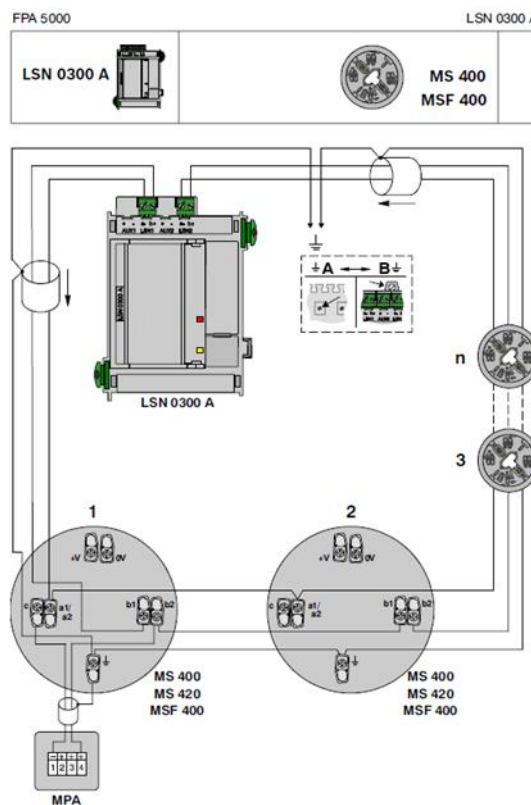


Fig. 2 Legarea echipamentelor (detectoare, ECS, alimentare – 220V) tip buclă LSN

3. Realizarea experimentului

Experimentul se realizează în modul următor:

- Conectarea tuturor echipamentelor între ele (PC, detectoare, ECS);

- Accesarea programului aferent echipamentelor instalat pe PC (soft-ul FSP 5000RSP);
- Verificarea tuturor conexiunilor;
- Selectarea intervalului de generare a valorilor concentrației de fum de 6 secunde și sensibilitatea acestora la nivelul LOW;
- Refularea aerosolilor cu ajutorul Spray-ului special numit Smoke Detector Spray de la distanța de 1,5 m;
- Citirea valorilor concentrației de fum din camera optică a detectorului.

Observație:

Fiecare detector de fum în parte are un coeficient inițial de particule și praf mai mare decât valoarea 0.

În cartea tehnică a detectoarelor de fum sunt prezentate intervalele de impuritate și fum din detectoare:

- ▶ 0 – 170 se consideră detector de fum curat 100%;
- ▶ 0 – 350 valoare normală de lucru (în caz de incendiu sau stare de veghe);
- ▶ 350 – 450 detector ușor murdar dar funcționează perfect;
- ▶ 450 – 510 detector foarte murdar dar încă funcționează;
- ▶ Peste 511 nu mai funcționează și e deconectat automat de către ECS.

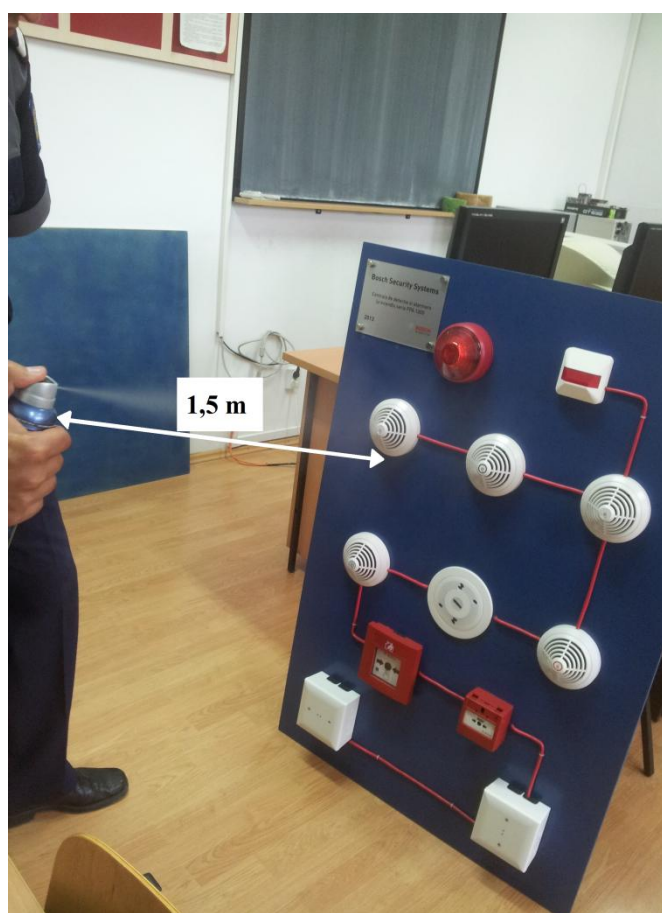


Fig. 3 Proiectarea experimentului

4. Simulare

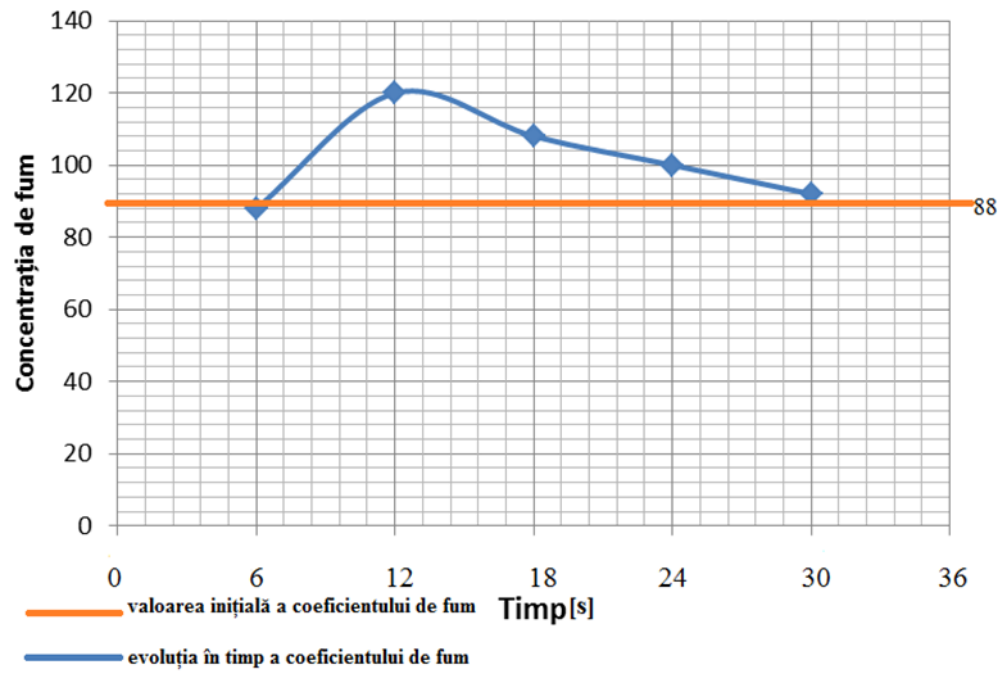


Fig.4. Simularea numărul 1 – se refulează timp de 1 secundă

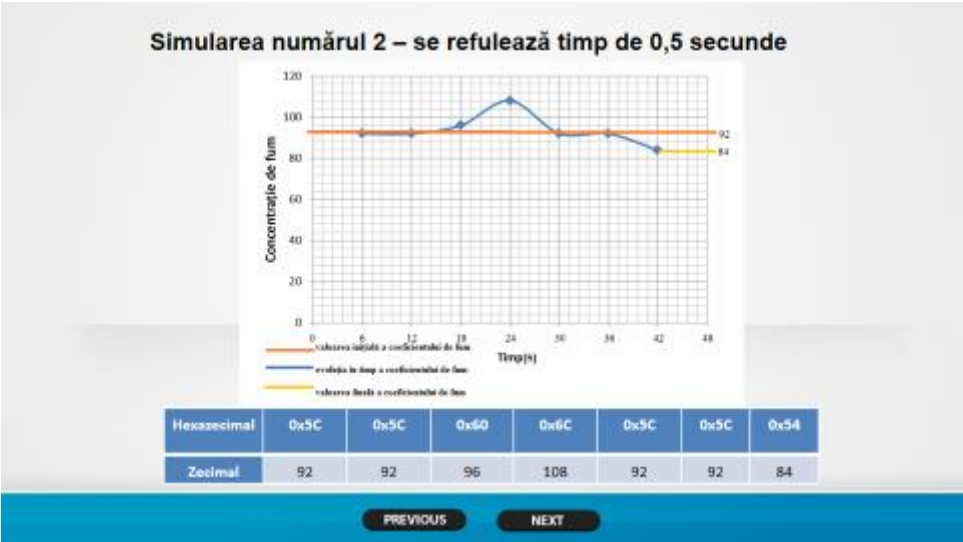


Fig. 5

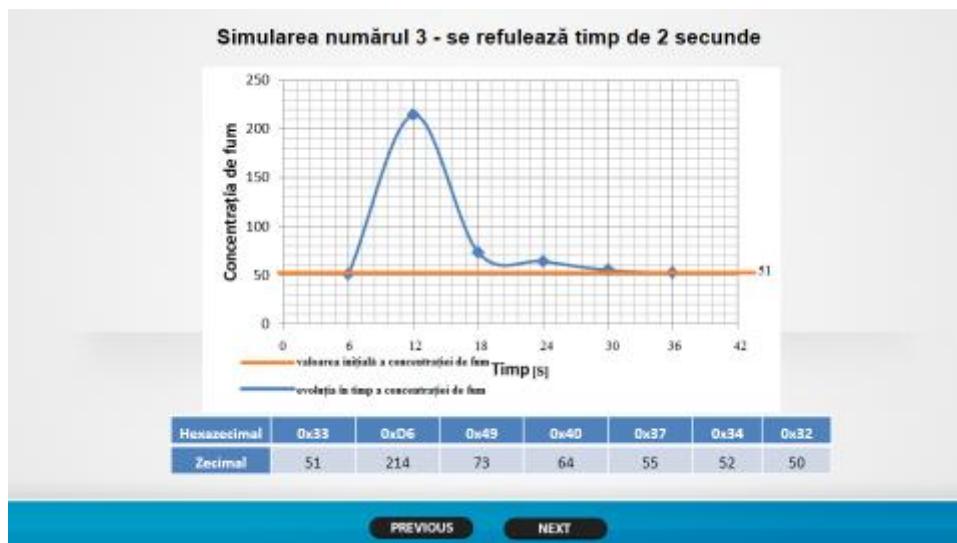


Fig. 6

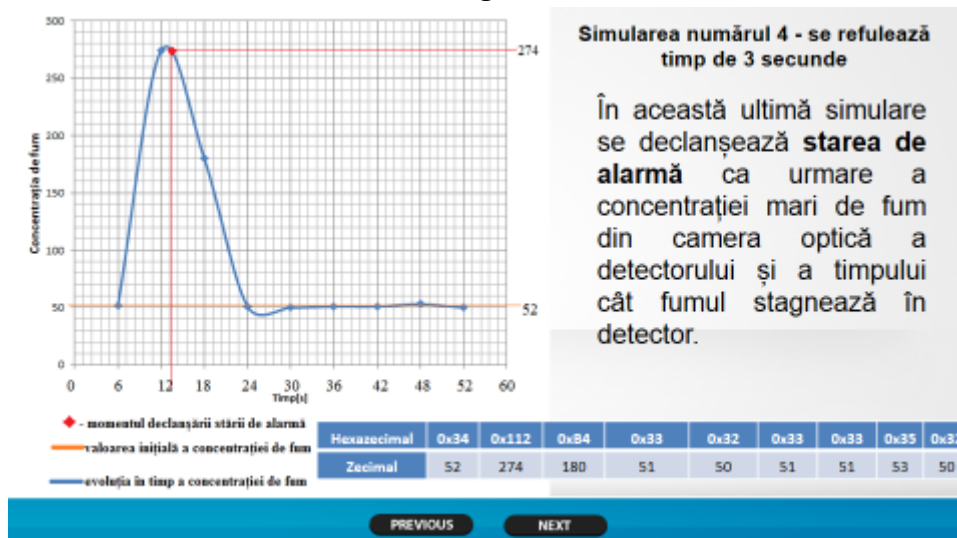


Fig.7

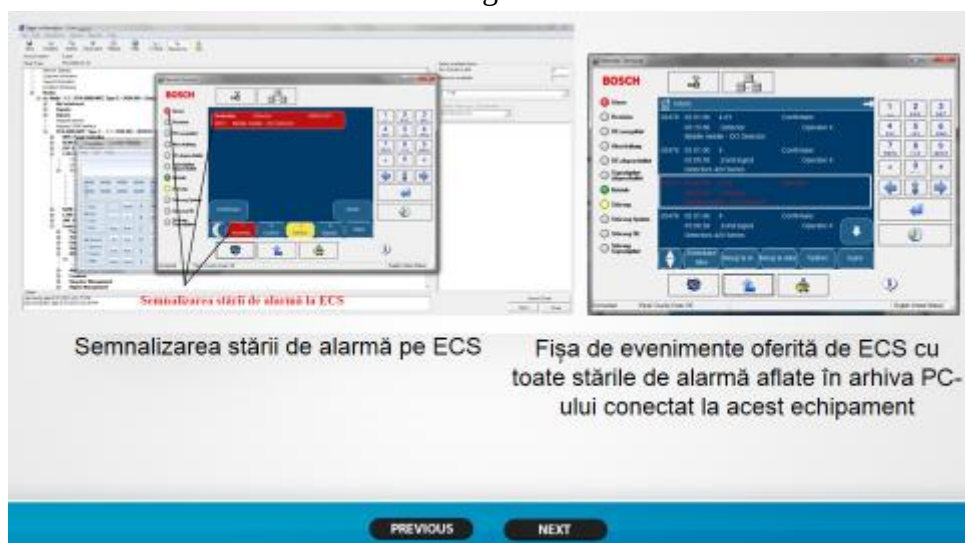


Fig.8

5. Concluzii

În urma experimentului s-a dorit evidențierea eficienței cu care lucrează și răspunde o astfel de instalație de detecție și semnalizare la incendiu care face practic imposibilă excluderea ei dintr-un sistem de tip BMS pentru care s-a optat în cazul oricărei clădiri.

Pentru semnalizarea unei stări de incendiu la nivelul detectorului contează concentrația de fum și intervalul de timp cât aceasta se menține în camera optică.

Fișa de eveniment generată de către echipamentul de control și semnalizare pune la dispoziție beneficiarului toate datele cu privire la o anumită semnalizare de incendiu fie ea și falsă.

Graficele generate în urma simularilor realizate cu echipamentele de detecție și semnalizare a unui incendiu demonstrează diferențele mari care apar între fenomenele care se dezvoltă într-un incendiu.

Bibliografie

- [1] ȘERBAN, MANUEL., Sisteme de detecție și alarmă la incendiu, București: Editura Ministerului Administrației și Internelor, 2009.

STAND PENTRU TESTAREA CURELELOR TRAPEZOIDALE

Simon Stefan

anul I Master – Proiectarea mașinilor și echipamentelor

Coordonator: Conf. dr. ing. UNGUREANU Miorita

Cuvinte cheie: *testare, stand, curele, proiectare, modelare.*

Rezumat: *În vederea proiectării echipamentelor mecanice, sunt importante următoarele aspecte: definirea judicioasă a caracteristicilor funcționale și constructive, definirea parametrilor, modelarea virtuală și/sau fizică pe parcursul fazelor de proiectare. În lucrare se prezintă proiectarea și modelarea virtuală a unui stand pentru încercarea la oboseală a curelelor trapezoidale.*

1. Introducere

Lucrarea are ca scop proiectarea unui stand pentru testarea la oboseală a curelelor trapezoidale pornind de la următoarele cerințe: turația transmisiei prin curea 3000 rot/min, lungimea curelei $L_p=1017$ mm, raportul de transmisie $u=1$, diametrul roților de curea $D_e=100$ mm, curea trapezoidală clasică tip A (13x8).

Testarea performanțelor unui sistem/produs este procesul de determinare a valorilor parametrilor de ieșire după un program prestabilit, cu luarea în considerare a parametrilor de intrare, de stare și de mediu. Acest proces are ca scop determinarea abaterilor valorilor parametrilor de ieșire vizați în raport cu valorile impuse (în cazul proiectării unui produs) sau preconizate (în cazul experimentelor de cercetare).

2. Testarea la oboseala a curelelor

În standardul ISO 5387/2003 sunt specificate cerințe, metode de testare, reguli de inspecție, depozitare, pentru curele. Acest standard prezintă 3 metode de testare.

În funcție de condițiile reale de utilizare a curelei sau în conformitate cu acordul dintre furnizor și cumpărător, se selectează un banc de proba cu două roți, trei roți sau patru roți de curea. Când timpul testului ajunge la timpul prestabilit de testare, nu trebuie să existe nici o deteriorare a curelei. Testul la oboseală a curelei nu trebuie să fie mai scurt de 80 de ore.

Echipamentul folosit trebuie să fie stabil și puternic; toate componentele trebuie să fie capabile să suporte tensiunile apărute în timpul testului și nu trebuie să fie avariate.

În scopul de a permite mașinilor de testat să poată testa o gamă largă de lungimi de curea, poziția roții conduse și cea conducătoare, poziția roții de tensionare și bază (pentru mașina cu trei roți), precum și poziția dintre roata de încovoiere și roata de tensionare să fie reglabile, pentru a permite poziționarea lor să satisfacă orice cerințe de lungime ale curelelor.

Testul trebuie să se desfășoare într-un mediu cu temperatură ambientală între 18°C și 30°C, în spațiu închis fără nici un alt curent de aer decât cel creat de mașina. Cureaua trebuie să aibă o rotație între 3000 și 4900 rot/min.

3. Proiectarea standului pentru testarea la oboseala a curelelor trapezoidale

3.1 Alegerea modelului

Varianța constructivă aleasă, schițată în figura 1, este o variantă simplă din punct de vedere constructiv și ușor de utilizat. Gândit și din punct de vedere economic, să fie executat cu un buget minim, iar rezultatele obținute din testare să fie utile.

Date proiect:

- turatia transmisiei prin curea: 3000 rot/min;
- lungimea curelei: $L_p=1017$ mm;
- raport transmisie curea: $u=1$;
- diametrul roților de curea: $D_e=100$ mm;
- tipul curelei: trapezoidală clasică tip A (13x8).

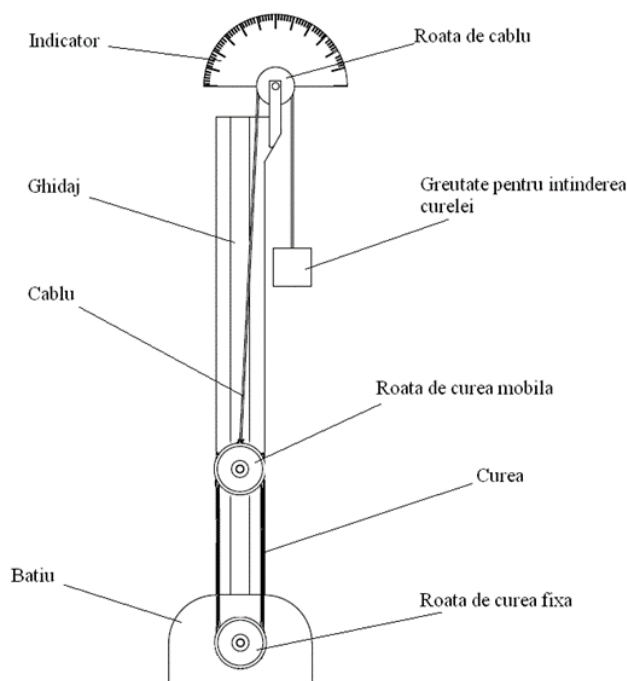


Fig 1 Stand pentru testarea la oboseala a curelelor trapezoidale

Pornind de la principiul constructiv în varianta cu 2 roți de curea prezentată în standardul ISO 5287:2003 a fost propus un sistem de întindere cu greutăți pentru a tensiona cureaua pe tot parcursul testului și un ghidaj pe care să culiseze lagărul roții mobile pentru a putea testa mai multe lungimi de curea.

După efectuarea calculelor de dimensionare am realizat modelarea 3D a tuturor subansamblurilor și pieselor componente cu ajutorul programului INVENTOR

3.2.2. Sistemul de acționare

După efectuarea calculelor am ales un motor asincron trifazat tip ASI 90S-24-4 (fig3.2) cu puterea de $p_1=1,1$ kW, turatia $n=1390$ rot/min și randament $\eta=0.73$.

S-a proiectat un amplificator de turație cu o treaptă cu roți dințate cu dinți drepți (fig.2) care are următoarele componente principale: angrenajul de amplificare, carcasa inferioară care se montează pe construcția metalică a standului; carcasa superioară care se prinde de cea inferioară pe la planul de separație cu ajutorul unor șuruburi, joja pentru a controla nivelul de ulei în baie; dopul filetat pentru a goli uleiul din baie; capacul de vizitare pentru inspecția angrenajului.

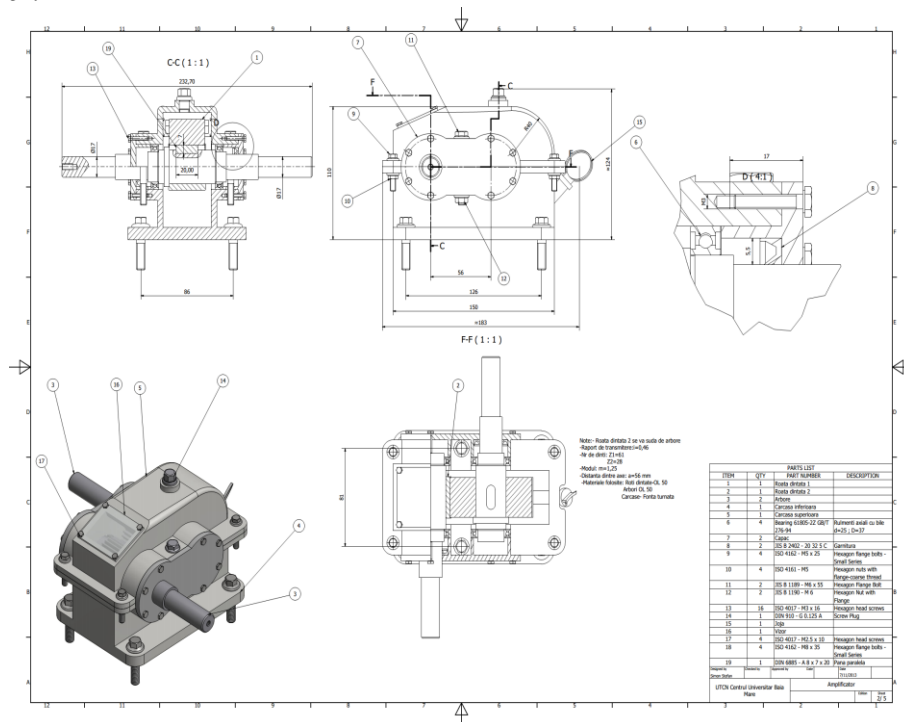


Fig.2 Amplificator de turație

Proiectarea transmisiei cu curele

Rotile de curea vor fi confecționate prin turnare din fonta cenușie Fgn 400 STAS 6071-82 (EN-GJS-400-15C SR EN 1563:2012) cu 400 N/mm^2 rezistență la rupere.

Solicitările din transmisia cu curele au fost simulate cu ajutorul metodei elementelor finite utilizând modulul CATIA - Generative Structural Analysis (fig.3).

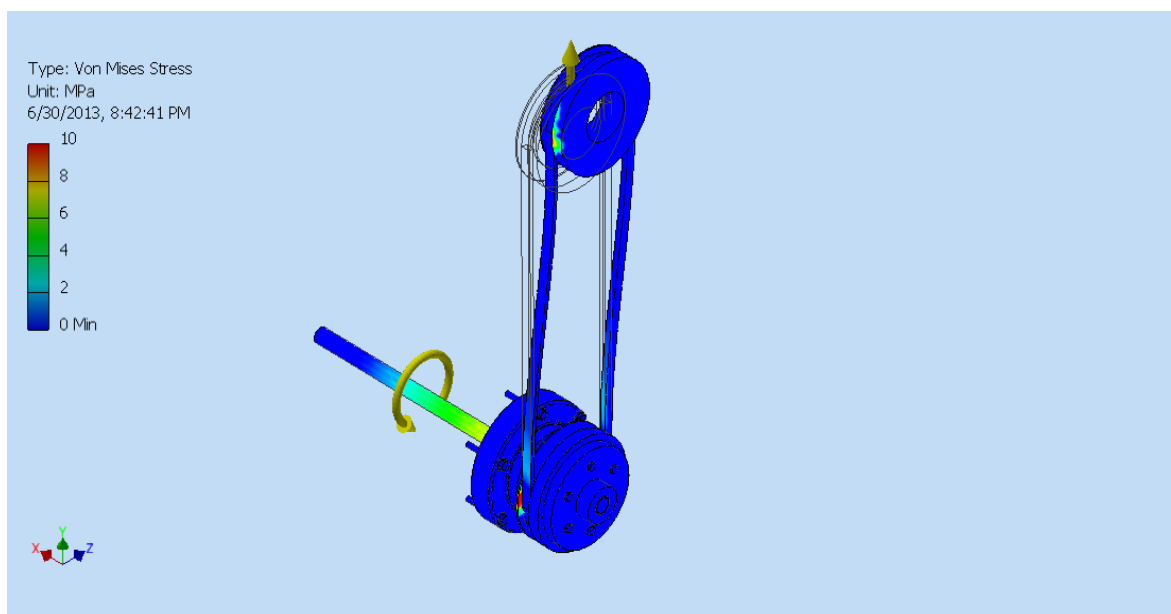


Fig.3 Analiză cu element finit

De asemenea a fost calculat sistemul de întindere, cadrul metalic, elementele de asamblare și a rezultat standul prezentat în figura 4.

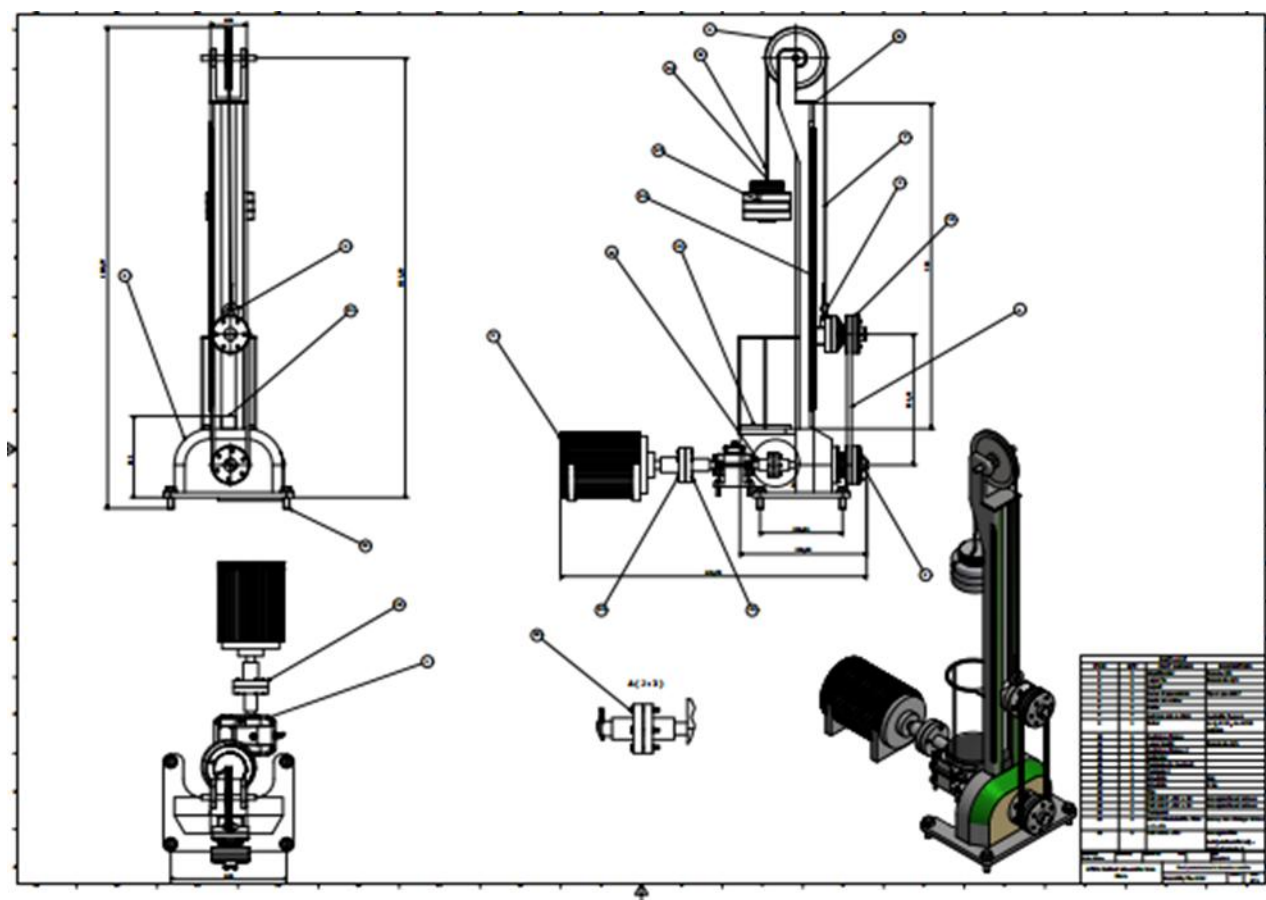


Fig.4 Stand de încercat curele – Ansamblu general

6. Concluzii

În urma proiectării asistate de calculator și a studiului cu element finit, ca o privire generală asupra eficienței am dedus următoarele aspecte:

- în urma realizării modelelor 3D a componentelor și a ansamblurilor, se pot extrage pe baza acestora, planșe 2D cu orice secțiune și/ sau vedere dorită;
- în procesul de asamblare pot depista eventualele erori de proiectare care sunt remediate;
- orice cotă a componentelor sau ansamblelor, poate fi editată, oricând, extrem de ușor;
- programul are posibilitatea de a afișa masa, volumul, aria, coordonatele centrului de greutate, sau distanța dintre două suprafețe, a unei componente sau ansamblu realizat;
- având stabilite materialele și costurile acestora pentru fiecare component dintr-un ansamblu, avem posibilitatea de a calcula devizul.
- prin simularea și optimizarea modelului creat înainte ca acesta să fie executat se pot face reduceri de costuri semnificative.

Bibliografie

1. Alămoreanu M., ș.a., Mașini de ridicat, Editura Tehnică, București, 1996
2. Cotețiu R., Organe de mașini, Vol. I, Editura RISOPRINT, Baia Mare, 1999
3. Bunesu V., ș.a., Raționalizarea calculelor în proiectare, Editura Tehnică, București, 1995
4. Ghionea, -Ionut, CATIA V5. Aplicații în inginerie mecanică, Editura BREN, București, martie 2009
5. Suciu, F., Rezistența materialelor I, Editura Performantica, Iași, 2013
6. Ștefănescu I., ș.a., Atlas de reductoare cu roți dințate, Editura didactică și pedagogică, București, 1982
7. Ungureanu M., Sisteme de frânare pentru mașini de extracție, Editura RISOPRINT, Cluj-Napoca 2006
8. *** Catalog reductoare Neptun Câmpina
9. *** Standardul ISO 5387/2003

COMPARAȚIA NORMEI DE TIMP DINTRE STRUNJIREA CU UN CUȚIT ȘI STRUNJIREA CU DISPOZITIV MULTICUȚIT PE STRUNGUL SN320

Mihael VELE, anul IV, *Tehnologia Construcțiilor de Mașini*
Coordonator: Sef Lucrări. dr. ing. Vlad DICIUC

Cuvinte cheie: Strunjire, Multicuțit, Dispozitiv

Rezumat: *Proiectarea și realizarea unui dispozitiv în vederea creșterii productivității unui strung convențional reprezintă un proces amplu de gândire și de rezolvare a problemelor apărute pe parcurs. Mașina-unealtă pentru care a fost proiectat dispozitivul este strungul SN320 de fabricație românească, conceput pentru fabricația de unicat și cu ajutorul dispozitivului proiectat se poate implementa producția de serie. Tema acestei lucrări are utilitate majoră pentru studenți, deoarece presupune folosirea unui pachet mare de cunoștințe dobândite în cadrul facultății.*

Pe parcursul acestei lucrări se prezintă procesul de proiectare a dispozitivului care cuprinde modelare 3d, analiză cu element finit, tehnologia de fabricație a unei piese din ansamblu dar și prezentarea rolului didactic pe care îl poate avea dispozitivul pentru studenți.

Realizarea practică și testarea dispozitivului reprezintă dovada îndeplinirii scopului acestei lucrări.

1. INTRODUCERE

Mașinile-unelte convenționale au oferit de-a lungul timpului principala sursă de producție a pieselor care au pus în mișcare dezvoltarea tehnică. Fiind dezvoltate de la începutul Revoluției Industriale, mașinile unelte convenționale au dobândit fiabilitate, precizie și universalitate tot mai mare, astfel încât ele sunt folosite cu succes și în mediul de astăzi care este caracterizat de mașini unelte cu comandă numerică.

Prezenta lucrare are ca scop principal proiectarea și realizarea practică a unui dispozitiv multicuțit cu montare pe strungul universal SN 320.

Creșterea productivității se realizează prin reducerea timpului de așchiere datorită utilizării a mai multor cuțite dar și prin utilizarea de avansuri diferite de prelucrare.

Pe parcursul acestei lucrări se vor prezenta diferite tipuri de prelucrări unde se pretează folosirea acestui dispozitiv. Datorită timpului mare de reglaj, folosirea acestui dispozitiv își face profitabilă utilizarea doar în cazul unor serii mari de producție.

Semifabricatele care urmează a fi prelucrate pe acest dispozitiv se pot afla la prima prelucrare sau într-un stadiu mai avansat. Pentru a profita pe deplin de posibilitățile de prelucrare ale acestuia trebuie să alegem operații care ar necesita reglaje fine la prelucrarea pe strungul convențional.

Scopul acestei lucrări este și de a evidenția practic timpii de lucru și de bază la operația de strunjire, metode de reducere ale acestora și implicațiile pe care le are în producția de serie mare. Prin structura laboratoarelor se urmărește ca studenții să dobândească o înțelegere mai profundă a proceselor de așchiere și a mișcărilor pe care trebuie să le execute mașina-unealtă.

2. FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII MUNCII

Deoarece productivitatea muncii se exprimă prin inversul normei de timp, analiza acestuia permite evidențierea factorilor care contribuie la creșterea productivității muncii conform [1].

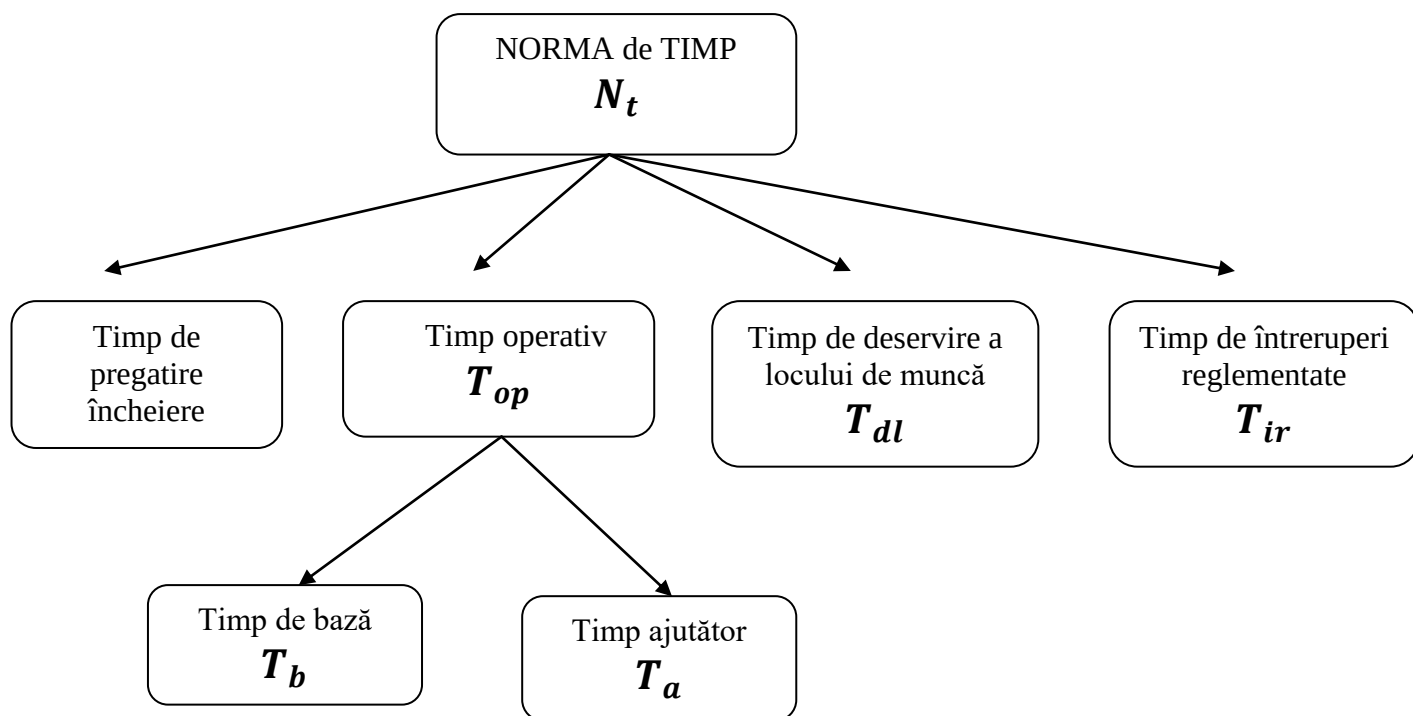
Pentru prelucrarea unei piese dintr-un lot N bucăți, norma de timp va fi:

$$N_t = \frac{T_{pi}}{N} + T_{op} + T_{dl} + T_{ir} \quad (1)$$

sau

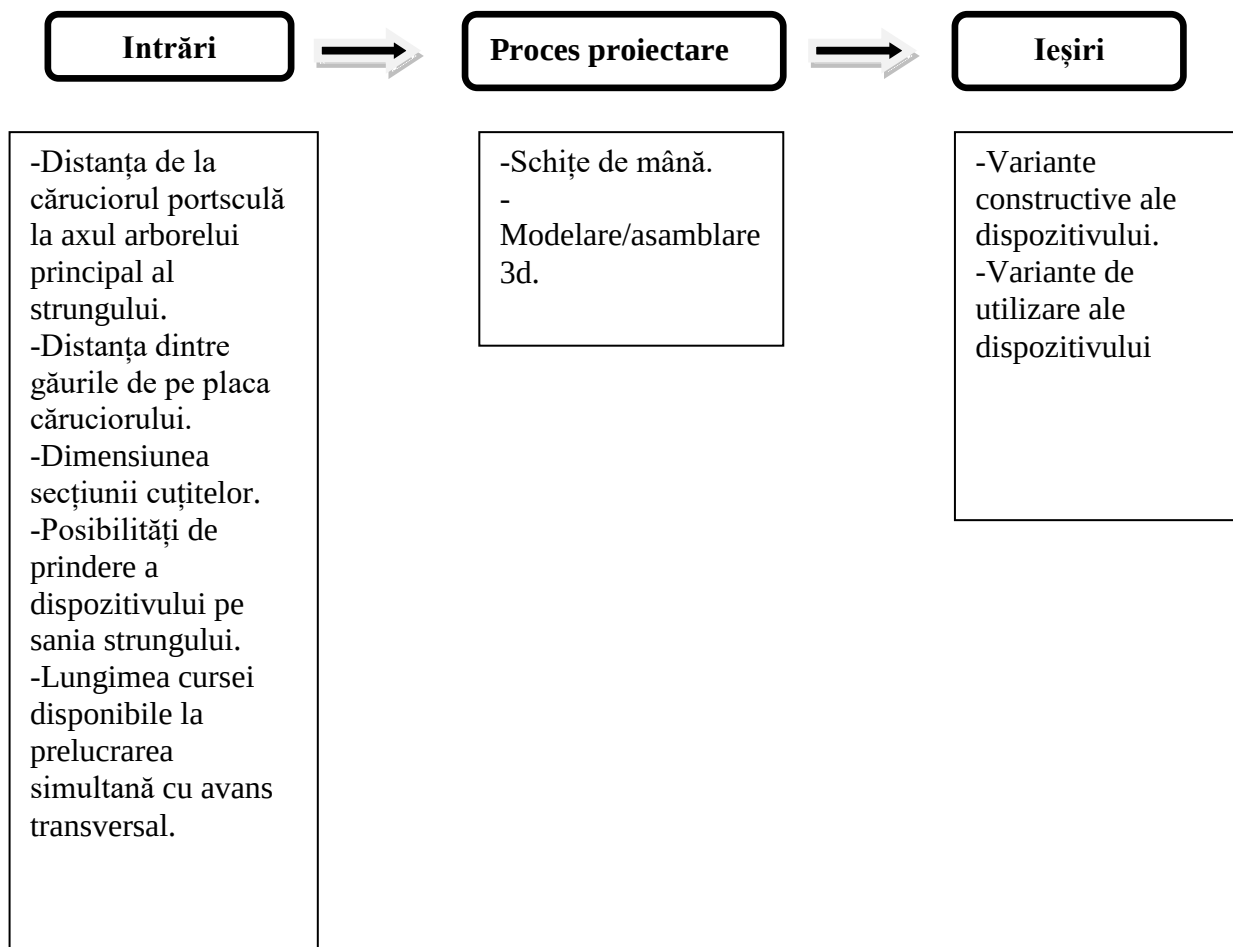
$$N_t = \frac{T_{pi}}{N} + T_a + T_b + T_{dl} + T_{ir} \quad (2)$$

Reducerea cât mai substanțială a normei de timp și ca atare realizarea unui spor important de productivitate, se poate obține acționându-se asupra elementelor sale componente. Sub acest aspect, constituenții normei de timp vor fi clasificați după criteriul factorilor asupra cărora trebuie intervenit în vederea reducerii lor.



3. PROIECTAREA DISPOZITIVULUI

Dispozitivul multicuțit a fost conceput pentru a fi montat pe strungul SN 320 din laboratorul facultății. Pentru a avea toate datele necesare proiectării acestuia s-au făcut măsurători care au servit drept date de intrare. Procesul de proiectare a fost configurat după următoarea structură logică:



La proiectarea acestui dispozitiv am avut în vedere diferite tipuri de piese pe care le-am putea realiza într-un timp mai scurt decât pe strungul cu un singur dispozitiv și obținerea unei posibilități de reglare mari pentru ca gama de piese pe care le putem obține să fie cât mai mare (Fig 1.1)

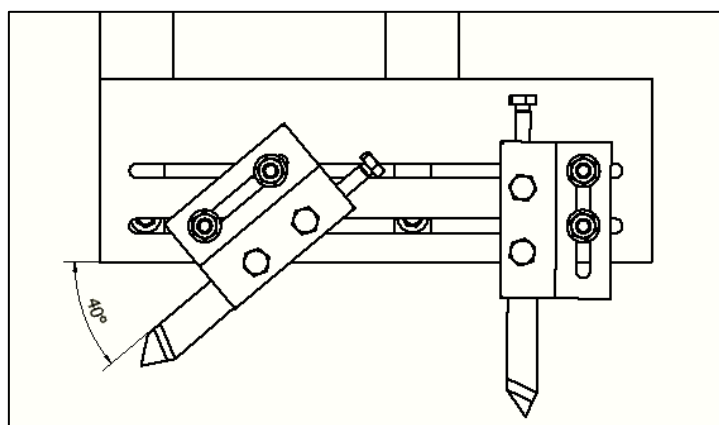


Fig 1.1 Unghiul de înclinare al portcuțitului

-strunjire de degroșare a tronsoanelor cu diametre diferite (Fig 1.2)

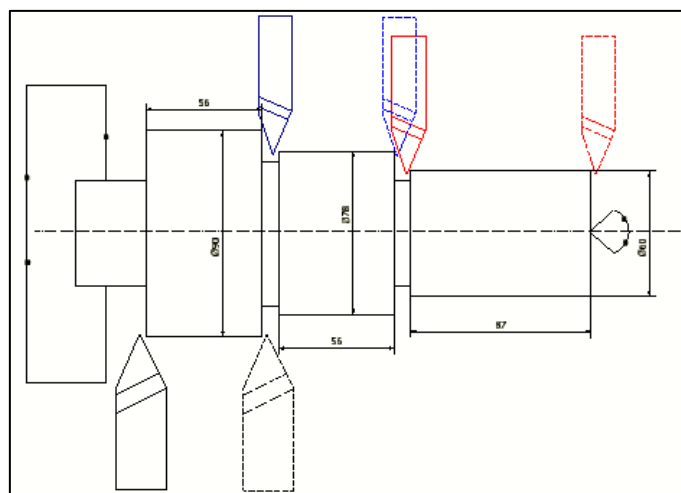


Fig 1.2 Strunjire degroșare

-strunjiri cu avans succesiv (Fig 1.3)

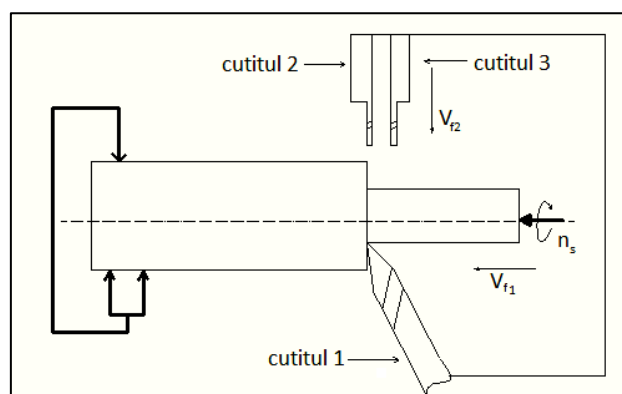


Fig 1.3 Strunjire cu avans succesiv

4.MODEL DE STUDIU AL EFICIENȚEI UTILIZĂRII DISPOZITIVULUI ÎN RAPORT CU VARIANTA CLASICĂ

Piesa etalon prezentată în figura 1.4:

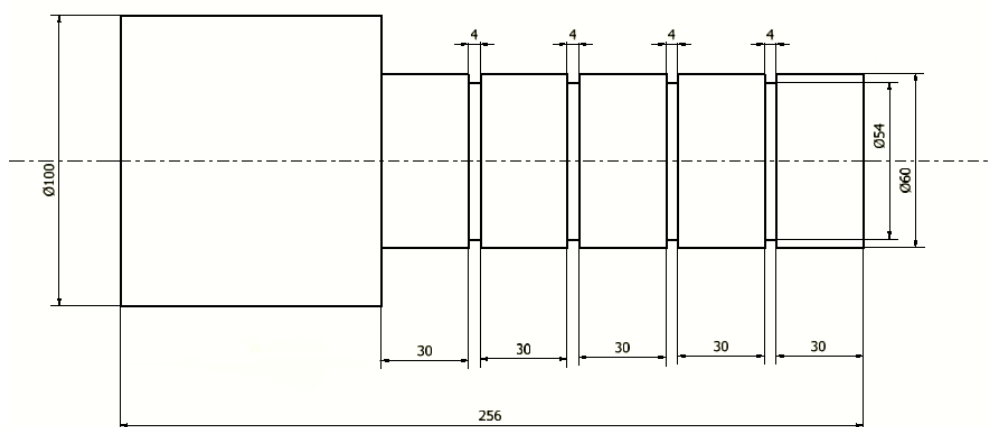
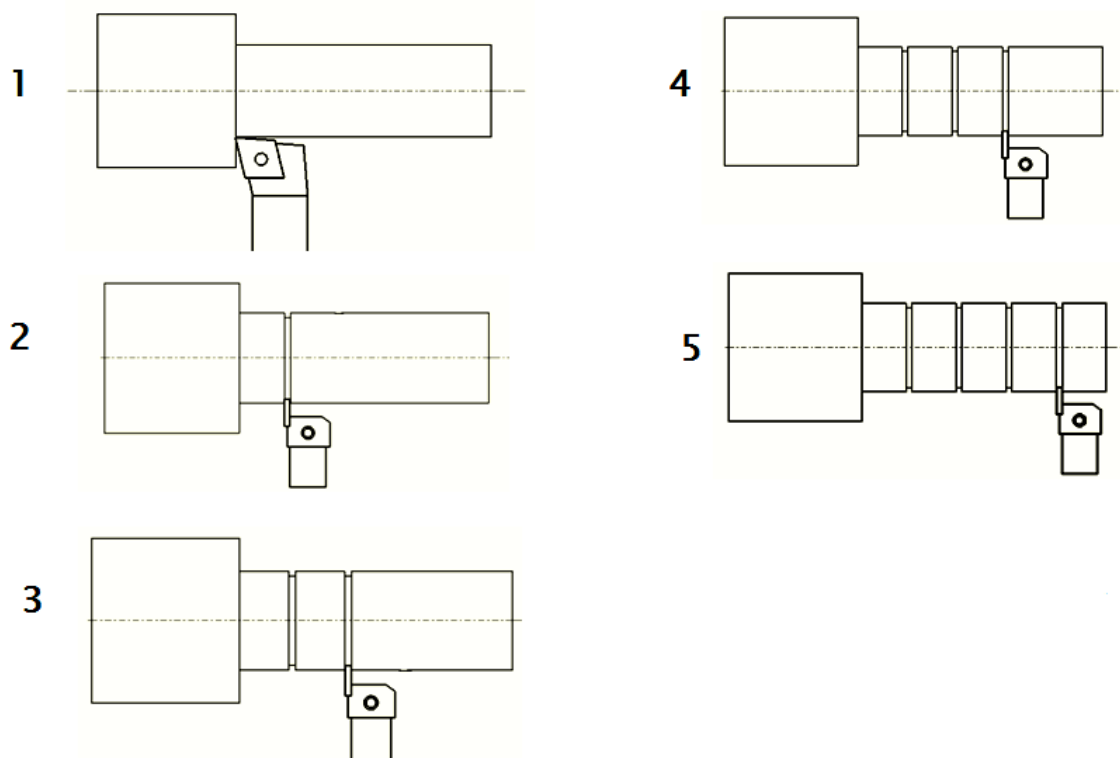
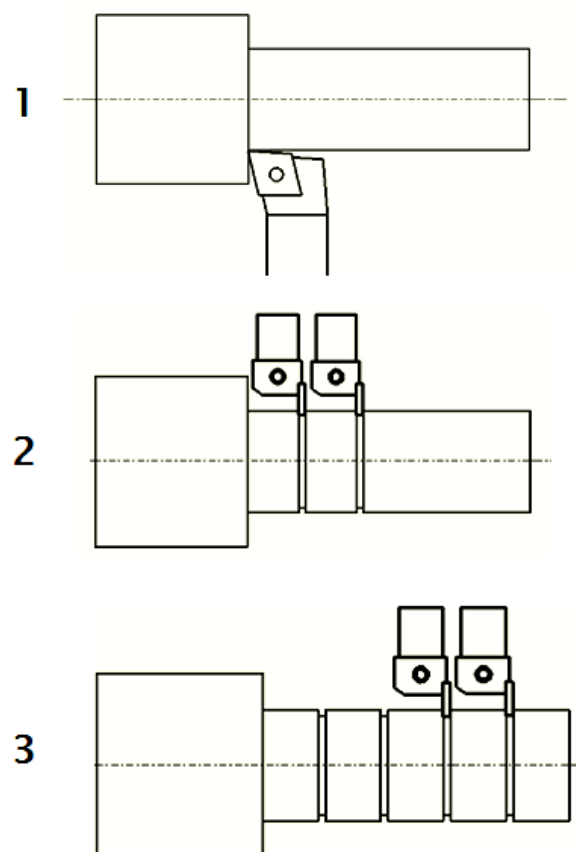


Fig 1.4 Piesa etalon

Procedeul de prelucrare convențional:



Procedeul de prelucrare multicuțit:



Calculul timpului de bază la strunjirea cu avans longitudinal:

$f=0,35$ [mm/rot] , $V_c=226$ [m/min]

$n=1200$ [rot/min]

$$t = \frac{l}{f \cdot n} = 0,4 [\text{min}]$$

$t=24$ sec [sec]

Calculul timpului de bază la strunjirea cu avans transversal:

$F=0,2$ [mm/rot], $V_c=130$ [m/min]

$n=700$ [rot/min]

$l=3$ [mm] –adâncimea canalului

$$t = \frac{l}{f \cdot n} = 0,02 [\text{min}]$$

$t=1,28$ [sec]

Calculul normei de timp se face cu formula:

$$N_t = \frac{T_{pi}}{N} + T_a + T_b + T_{dl} + T_{ir}$$

T_{pi} , T_a , T_{dl} , T_{ir} -se aleg din literatura de specialitate.

$N=100$ bucăți.

Tabel centralizator:

	T_{pi}	T_a	T_b	Timp /buc
Convențional	21 min	1,8 min	0,48 min	2,49 min
Multicuțit	34 min	1,1 min	0,44 min	1,88 min

Se obține o creștere a productivității cu 30% pentru $N=100$ bucăți.

5.REZULTATE

Prelucrarea suprafețelor prin strunjire este un procedeu foarte productiv și reprezintă prima alegere pentru obținerea suprafețelor de revoluție. Strungurile convenționale încă sunt folosite în producția diverselor tipuri de piese datorită prețului mic al mașinii-unelte în comparație cu strungurile de ultimă generație, întreținerea ușoară și personalul care nu necesită o calificare superioară.

Proiectarea și fabricarea acestui dispozitiv a arătat că putem obține o productivitate crescută cu o investiție minimă. Acest dispozitiv a fost fabricat pe mașini-unelte convenționale, disponibile în orice atelier în care se efectuează prelucrări prin așchiere (mașina de frezat, mașina de găurit).

Datorită simplității, operatorul nu întâmpină nici o dificultate în fixarea, reglajul și folosirea lui pe strung. Dispozitivul, datorită posibilității mari de reglare, poate fi considerat ca un accesoriu pentru strung, depozitat în magazia atelierului și în cazul în care fabricarea unei piese este ușurată de folosirea dispozitivului, acesta se poate monta.

Dispozitivul va fi folosit în atelierul facultății în cadrul laboratoarelor disciplinei de specialitate, studenții având ocazia să vadă practic modalități de creștere a productivității. În această privință au fost întocmite 2 lucrări de laborator și un exercițiu care antrenează simțul practic al studentului.

6.CONTRIBUȚII PERSONALE

În cadrul acestei lucrări am realizat un dispozitiv multicutit destinat producției de serie, parcurgând următoarele etape:

1. am proiectat soluția constructivă a dispozitivului pe baza unei mașini unelte existente și a specificațiilor tipurilor de piesele ce urmează a fi prelucrate cu acesta.
2. am modelat 3D componentele dispozitivului și ansamblul format din acestea.
3. am realizat analiza cu element finit a componentelor active ale dispozitivului cu scopul de a verifica pe de-o parte rezistența acestora în cele mai defavorabile condiții de prelucrare, iar pe de altă parte pentru a determina erorile de prelucrare introduse de deformația acestor componente atunci când se află în sarcină.
4. am proiectat tehnologia de fabricație a suportului portcutit, aceasta fiind cea mai complexă componentă din întreg ansamblul.
5. am realizat practic dispozitivul proiectat și l-am testat în prelucrare conform specificațiilor inițiale.
6. pe baza dispozitivului proiectat/realizat am conceput 2 lucrări de laborator pentru studenți, incluzând în acestea atât partea practică cu scop de prezentare cât și componenta de studiu individual pe baza noțiunilor introduse prin acest concept.

BIBLIOGRAFIE

- [1] **Epureanu, A.** (1983) *TCM*, Ed. Tehnică, București;

DETERMINAREA FORTELOR DE ÎNTINDERE DIN ANCORE LA ECHILIBRAREA STÂLPILOR

Timotei GROZA, Ilie HORDOBAN, Sarah SELEVESCHI

anul I, Tehnologia Construcțiilor de Mașini

Coordonator: As. dr. ing. Ioana CRĂCIUN

Cuvinte cheie: Stâlpi, ancore, echilibru

Rezumat: Pornim de la ideea de a fixa un stâlp în poziție verticală pe un plan orizontal prin 3 cabluri fixate prin intermediul unor ancore și luăm axa Y trecând prin punctul de fixare al unuia din cabluri. Adoptând valoarea tensiunii din unul din cabluri, calculăm tensiunile care trebuie aplicate celorlalte 2 cabluri, pentru ca stâlpul să stea drept pe plan.

1. INTRODUCERE

Stâlpii au rolul de a susține conductoarele și se pot clasifica astfel:

- ◆ După rolul pe care îl au: susținere, întindere, traversare.
Stâlpii de susținere servesc la susținerea conductoarelor și sunt folosiți în aliniament.
Stâlpii de întindere se utilizează pentru fixarea conductoarelor și sunt folosiți în puncte de sprijin în lungul liniei, în locuri determinate de condițiile de funcționare a liniei. Toți stâlpii sunt prevăzuți cu dispozitive pentru legarea la nul a tuturor părților metalice ale stâlpului (armătura stâlpului de beton).
- ◆ După material: de lemn, din beton armat.
Stâlpii din beton armat se utilizează pentru liniile de energie electrică, tracțiune electrică și telecomunicații.

Toți stâlpii indiferent de locul lor în cadrul liniei electrice se pot monta cu ancoră. Ancora se montează pe direcția rezultantei forțelor de tracțiune ale conductoarelor. [5]

2. CONSIDERAȚII TEORETICE

Stâlpul este un solid rigid, aflat în echilibru astfel încât poziția sa este verticală. Această condiție se realizează atunci când rezultanta ce acționează asupra lui este verticală.

Lucrarea de față își propune ca prin aplicarea forțelor de ancore, stâlpul să stea în echilibru, fără a lua în considerare alte forțe decât cele de ancorare.

Soluția problemei se aplică la orice stâlp. Oricare alt sistem de forțe ce solicită stâlpul se poate trata separat, scriind noi ecuații de echilibru în urma utilizării metodei de mai jos. Valorile forțelor rezultate prin echilibrarea noului sistem se pot de asemenea distribui pe ancore.

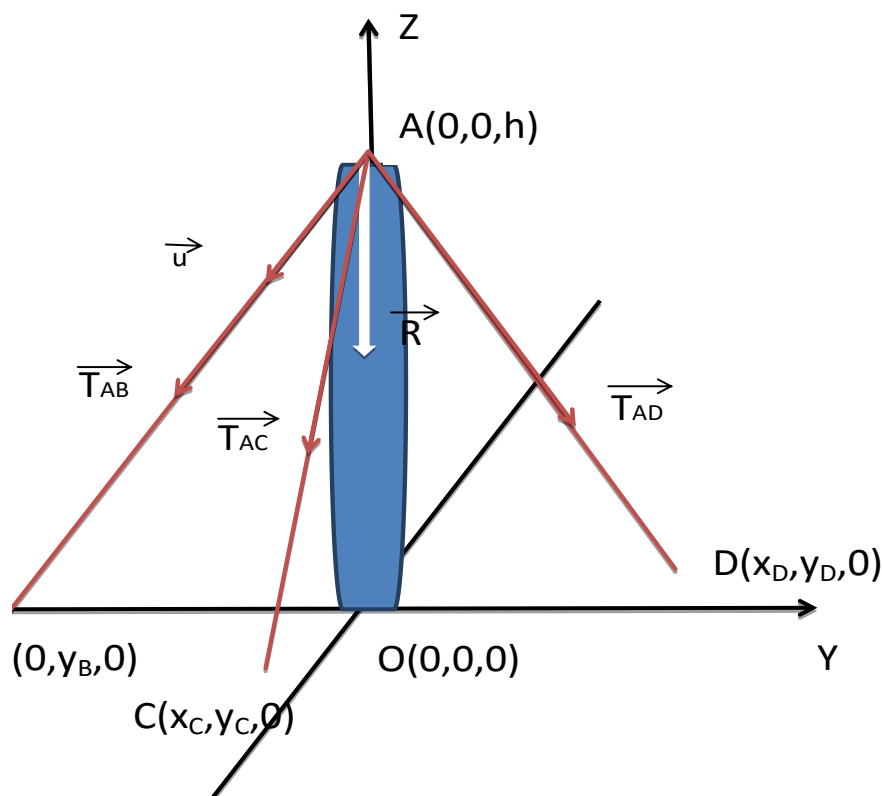


Fig. 1.

Stâlpul este un solid rigid, ruperea echilibrului are loc prin rotire în jurul punctului de contact cu solul.

Condiția ca vectorul rezultant $M_0=0$ este îndeplinită dacă vectorul rezultant al forțelor din ancore trece prin punctul de contact cu solul, (O).

Pentru această condiție de echilibru este necesar ca vectorul rezultant $\vec{R}$ să fie coliniar cu stâlpul, adică $R_x=R_y=0$.

Forțele de ancorare se determină prin rezolvarea sistemului de ecuații scalare de echilibru:

$$\begin{cases} R_x = 0 \\ R_y = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Componenta R_z se utilizează la dimensionare. [2]

3. BREVIAR DE CALCUL

Determinarea valorilor forțelor din ancore se calculează astfel: se adoptă versorul $\vec{u}$ al direcției ancorei, cu ajutorul căruia se scriu relațiile:

$$\overrightarrow{AB} = \vec{u} \cdot AB \quad (2)$$

$$\overrightarrow{T_{AD}} = \vec{u} \cdot T_{AB} \quad (3)$$

În urma alegerii axelor ca în figură alăturată, coordonatele punctelor de fixare vor fi:

$$\begin{aligned} A(0,0,h) \\ B(0,y_B,0) \\ C(x_C,y_C,0) \\ D(x_D,y_D,0) \end{aligned}$$

Exprimarea forțelor se face folosind formulele:

$$\overrightarrow{T_{AB}} = \frac{T_{AB}}{AB} \cdot \overrightarrow{AB} \quad (4)$$

$$\overrightarrow{T_{AC}} = \frac{T_{AC}}{AC} \cdot \overrightarrow{AC} \quad (5)$$

$$\overrightarrow{T_{AD}} = \frac{T_{AD}}{AD} \cdot \overrightarrow{AD} \quad (6)$$

În relațiile (4), (5), (6):

$$\overrightarrow{AB} = (x_B - x_A)\vec{i} + (y_B - y_A)\vec{j} + (z_B - z_A)\vec{k} \quad (7)$$

$$\overrightarrow{AC} = (x_C - x_A)\vec{i} + (y_C - y_A)\vec{j} + (z_C - z_A)\vec{k} \quad (8)$$

$$\overrightarrow{AD} = (x_D - x_A)\vec{i} + (y_D - y_A)\vec{j} + (z_D - z_A)\vec{k} \quad (9)$$

$$AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2} \quad (10)$$

$$AC = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2 + (z_C - z_A)^2} \quad (11)$$

$$AD = \sqrt{(x_D - x_A)^2 + (y_D - y_A)^2 + (z_D - z_A)^2} \quad (12)$$

Aplicând condiția de echilibru rezultă sistemul de ecuații:

$$\begin{cases} \frac{T_{AD}}{AD} \cdot y_B + \frac{T_{AB}}{AB} \cdot y_B + \frac{T_{AC}}{AC} \cdot y_C = 0 \\ -\frac{T_{AD}}{AD} \cdot x_D = \frac{T_{AC}}{AC} \cdot x_C \end{cases} \quad (13)$$

Prin rezolvarea sistemului se obțin:

$$T_{AC} = T_{AB} \cdot \frac{AC}{AB} \cdot \frac{x_D \cdot y_B}{-y_C \cdot x_D + x_C \cdot y_D} \quad (14)$$

$$T_{AD} = -T_{AB} \cdot \frac{AD}{AB} \cdot \frac{x_C \cdot y_B}{-y_C \cdot x_D + x_C \cdot y_D} \quad (15)$$

Pentru dimensionarea stâlpului se determină: [3]

$$R_z = h \cdot \frac{T_{AB}}{AB} + \frac{T_{AC}}{AC} + \frac{T_{AD}}{AD} \quad (16)$$

4. REZOLVAREA SISTEMULUI DE ECUAȚII CU AJUTORUL PROGRAMULUI MATLAB

S-a elaborat în programul MatLab o subrutină denumită [TAC,TAD,Rz]=Tensiunile_cablurilor(TAB,yB,xC,yC,yD,xD,h) pentru calculul tensiunilor libere.

```
function [ TAC, TAD,Rz ] = Tensiunile_cablurilor(TAB,yB,xC,yC,yD,xD,h)
%A(0,0,h)
%B(0,yB,0)
%C(xC,yC,0)
%D(xD,yD,0)

%AB=sqrt((xB-xA)^2+(yB-yA)^2+(zB-zA)^2)
%AC=sqrt((xC-xA)^2+(yC-yA)^2+(zC-zA)^2)
%AD=sqrt((xD-xA)^2+(yD-yA)^2+(zD-zA)^2)

AB=sqrt(yB^2+h^2)
AC=sqrt(xC^2+yC^2+h^2)
AD=sqrt(xD^2+yD^2+h^2)

TAC=TAB*(AC/AB)*(xD*yD)/(-yC*xD+xC*yD)
TAD=-TAB*(AD/AB)*(xC*yB)/(-yC*xD+xC*yD)

Rz=-h*(TAB/AB+TAC/AC+TAD/AD)

end [1]
```

Pentru verificarea acesteia s-a efectuat un exemplu.

```
function Exemplu_de_calcul_al_tensiunilor
h=20
yB=-15
xC=5
yC=7
xD=-10
```

```
yD=7  
TAB=3000 %N  
[ TAC, TAD,Rz] = Tensiunile_cablurilor(TAB,yB,xC,yC,yD,xD,h)  
  
end [1]
```

BIBLIOGRAFIE

- [1] **Bănică, M.**, *Informatică aplicată2- Programul MatLab - note de curs*
- [2] **Crăciun, I.**, *Mecanica 1, Statica - note de curs*
- [3] **Sarian, M.**, *Probleme de Mecanică. Pentru ingineri și subingineri*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1975
- [4] **Tașcu I., Pop S.M.**, *Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială*, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 195 pag., 2007, ISBN 978-973- 751-636-7.
- [5] *** http://www.ce.tuiasi.ro/~chereches/L1_LEA.pdf
- [6] *** <http://www.ancoraje.ro/pdf/utilitati/procedura-instalare.pdf>
- [7] *** <http://www.uzina-concordia.ro/>

PRELUCRAREA UNEI MATRIȚE DE INJECTAT PLASTIC UTILIZÂND SOFT-UL NX CAM

Șandor MOLNAR, anul I, anul IV, Tehnologia Construcțiilor de Mașini
Coordonator: Ș.I. dr. Ing. Vlad DICIUC

Cuvinte cheie: echipamentele de detecție și semnalizare incendii

Rezumat: *Lucrarea prezintă utilizarea softului CAM (Computer Aided Manufacturing/Fabricație asistată de calculator) NX de la Siemens pentru a realiza tehnologia de prelucrare pentru matrița de injectat plastic, care ar fi foarte greu sau imposibil de realizat prin programare manuală. Studiul cuprinde și alegerea materialului matriței, alegerea sculelor pentru prelucrare și alegerea tehnologiei de prelucrare.*

1. INTRODUCERE

Odată cu progresul tehnologic al mașinilor unelte cu comandă numerică, este nevoie și de un progres al modalității de programare al acestora. Acest fapt, a condus la utilizarea unor softuri CAM, care să ușureze munca programatorului.

Odată cu apariția acestor softuri, programatorul trebuie să contribuie la acest progres printr-o căutare continuă a unor soluții mai bune, metode noi, folosind cele mai noi tehnologii.

Problematica abordată în această lucrare se referă la prelucrarea unei matrițe de injectat plastic și la găsirea celor mai performante scule așchietoare și strategiile de așchiere cele mai optime din punct de vedere al timpului și al utilizării materialului.

2. CAPITOLE

Capitolul 1 - Introducere

Capitolul 2 al lucrării conține informații generale privind materialele plastice și procesul de injecție plastică, care este un proces de fabricație care constă în injectarea unui material plastic topit într-o matriță de formare.

Diversitatea pieselor care se pot obține, prin acest procedeu, este foarte mare, de la capace, carcase de diverse tipuri, fișe electrice până la componente de caroserii auto.

Capitolul 3 cuprinde descrierea matriței de injectat plastic (fig.1.), care în cazul de față, este formată din mai multe componente precum :

Semi-matrița A și B, care au rol activ în formarea piesei. Plasticul topit este injectat, prin rețeaua de injecție și ajunge în cavitate.

Semi-matrița A, alunecă pe coloanele de ghidare care îi asigură o suprapunere corectă peste semi-matrița B.

Cilindrul de fixare a pinilor, are rol activ în formarea piesei.

Cilindrul este fixat în semi-matrița B, de cepul de fixare, care împiedică deplasarea ei în timpul procesului de injecție.

După ce am analizat toate componentele am ajuns la concluzia că, datorită suprafețelor înclinate și a formei complexe, semi-matrițele sunt componentele cele mai greu de prelucrat, fapt care impune utilizarea unui soft CAM pt. generarea tehnologiei de prelucrare

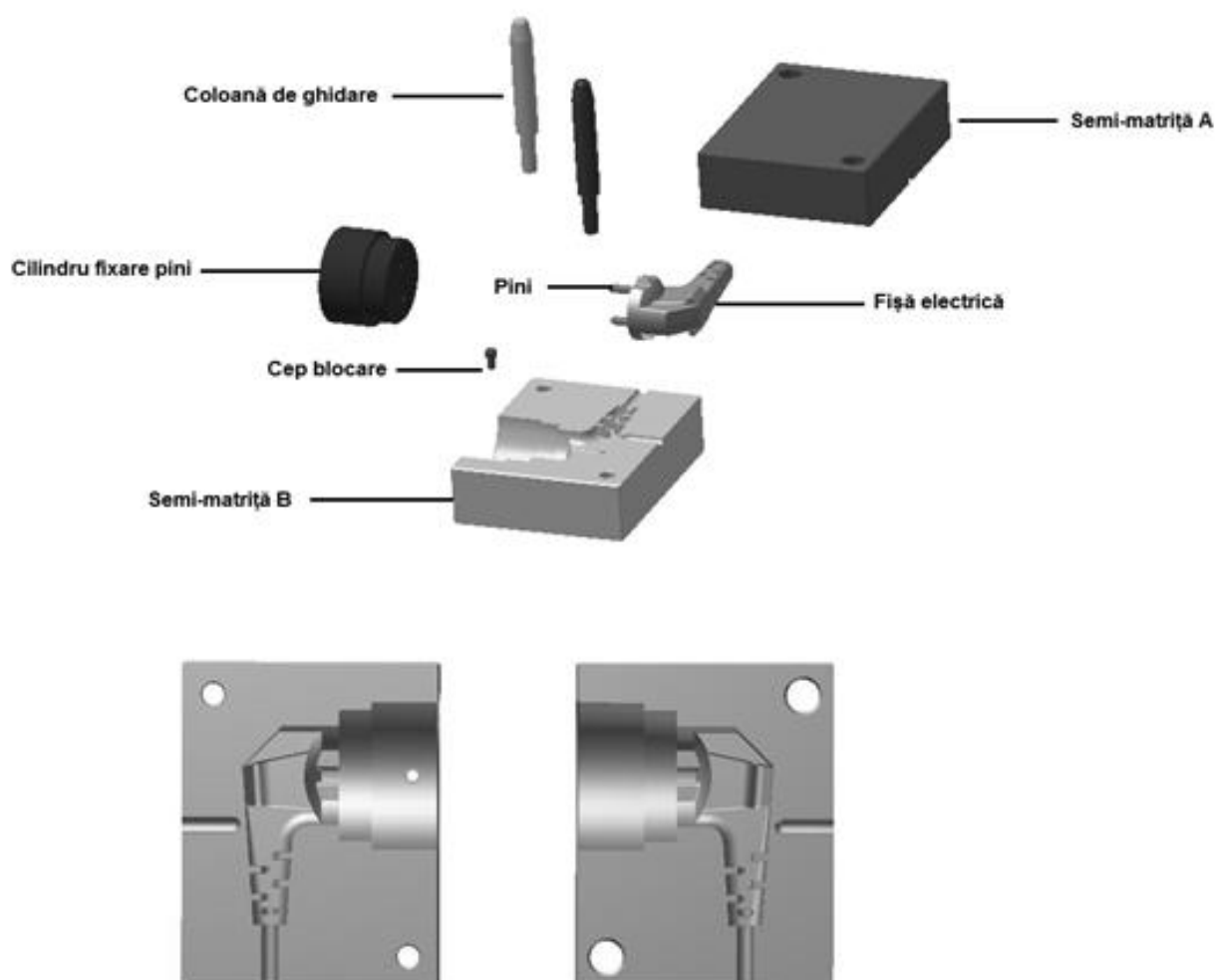


Fig.1. Matriță de injectat plastic

Capitolul 4 - Am întocmit un itinerar tehnologic, pentru a putea identifica prelucrările necesare și pentru alegerea sculelor.(fig.2.)

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1. Frezare degroșare plană | 8. Teșire gaură Ø 8 |
| 2. Frezare de degroșare_1 cavitate | 9. Teșire muchii |
| 3. Frezare de degroșare_2 cavitate | 10. Lărgire gaură Ø 6 |
| 4. Frezare semi-finisare cavitate | 11. Alezare gaură Ø 8 |
| 5. Frezare finisare cavitate | 12. Alezare gaură Ø 54 |
| 6. Burghiere Ø 8 | 13. Alezare gaură Ø 48 |
| 7. Burghiere Ø 4 | 13. Teșire gaură Ø 54 |

Fig.2. Itinerar tehnologic

Materialul din care se prelucrează matrița este P20(DIN 1.2738) un oțel folosit în turnarea plastică,cu proprietăți bune de lustruire și rezistență la uzură.

Prelucrarea se va face pe mașina de frezat cu comandă numerică, DMC 635 V , de la DMG MORI.

De asemenea am ales și sculele,ținând cont de materialul semifabricatului și de mașina unealtă. La alegerea sculelor au fost provocări datorită materialului din care se prelucrează matrița,care este un oțel călit cu duritate HRC 30 și datorită faptului că semi-matrița are suprafețe cu raze de racord foarte mic.(fig.3.)

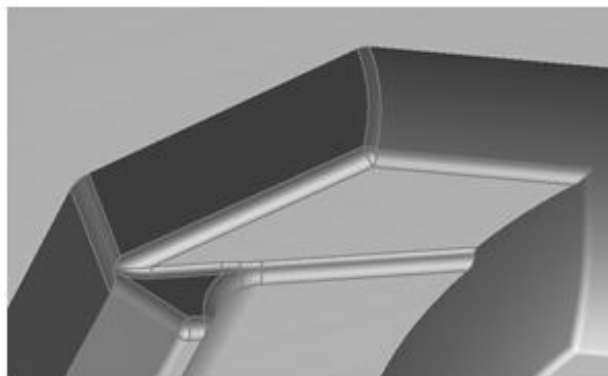
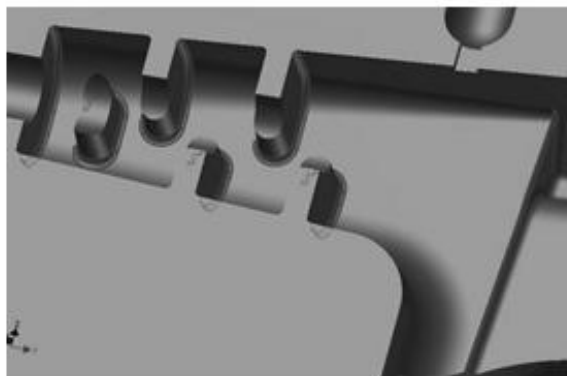


Fig. 3. Raze de racord

După alegerea sculelor, am calculat regimurile de așchiere corespunzătoare și cu ajutorul softului NX, am generat traseele sculelor. (fig.4.)

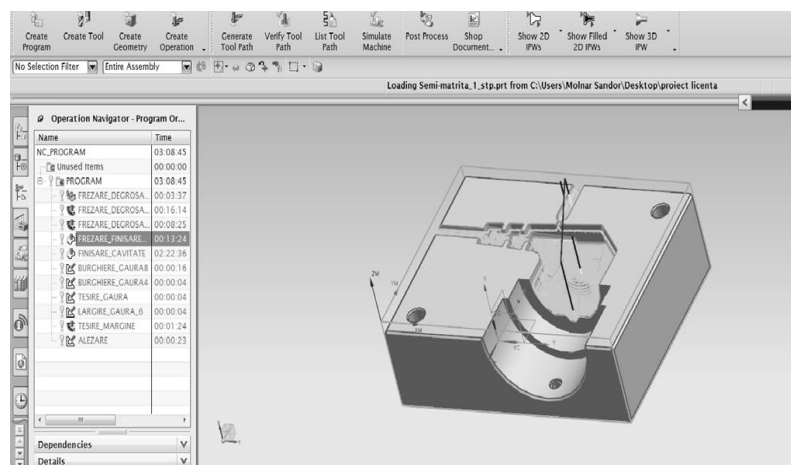


Fig.4. Simulare prelucrare

Pentru prelucrarea suprafeței în care se așează cilindrul cu pini în semi-matriță, este nevoie ca prelucrarea să se facă în poziție asamblată, pentru a asigura precizia necesară.(fig.5.)

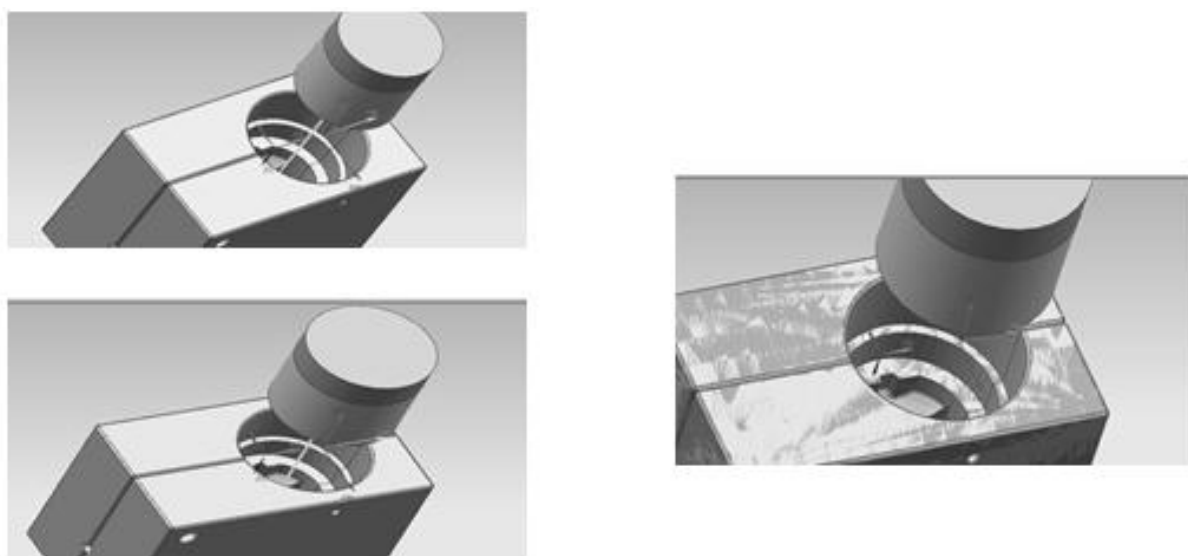


Fig.5. Prelucrare în poziție asamblată

3. REZULTAE

Pe baza modelului 3D,furnizat de client, împreună cu specificațiile funcționale ale matriței, am analizat matrița și am identificat zonele cu probleme.

Pe baza materialului matriței am ales sculele necesare și am calculat regimurile de așchiere corespunzătoare și am generat, cu ajutorul softului CAM NX de la Siemens, traseul de sculă.

Tot cu ajutorul softului NX, am putut realiza și o simulare a prelucrării. Pe baza simulării am realizat, că pentru prelucrarea găurii în care se așează cilindrul cu pini,este nevoie ca prelucrarea să se facă în poziție asamblată.

Dificultățile majore în cea ce privește SDV-istica necesară prelucrării unor astfel de piese, o reprezintă însuși configurația lor. Din acest motiv se recomandă optimizarea formei matriței înainte de generarea tehnologiei de prelucrare.

4. CONCLUZII

Am realizat un studiu bibliografic cu privire la procedeul de injectare a maselor plastice și la SDV-istica necesară.

Am analizat ansamblul 3D al matriței si am optimizat forma acestuia conform principiilor tehnologicității pieselor de acest tip.

Pe baza configurației matriței, a materialului din care este realizată și a mașinii unelte pe care urmează a fii prelucrată, am ales adaosurile de prelucrare, sculele așchietoare și regimurile de așchiere aferente acestora.

Am realizat tehnologia de prelucrare a semi-matrițelor utilizînd softul CAM NX de la SIEMENS iar pentru reperele simple, tehnologia de prelucrare utilizînd mașini unelte convenționale.

BIBLIOGRAFIE

- [1] V. Diciuc ,Curs Fabricație pe MUCN asistată de calculator

.

.

DETERMINAREA TENSIUNILOR ȘI DEFORMAȚIILOR MAXIME PENTRU UN ARBORE SOLICITAT LA ÎNCOVOIERE CU RĂSUCIRE FOLOSIND AUTOCAD MECHANICAL ȘI MATLAB

NAGY ANDREA

anul II - Echipamente pentru Procese Industriale

Coordonator: Conf. univ. dr. ing. Flavia Suci

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Centrul Universitar Nord din Baia Mare
Facultatea de Inginerie

Rezumat: *Tema abordată în cadrul lucrării este verificarea unui arbore solicitat la încovoiere cu răsucire. Lucrarea are ca scop prezentare metodei de determinare cu ajutorul AutoCAD Mechanical a caracteristicilor geometrice ale secțiunii arborelui, a momentelor încovoietoare produse de forțele aplicate arborelui, forțe cuprinse în două plane perpendiculare ce conțin axa arborelui, vertical și orizontal, și a deplasărilor corespunzătoare acestora. De asemenea, în lucrare se prezintă o aplicație în Matlab cu ajutorul căreia se face prelucrarea datelor obținute în prima etapă și se face calculul momentelor încovoietoare echivalente, a tensiunilor și deformațiilor rezultante, pentru secțiunile periculoase. Lucrarea are scopul de a dobândi abilitați de utilizare a programelor de proiectare asistată pe baza cunoștințelor teoretice și aplicative acumulate la disciplinele studiate.*

Cuvinte cheie: *încovoiere cu răsucire, încovoiere dublă, momente încovoietoare, deplasări, moment încovoietor echivalent, deplasări rezultante*

1. Introducere

Una din problemele frecvent întâlnite în practica inginerescă și mai ales într-o primă etapă de formare, de acumulare de cunoștințe și câștigarea de abilități practice, la disciplinele și proiectele studiate în facultate de studenții de la specializările de inginerie, este cea cu privire la calculul de verificare, din punct de vedere al condiției de rezistență și din punct de vedere al condiției de rigiditate a unui arbore cu secțiune circulară sau inelară supus la solicitarea compusă de încovoiere cu răsucire.

Solicitarea poate fi produsă de forțe aplicate arborelui ca forțe tangențiale pe roți solidarizate cu arborele, care fac parte din transmisii cu curele sau de forțele din angrenare, tangențiale și radiale, dacă roțile montate pe arbore fac parte dintr-o transmisie cu roți dințate.

În ambele situații forțele care acționează asupra roților se reduc pe axa arborelui la forțe perpendiculare pe axă, care produc momente încovoietoare, care variază în lungul arborelui și la momente care au ca suport axa arborelui și produc solicitarea de răsucire. Deoarece la solicitarea de încovoiere în secțiunea arborelui există tensiuni normale, iar la solicitarea de răsucire tensiuni tangențiale, compunerea acestora, deoarece nu au aceeași direcție, se face pe baza teoriilor de rezistență. Acestea permit ca, pe baza momentului încovoietor și a momentului de torsiune corespunzătoare unei secțiuni, să se calculeze un moment încovoietor echivalent cu ajutorul căruia calculul de verificare și de dimensionare pentru solicitarea compusă se face cu aceleași relații de la încovoierea simplă.

De cele mai multe ori forțele perpendiculare pe arbore sunt cuprinse în plane longitudinale de simetrie ale arborelui, dar nu sunt neapărat coplanare, motiv pentru care apare încovoierea oblică sau dublă caracterizată de momente încovoietoare orientate după două axe perpendiculare, axele principale centrale de inerție ale secțiunii. Metodele de calcul pentru soluționarea unor astfel de probleme sunt cunoscute de la disciplinele Mecanică, Rezistența materialelor, Mecanisme și Organe de mașini. Deoarece volumul de desene și calcule necesare este relativ mare, lucrarea are ca scop găsirea datelor necesare cu eficiență sporită pe baza opțiunilor pe care le oferă programele de proiectare asistată de calculator.

2. Etapele calculului de verificare a unui arbore solicitat la încovoiere cu răsucire

În secțiunea transversală a unui arbore solicitat la încovoiere cu răsucire pot exista eforturile $M_x = M_t, M_i = M_y, M_i = M_z$, momente orientate după axa barei și după axele principale ale secțiunii. În punctele cele mai solicitate, care se află pe contur, apar concomitent tensiuni normale σ și tensiuni tangențiale τ [3].

Pentru arbori cu secțiune circulară sau inelară acestea se calculează cu relațiile:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_i}{W} \quad ; \quad \tau_{\max} = \frac{M_t}{W_p}, \quad (1)$$

în care M_i este momentul încovoietor, M_t este momentul de răsucire, $W = W_z = W_y$ reprezintă modulul de rezistență axial iar W_p este modulul de rezistență polar.

Utilizând relațiile de calcul ale celor două module de rezistență [5]:

$$\text{- secțiune circulară: } W_p = \frac{\pi d^3}{16} ; W = \frac{\pi d^3}{32} ; W_p = 2W, \quad (2)$$

$$\text{- secțiune inelară: } W_p = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{16D} ; W = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D} ; W_p = 2W, \quad (3)$$

relația de calcul a tensiunii echivalente stabilită de teoria a III a de rezistență este:

$$\sigma_{\text{ech}} = \frac{1}{W} \cdot \sqrt{M_i^2 + M_t^2}. \quad (4)$$

Se deduce că relația de calcul a momentului încovoietor echivalent, pe baza teoriei tensiunii tangențiale maxime, teoria a III a de rezistență, recomandată în cazul materialelor tenace, este:

$$M_{\text{ech III}} = \sqrt{M_i^2 + M_t^2} = \sqrt{M_z^2 + M_y^2 + M_t^2}. \quad (5)$$

Pentru diagramele momentelor M_z și M_y se determină reacțiunile verticale V_A , V_B și reacțiunile orizontale H_A , H_B . Reacțiunile rezultante se obțin cu:

$$R_A = \sqrt{V_A^2 + H_A^2} ; \quad R_B = \sqrt{V_B^2 + H_B^2} \quad (6)$$

Pentru determinarea deplasărilor se utilizează încărcările din două plane perpendiculare pentru care, pentru fiecare separat, se pot determina, cu metodele stabilite la încovoierea simplă, dintre care cea care are un grad mai mare de generalizare este *Metoda parametrilor inițiali*, deplasările în cele două plane, deplasarea pe verticală δ_v și deplasarea pe orizontală δ_h . Deplasarea rezultantă a centrului de greutate al secțiunii se obține cu:

$$\delta = \sqrt{\delta_v^2 + \delta_h^2} \quad (7)$$

În concluzie, pentru verificarea unui arbore solicitat la încovoiere cu răsucire trebuie parcurse următoarele etape:

1. Forțele aplicate se descompun în componente situate în două plane perpendiculare, de obicei planele vertical și orizontal.
2. Se trasează diagrama momentelor încovoietoare M_z , ținând cont de încărcarea din plan vertical, după ce se determină și reacțiunile verticale.
3. Se determină fibra medie deformată ținând cont de forțele verticale.
4. Se trasează diagrama momentelor încovoietoare M_y , ținând cont de încărcarea din plan orizontal, după ce se determină și reacțiunile orizontale.
5. Se determină fibra medie deformată ținând cont de forțele orizontale.
6. Se trasează diagrama momentelor de torsiune. Acestea se calculează în funcție de forțele periferice sau în funcție de puterea transmisă.
7. Se calculează momentul echivalent pentru secțiunile periculoase, în care diagramele momentelor încovoietoare au valori maxime. Cu momentul încovoietor echivalent maxim se determină tensiunea echivalentă maximă.
8. În secțiunile periculoase, în care deplasările δ_v și δ_h au valori maxime, se determină deplasările rezultante.
9. Cunoscând componentele orizontale și verticale ale reacțiunilor, acestea se compun pentru a obține reacțiunile din lagăre.
10. Cunoscând deplasările rezultante și lungimile segmentelor de pe arbore se pot determina rotirile secțiunilor în dreptul lagărelor, care în funcție de varianta constructivă au diferite valori limită.

Descompunerea forțelor se face pentru fiecare caz în parte în funcție de varianta constructivă, etapele 2, 3, 4, 5, 6 se realizează cu ajutorul AutoCad Mechanical, iar pentru etapele 7, 8, 9, 10 se utilizează o aplicație în Matlab, scrisă pe baza relațiilor de calcul prezentate anterior. Această aplicație utilizează ca date de intrare datele problemei, sarcini, dimensiuni, varianta constructivă dar și elemente ce se obțin în primele etape în AutoCAD.

4. Studiu de caz

4.1 Enunțul problemei și identificarea sarcinilor

Să se verifice, folosind teoria a III a de rezistență, arborele din figura 1 solicitat prin forțele din curele $F_1 = 7 \text{ kN}$, $F_2 = 2 \text{ kN}$, $P_2 = 8 \text{ kN}$, $P_1 = ? \text{ kN}$. Se cunosc: diametrul arborelui

$d=100$ mm, distanțele $a = c = 0,3$ m și $b=0,4$ m și diametrele roților de curea $D_1 = 1500$ mm și $D_2 = 1800$ mm .

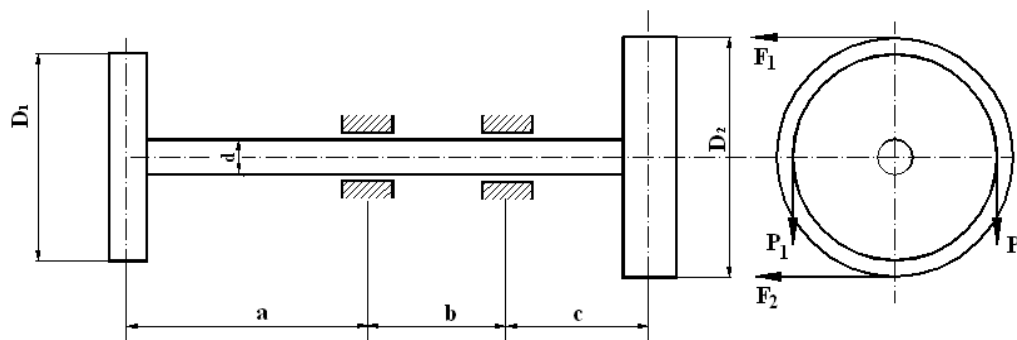


Fig.1 Studiu de caz

Se determină momentul de torsiune și din condiția de echilibru forța necunoscută.

$$M_t = (F_1 - F_2) \frac{D_2}{2} = 45 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_t = (P_2 - P_1) \frac{D_1}{2} = 45 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm} ; P_1 = P_2 - \frac{2 \cdot M_t}{D_1} = 2 \cdot 10^3 \text{ N} = 2 \text{ kN}$$

4.2 Determinarea succesivă a mometelor încovoietoare, reacțiunilor și deplasărilor, corespunzătoare sarcinilor orizontale și sarcinilor verticale.

Se observă din figură că forțele de pe prima roată, reduse pe axa arborelui, acționează în plan vertical , iar cele de pe roata a II a acționează în plan orizontal. Deci pentru determinarea momentelor încovoietoare și a deformațiilor corespunzătoare se vor analiza succesiv două solicitări de încovoiere, produse de forțele verticale $(P_1 + P_2) = 10 \text{ kN}$, aplicate pe capătul din dreapta al arborelui și forțele orizontale $(F_1 + F_2) = 9 \text{ kN}$, aplicate pe capătul din stânga al arborelui, parcurgând succesiv următoarele etape [1]:

1. Se reprezintă pe baza dimensiunilor cunoscute arborele studiat și secțiunea acestuia.
2. Se determină, cu comanda **Contentent / Calculation / Moment of inertia** caracteristicile geometrice ale secțiunii arborelui. Urmând indicațiile din linia de comandă se obține un bloc de rezultate în care sunt date momentele de inerție și aria secțiunii, bloc ce va fi folosit ulterior la determinarea deformațiilor (fig.2).



Caracteristici geometrice ale secțiunii

I_1 [mm ⁴]	4918111
I_2 [mm ⁴]	4918111
S_x [mm ³]	51
S_y [mm ³]	51
A [mm ²]	7853.981

Fig.2 Bloc rezultate caracteristici geometrice

3. Se dă comanda **Contentent / Calculation / Deflection line**
4. Se selectează un punct pe blocul momentelor de inerție, după care apare o fereastră de comandă în care se aleg materialul, reazemele, sarcinile și poziția acestora.

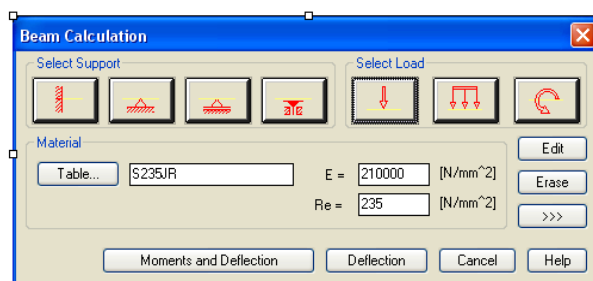


Fig.3 Fereastră de comandă

Pentru cazul studiat se reprezintă în dreptul lagărelor un reazem simplu și o articulație și o forță concentrată de 10 kN pe capătul din stânga. După ce datele necesare au fost introduse selectând **Moments and Deflection** programul va genera, utilizând ca linie de referință axa arborelui, diagrama M_z , reacțiunile verticale și fibra medie deformată corespunzătoare deplasărilor verticale (fig.4). De asemenea va furniza un bloc de rezultate din care, pentru cazul analizat sunt necesare momentul maxim și săgeata maximă. Aceste date permit să fie determinate pe baza mărimii segmentelor de reprezentare, alte valori din diagramele respective, care ar putea fi necesare, fără să fie indicate explicit în blocul rezultatelor. Mărimea segmentelor utile se obține prin cotare cu **Annotate/ Power Dimensioning**.

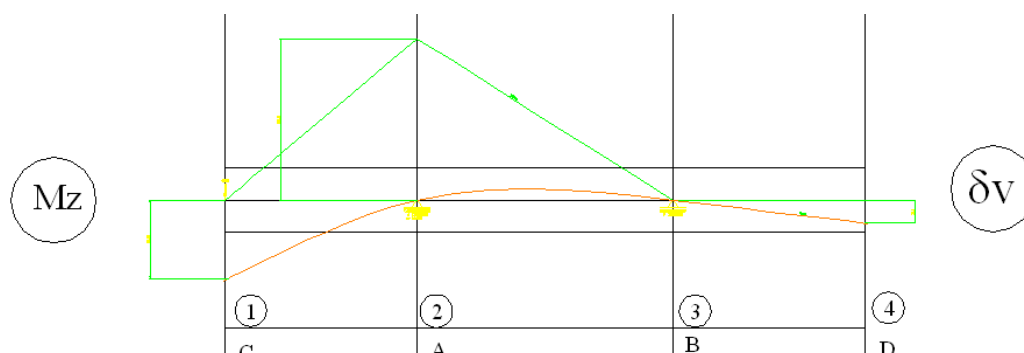


Fig.4 Efectul forțelor verticale – momente și deformații

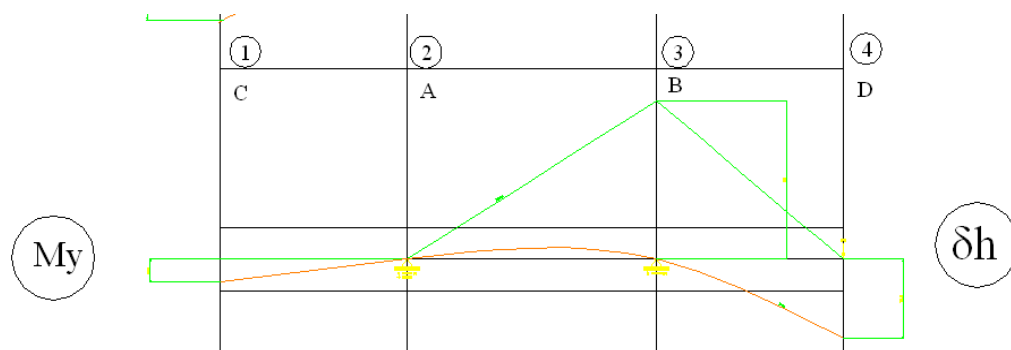


Fig. 5 Efectul forțelor orizontale – momente și deformații

5. Se reprezintă din nou arborele, parcurgând din nou poziționarea reazemelor și introducând ca încărcare forțele orizontale în capătul din dreapta. Aceste etape se parcurg succesiv deoarece programul nu permite decât aplicarea de forțe coplanare. Programul va genera diagrama de variație a momentului încovoietor M_y , reacțiunile orizontale și fibra medie deformată corespunzătoare deplasărilor orizontale (fig. 5)

6. Deoarece sunt determinate toate datele pentru cele două încovoieri care se suprapun în încovoierea dublă, se va reprezenta diagrama momentelor de torsiune pentru a putea identifica secțiunile periculoase. Prelucrarea datelor determinate, pentru compunerea tensiunilor și deformațiilor se va face cu ajutorul Matlab [2], [4].

1. Efectul forțelor verticale:

- Moment încovoietor M_x
- Deplasare a verticală δ_v

Moment of Inertia	I_1	[m ⁴]	4918011
Moment of Inertia	I_2	[m ⁴]	4918011
Moment of Inertia	I_{eff}	[m ⁴]	4918011
Max. Border Dist.	b_{max}	[m]	51
Safety Factor			29.4481
Yield Point	σ_y	[N/mm ²]	911
E-Modulus	E	[N/mm ²]	210111
Material			50CrMo4
Max.Deflection	δ_1	[mm]	1206223
Max.Bending Moment	M_{b1}	[Nm]	3011
Max.Deflection	δ_2	[mm]	1
Max.Bending Moment	M_{b2}	[Nm]	1
Max.Stress	Res.	[N/mm ²]	31562
Max.Deflection	δ_{res}	[mm]	1206223
Max.Bending Moment	M_{bres}	[Nm]	3011
Scale for Defl. Line			619.81
Scale for Bending Mom. Line			111.93

1. Efectul forțelor orizontale:

- Moment încovoietor M_y
- Deplasare a orizontala δ_h

Moment of Inertia	I_1	[m ⁴]	4918111
Moment of Inertia	I_2	[m ⁴]	4918111
Moment of Inertia	I_{eff}	[m ⁴]	4918111
Max. Border Dist.	b_{max}	[m]	51
Safety Factor			32.7211
Yield Point	σ_y	[N/mm ²]	911
E-Modulus	E	[N/mm ²]	210111
Material			50CrMo4
Max.Deflection	δ_1	[mm]	1183374
Max.Bending Moment	M_{b1}	[Nm]	2711
Max.Deflection	δ_2	[mm]	1
Max.Bending Moment	M_{b2}	[Nm]	1
Max.Stress	Res.	[N/mm ²]	27516
Max.Deflection	δ_{res}	[mm]	1183374
Max.Bending Moment	M_{bres}	[Nm]	2711
Scale for Defl. Line			681.71
Scale for Bending Mom. Line			110.8

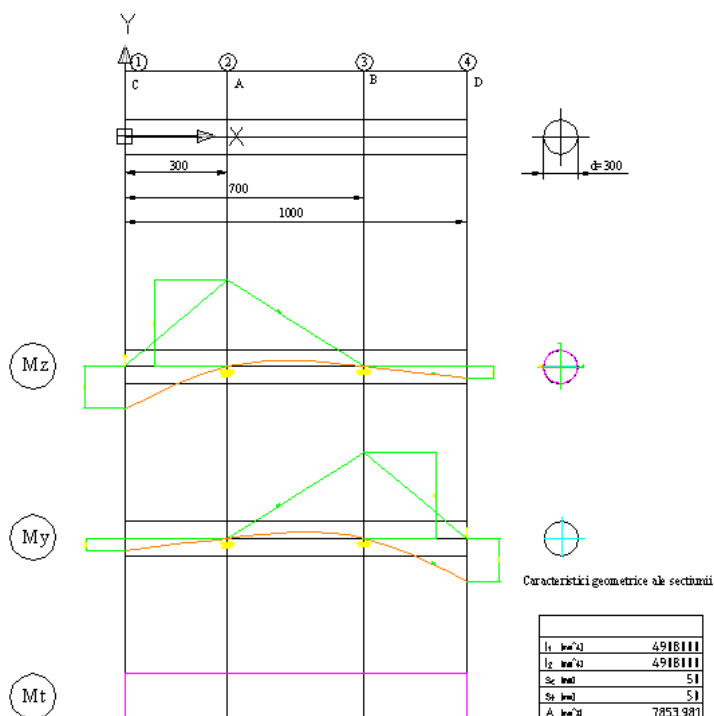


Fig. 7 Diagramele și datele determinate cu AutoCAD Mechanical

4.3 Scrierea aplicației în Matlab pentru compunerea tensiunilor, reacțiunilor și deformațiilor

```
function Calcul_arbore_incovoiere_rasucire
%Date initiale - dimensiuni si forte
```

```

d=100      %mm
D1=1500    %mm
D2=1800    %mm
L12=300    %mm
L23=400    %mm
L34=300    %mm
F1=7000    %N
F2=2000    %N
P1=2000    %N
P2=8000    %N

% Date obtinute cu AUTOCAD
% Se noteaza cu A, B punctele cu momente maxime
% Se noteaza cu C, D punctele cu deplasari maxime

% EFECTUL FORTELOR VERTICALE
seg_MzA=251.51 % seg - marimea segmentului din diagrama Mz
seg_MzB=0      % pentru alte cazuri poate fi diferit de zero
seg_Mzmax=max(seg_MzA, seg_MzB)
seg_deltaVC= 121.73 %seg - marimea seg. din diag. depl. verticale
seg_deltaVD=35.5
seg_deltaVmax=max(seg_deltaVC, seg_deltaVD)
Mzmax=3000000    %Nmm - din blocul de rezultate
deltaVmax=0.20622 %mm
Va=17500 %N - se afiseaza sub simbolul reazemului
Vb=-7500 %N
%Valorile momentelor si deformatiilor necesare
MzA=Mzmax*seg_MzA/seg_Mzmax
MzB=Mzmax*seg_MzB/seg_Mzmax
deltaVC=deltaVmax*seg_deltaVC/seg_deltaVmax
deltaVD=deltaVmax*seg_deltaVD/seg_deltaVmax

%Valorile momentelor si deformatiilor necesare
MzA=Mzmax*seg_MzA/seg_Mzmax
MzB=Mzmax*seg_MzB/seg_Mzmax
deltaVC=deltaVmax*seg_deltaVC/seg_deltaVmax
deltaVD=deltaVmax*seg_deltaVD/seg_deltaVmax

% EFECTUL FORTELOR ORIZONTALE
seg_MyA=0 % seg - pentru alte cazuri poate fi diferit de zero
seg_MyB=250 % marimea segmentului din diagrama My
seg_Mymax=max(seg_MzA, seg_MzB)
seg_deltaHC= 35.72
seg_deltaHD=125,01
seg_deltaHmax=max(seg_deltaHC, seg_deltaHD)
Mymax=2700000    %Nmm - din blocul de rezultate
deltaHmax=0.183374 %mm
Ha=-6750 %N - se afiseaza sub simbolul reazemului
Hb=15750 %N

%Valorile momentelor si deformatiilor necesare
MyA=Mymax*seg_MyA/seg_Mymax
MyB=Mymax*seg_MyB/seg_Mymax
deltaHC=deltaHmax*seg_deltaHC/seg_deltaHmax
deltaHD=deltaHmax*seg_deltaHD/seg_deltaHmax

% Determinarea tensiunii maxime
W=pi*d^3/32 %mm^3
Mt=(F1-F2)*D2/2 %Nmm

```



```
Mt=(P2-P1)*D1/2 %Nmm
MechA=sqrt(MzA^2+MyA^2+Mt^2) %Nmm
MechB=sqrt(MzB^2+MyB^2+Mt^2) %Nmm
Mechmax=max(MechA, MechB) %Nmm
Tensmax=Mechmax/W %N/mm^2
% Determinarea deformatiei rezultante maxime
deltaC=sqrt(deltaVC^2+deltaHC^2)
deltaD=sqrt(deltaVD^2+deltaHD^2)
deltamax=max(deltaC, deltaD)
rotirea_fia=(180/pi)*atan(deltaC/L12)
rotirea_fib=(180/pi)*atan(deltaD/L34)

%Determinarea reactiunilor din lagare
Ra=sqrt(Va^2+Ha^2)
Rb=sqrt(Vb^2+Hb^2)

% Rezultate
Tensmax
deltaC, deltaD, deltamax
rotirea_fia, rotirea_fib
Ra, Rb
```

Rezultatele obținute cu ajutorul aplicației realizate pentru prelucrarea datelor sunt:

$$\sigma_{ech\max} = 55,0888 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta_C = 0,2128 \text{ mm}$$

$$\delta_D = 0,1930 \text{ mm}$$

$$\delta_{\max} = 0,2128 \text{ mm}$$

$$\varphi_a = 0,0406^\circ$$

$$\varphi_b = 0,0369^\circ$$

$$R_a = 18757 \text{ N}$$

$$R_b = 18757 \text{ N}$$

6. Concluzii

Programele utilizate simplifică mult munca de proiectare prin reducerea semnificativă a duratei calculelor și reprezentărilor, sunt utile mai ales în etapele de verificare, atunci când dimensiunile au fost determinate deja, dar utilizarea corectă și interpretarea datelor nu este posibilă fără a cunoaște semnificația mărimilor cu care operează, ca date de intrare sau de ieșire și a metodelor teoretice de calcul care stau la baza concepției acestora. Abordarea oricărei aplicații computerizate este facilitată de cunoștințele fundamentale referitoare la problema pentru soluționarea căreia a fost realizată.

Bibliografie

1. **AutoCAD Mechanical**, autodesk User's Guide

2. **Banică, M.**, Curs Matlab, format electronic

3. **Chira (Suciu), F.**, *Elemente fundamentale de Rezistența materialelor*, Editura Mega, Editura Argonaut, Cluj Napoca, 2005.
4. **Ghinea, M., Fireșteanu V.** , *MATLAB Calcul numeric Grafica Aplicații*, Editura Teora, 1997.
5. **Suciu, F.**, *Rezistența materialelor I*, Editura Performantica, Iași, 2013

APLICAȚII ÎN MATLAB PENTRU DETERMINAREA TORSORULUI DE REDUCERE ÎNTR-UN PUNCT AL UNUI SISTEM DE FORȚE OARECARE

Cristina COMAN, Alin LUCĂCEAN, Ioan SAS
anul I - Inginerie Economică în Domeniul Mecanic

Coordonator: Conf.univ.dr.ing. *Flavia SUCIU*

Universitatea Tehnică Cluj-Napoca
Centrul Universitar Nord Baia Mare
Facultatea de Inginerie

Cuvinte cheie: proiecțiile unui vector pe axe, momentul forței, torsor de reducere, vector rezultat, vector moment rezultat.

Rezumat: Lucrarea prezintă algoritmul de calcul și aplicații, realizate în Matlab, care permit determinarea torsorului de reducere într-un punct, al unui sistem de forțe oarecare. Este exemplificată utilizarea aplicației pentru diferite sisteme de forțe, concurente, coplanare și spațiale. De asemenea, se prezintă în cadrul lucrării rezolvarea unor probleme de mecanică, cu ajutorul aplicației dezvoltate.

1. Algoritmul de calcul

1.1 Momentul unei forțe în raport cu un punct

Se consideră o forță $\vec{F}$ raportată la un sistem de axe Oxyz și vectorul de poziție $\vec{r}$ al punctului de aplicație al forței, ale căror expresii matematice scrise cu ajutorul proiecțiilor celor doi vectori $\vec{F} = [X, Y, Z]$; $\vec{r} = [x, y, z]$ și versorii sistemului de axe sunt [3]:

$$\vec{F} = X\vec{i} + Y\vec{j} + Z\vec{k}; \quad (1)$$

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}. \quad (2)$$

Momentul forței $\vec{F}$, cu vectorul de poziție al punctului de aplicație $\vec{r}$, față de originea reperului, se poate scrie ca produs vectorial [3]:

$$\vec{M}_O = \vec{M}_{F,r} = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x & y & z \\ X & Y & Z \end{vmatrix} = \vec{i}(yZ - zY) + \vec{j}(zX - xZ) + \vec{k}(xY - yX). \quad (3)$$

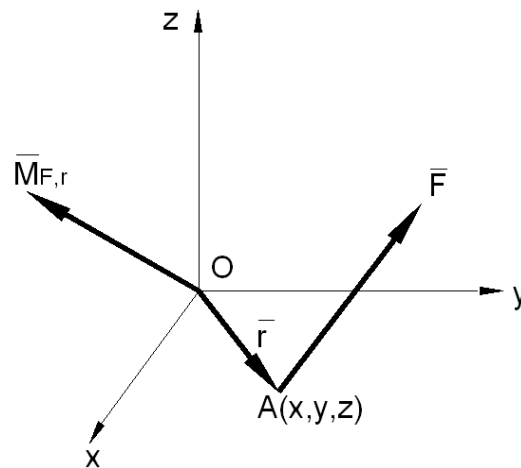


Fig.1 Momentul unei forțe în raport cu un punct

1.2 Vectorii care formează torsorul de reducere $T(\bar{R}, \bar{M})$

Dacă asupra unui corp acționează un sistem de n forțe $\bar{F}_i = [X_i, Y_i, Z_i]$ ($i=1, n$) cu vectorii de poziție ai punctelor de aplicație $\bar{r}_i = [x_i, y_i, z_i]$, acestea se pot reduce în punctul O la un torsor de reducere $T(\bar{R}, \bar{M})$ format din vectorul rezultat $\bar{R} = [R_x, R_y, R_z]$ și vectorul moment rezultat $\bar{M} = [M_x, M_y, M_z]$ pe baza următorului algoritm de calcul [3]:

$$\begin{aligned}\bar{F}_i &= X_i \bar{i} + Y_i \bar{j} + Z_i \bar{k}; \\ \bar{r}_i &= x_i \bar{i} + y_i \bar{j} + z_i \bar{k}; \\ \bar{M}_{F_i, r_i} &= \bar{i}(y_i Z_i - z_i Y_i) + \bar{j}(z_i X_i - x_i Z_i) + \bar{k}(x_i Y_i - y_i X_i); \\ \bar{R} &= \bar{i} R_x + \bar{j} R_y + \bar{k} R_z = \sum_{i=1}^n \bar{F}_i = \bar{i} \sum_{i=1}^n X_i + \bar{j} \sum_{i=1}^n Y_i + \bar{k} \sum_{i=1}^n Z_i; \\ \bar{M} &= \bar{i} M_x + \bar{j} M_y + \bar{k} M_z = \sum_{i=1}^n \bar{M}_{F_i, r_i}.\end{aligned}\tag{4}$$

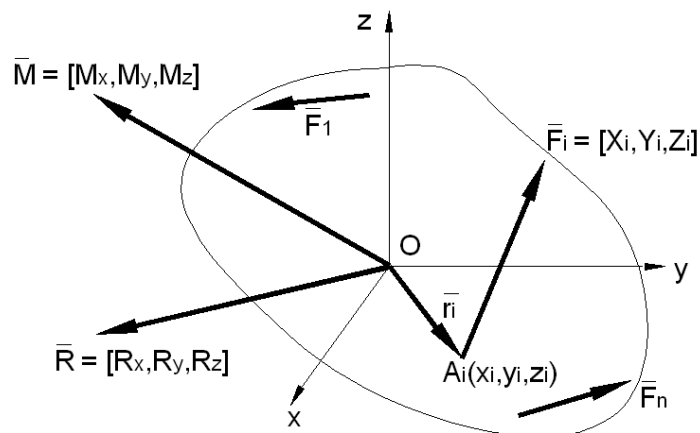


Fig.2 Sistemul de forțe și componentele torsorului de reducere

2. Scrierea aplicațiilor în MATLAB

2.1 Determinarea momentului unei forțe într-un fisier function

Se deschide un fișier : function **Momentul_fortei_1** , în care pe primele linii se introduc datele de intrare, forța și vectorul de poziție.

Pe baza algoritmului de calcul prezentat în paragraful 1.1 se parcurg etapele de calcul pentru determinarea componentelor vectorului Moment $\overline{M}_{F,r}$, notat în cadrul aplicației cu MFr, rezultatul fiind obținut sub forma unui vector linie având ca elemente componentele momentului pe cele trei axe.

APLICAȚIA 1

```
function Momentul_fortei_1
    %Forta
    F=[3 -1 2],
    X=F(1), Y=F(2), Z=F(3)
    %Vectorul de pozitie al punctului de aplicatie
    r=[3 -1 2],
    x=r(1), y=r(2), z=r(3)
    %Momentul fortei fata de punctul O (originea reperului)
    MFrx=y*Z-z*Y
    MFry=z*X-x*Z
    MFrz=x*Y-y*X
    MFr=[MFrx MFry MFrz]
```

2.2 Determinarea momentului unei forțe într-un fisier function cu argumente de intrare și ieșire

Pe baza aplicației din paragraful 2.1 se scrie un fișier

function **[MFr]=Momentul_fortei(F,r)**, avînd ca argumente de intrare vectorii care reprezintă datele de intrare, forța și vectorul de poziție, iar ca mărime de ieșire vectorul ce reprezintă momentul forței. Fișierul poate fi apelat dintr-un alt program, fiind folosit ca subrutină, cu comanda : [MFr]=Momentul_fortei(F,r).

APLICAȚIA 2

```
function [MFr]=Momentul_fortei(F,r)
    %Forta
    X=F(1), Y=F(2), Z=F(3)
    %Vectorul de pozitie al punctului de aplicatie
    x=r(1), y=r(2), z=r(3)
    %Momentul fortei fata de punctul O (originea reperului)
    MFrx=y*Z-z*Y
    MFry=z*X-x*Z
    MFrz=x*Y-y*X
    MFr=[MFrx MFry MFrz]
```

APLICAȚIA 3

```
function Momentul_fortei_2
    %Forta
    F=[4 -5 3]
    %F=[3 -1 2] %forta coliniara cu vectorul de pozitie
    %Vectorul de pozitie al punctului de aplicatie
    r=[3 -1 2]
    %Momentul fortei fata de punctul O (originea reperului)
    [MFr]=Momentul_fortei(F,r)
```

Pentru verificarea programului se introduc la date de intrare doi vectori $\vec{F}$ și $\vec{r}$ coliniari, pentru care rezultatul trebuie să fie zero, deoarece punctul de reducere se găsește pe suportul forței.

2.2 Determinarea componentelor vectorilor torsorului de reducere

În aplicația dezvoltată se introduc forțele și vectorii de poziție corespunzători, ca date inițiale, sub forma a două matrice cu 3 coloane, vectorii având componente pe cele trei axe ale sistemului, iar numărul de linii este egal cu numărul vectorilor.

Pe baza matricelor F_i și R_i se scriu vectorii forțelor $F_1, F_2, \dots, F_i, \dots, F_n$; vectorii de poziție $r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n$; și vectorii care au ca elemente proiecțiile pe aceeași axă X_i, Y_i, Z_i utilizând comenzi de forma:

$A(:, j)$ – selectează coloana j a matricei A ,

$A(i, :)$ – selectează linia i a matricei A .

APLICAȚIA 4

```
function Torsor_reducere_sistem_de_forte_sesiune
```

```
%Se determina vectorii R, M ai torsiului de reducere, în originea  
%sistemului, a unui sistem de forte
```

```
%Date initiale-arbitrare
```

```
% Fi=[1 2 3; -1 3 4; 5 6 7; 1 0 4; 7 8 9]
```

```
% ri=[2 1 4; 7 6 8; 5 4 -3; -2 4 6; 3 2 4]
```

```
%Verificarea programului - caz particular
```

```
% Fi=[1 2 3; -1 -2 -3; 5 6 7; -5 -6 -7; 7 8 9]
```

```
% ri=[2 1 4; 2 1 4; 5 4 -3; 5 4 -3; 0 0 0]
```

```
%Verificarea programului - caz particular
```

```
% Fi=[1 2 3; -1 -2 -3; 5 6 7; -5 -6 -7; 7 8 9]
```

```
% ri=[2 1 4; 2 1 4; 5 4 -3; 5 4 -3; 7 8 9]
```

```
%Date initiale-forte concurente in planul xy
```

```
% Fi=[2 1 0; 1 3 0; -1 4 0; -2 2 0; -2 -1 0; -1 -3 0; 2 -3 0]
```

```
% ri=[0 0 0; 0 0 0; 0 0 0; 0 0 0; 0 0 0; 0 0 0; 0 0 0]
```

```
%Date initiale-forte coplanare cu puncte de aplicatie pe o axa
```

```
% Fi=[1 2 0; 0 1 0; -1 2 0; 0 2 0; 1 2 0; 1 -1 0]
```

```
% ri=[0 0 0; 1 0 0; 2 0 0; 3 0 0; 4 0 0; 5 0 0]
```

```
%Date initiale-forte spatiale
```

```
% Fi=[3 0 0; 0 4 0; 0 0 2; 0 3 2; 4 2 3]
```

```
% ri=[0 0 0; 0 0 0; 0 0 0; 0 0 0; 0 0 0]
```

```
%Date initiale-forte spatiale
```

```
Fi=[3 0 0; 0 4 0; 3 4 0; 0 4 0; 3 0 0]
```

```
ri=[0 0 0; 0 0 0; 0 0 0; 0 0 2; 0 0 2]
```

```
%
```

```
N=size(Fi)
```

```
n=N(1)
```

```
%Determinarea vectorului rezultat R
```

```
Xi=Fi(:,1)
```

```

Yi=Fi(:,2)
Zi=Fi(:,3)
Rx=sum(Xi)
Ry=sum(Yi)
Rz=sum(Zi)
R=[Rx Ry Rz]

%Determinarea vectorului moment resultant
for i=1:n
    i
    F=Fi(i,:)
    r=ri(i,:)
    [MFr]=Momentul_fortei(F,r)
    for j=1:3
        j
        M(i,j)=MFr(j)
    end
end

Mxi=M(:,1)
Myi=M(:,2)
Mzi=M(:,3)
Mx=sum(Mxi)
My=sum(Myi)
Mz=sum(Mzi)
M=[Mx My Mz]

%Vectorul Rezultant
R
%Vectorul moment resultant
M

%Reprezentarea forte concurente
% compass(Xi,Yi) , grid
xi=ri(:,1)
yi=ri(:,2)
zi=ri(:,3)

%Reprezentarea forte coplanare
%figure, quiver(xi,yi,Xi,Yi) , grid

%Reprezentarea forte spatiale
figure,quiver3(xi,yi,zi,Xi,Yi,Zi)

%Reprezentarea torsorului de reducere
T=[Rx,Ry,Rz;Mx,My,Mz]
Tx=T(:,1)
Ty=T(:,2)
Tz=T(:,3)
rt=[0 0 0;0 0 0]
xt=rt(:,1)
yt=rt(:,2)
zt=rt(:,3)
% compass(Tx,Ty) , grid
figure, quiver3(xt,yt,zt,Tx,Ty,Tz)

```

Pentru verificarea programului se vor alege ca date inițiale, renunțând la cele anterioare, forțele F_1, F_2 egale și de sensuri contrare cu același punct de aplicație, similar pentru F_3, F_4 iar pentru F_5 vectorul de poziție r_5 se va alege astfel încât cei doi vectori să aibă același suport, deci originea reperului aparține suportului forței. În acest caz, dacă programul a fost scris corect, vectorul moment rezultat este nul.

În cadrul programului s-a generat o matrice cu 3 coloane, numărul axelor, și n linii, numărul forțelor, în care pe linia (i) sunt afișate proiecțiile momentului forței F_i . Din matricea respectivă sunt selectate proiecțiile pe cele trei axe ale tuturor vectorilor moment și cu ajutorul acestora, prin însumare, se obțin proiecțiile vectorului moment rezultat.

Pentru reprezentarea vectorilor în cadrul aplicației s-au folosit comenzile:

a) **compass(u,v)**, **grid** – reprezintă într-un punct un sistem de vectori concurenți ale căror proiecții pe două axe ortogonale $F_i = [X_i, Y_i]$ sunt elementele vectorilor linie:

$$u = X_i = [X_1, \dots, X_i, \dots, X_n]; \quad v = Y_i = [Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_n]; \quad F_i = [u(i), v(i)]$$

b) **quiver(x,y,u,v)** – reprezintă în plan vectori cu proiecțiile pe două axe și coordonatele punctelor de aplicație cunoscute:

$$x = x_i = [x_1, \dots, x_i, \dots, x_n]; \quad y = y_i = [y_1, \dots, y_i, \dots, y_n]; \quad r_i = [x(i), y(i)] = [x_i(i), y_i(i)]$$

$$u = X_i = [X_1, \dots, X_i, \dots, X_n]; \quad v = Y_i = [Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_n]; \quad F_i = [u(i), v(i)]$$

c) **quiver 3 (x,y,z, u,v, w)** - reprezintă în spațiu vectori cu proiecțiile pe trei axe și coordonatele punctelor de aplicație cunoscute:

$$x = x_i = [x_1, \dots, x_i, \dots, x_n]; \quad y = y_i = [y_1, \dots, y_i, \dots, y_n]; \quad z = z_i = [z_1, \dots, z_i, \dots, z_n]$$

$$r_i = [x(i), y(i), z(i)] = [x_i(i), y_i(i), z_i(i)]$$

$$u = X_i = [X_1, \dots, X_i, \dots, X_n]; \quad v = Y_i = [Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_n]; \quad w = Z_i = [Z_1, \dots, Z_i, \dots, Z_n]$$

$$F_i = [u(i), v(i), w(i)]$$

3. Utilizarea aplicației dezvoltate pentru diferite sisteme de forțe

3.1 Sistem de forțe concurente

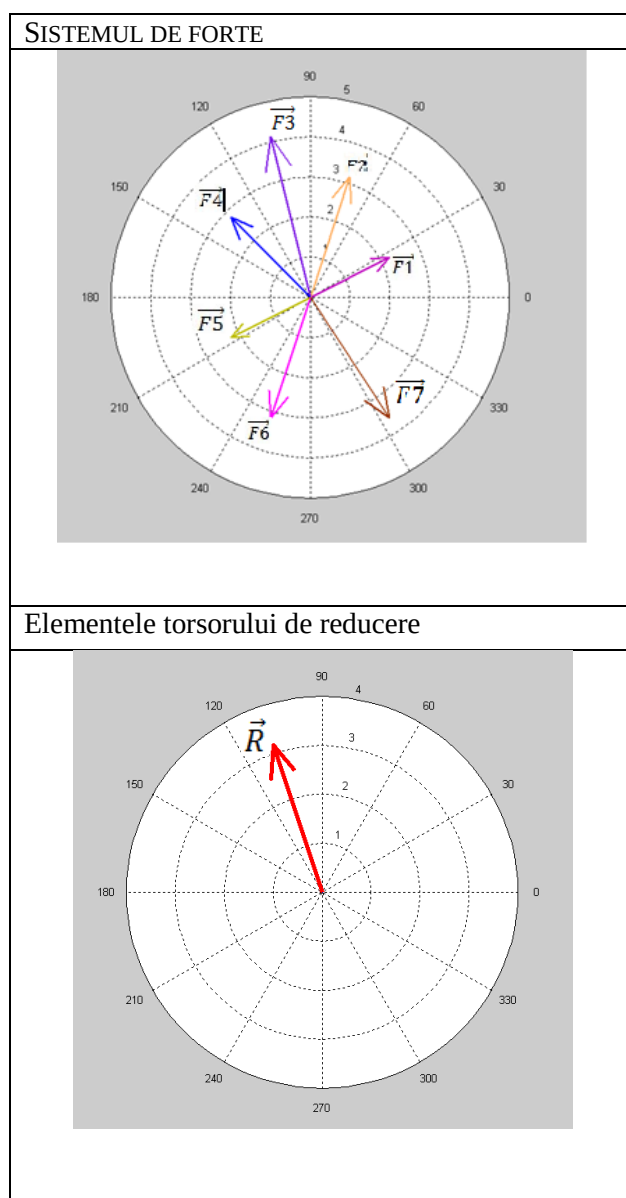
Date inițiale:

$F_1=[2, 1, 0]$ $F_2=[1, 3, 0]$ $F_3=[-1, 4, 0]$ $F_4=[-2, 2, 0]$ $F_5=[-2, -1, 0]$ $F_6=[-1, -3, 0]$ $F_7=[2, -3, 0]$
 $A_1=[0, 0, 0]$ $A_2=[0, 0, 0]$ $A_3=[0, 0, 0]$ $A_4=[0, 0, 0]$ $A_5=[0, 0, 0]$ $A_6=[0, 0, 0]$ $A_7=[0, 0, 0]$

Rezultate:

$R=[-1, 3, 0]$

$M=[0, 0, 0]$



3.2. Sistem de forțe coplanare

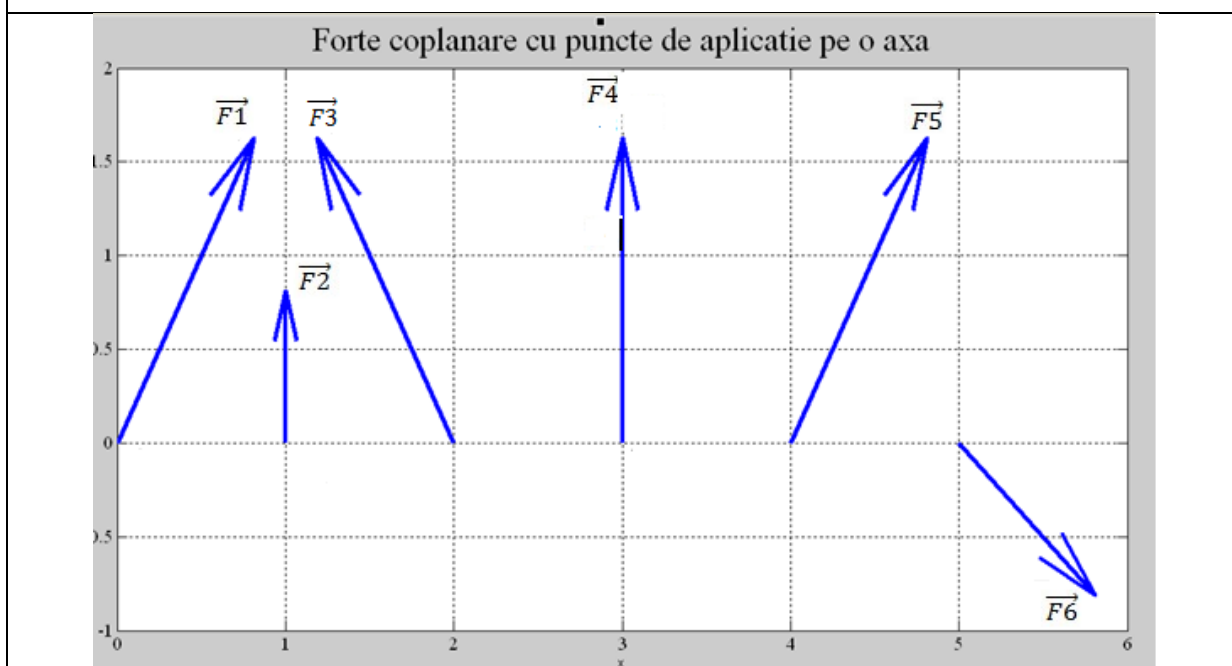
Date initiale:

$F1=[1, 2, 0]$ $F2=[0, 1, 0]$ $F3=[-1, 2, 0]$ $F4=[0, 2, 0]$ $F5=[1, 2, 0]$ $F6=[1, -1, 0]$
 $A1=[0, 0, 0]$ $A2=[1, 0, 0]$ $A3=[3, 0, 0]$ $A4=[4, 0, 0]$ $A5=[5, 0, 0]$ $A6=[6, 0, 0]$

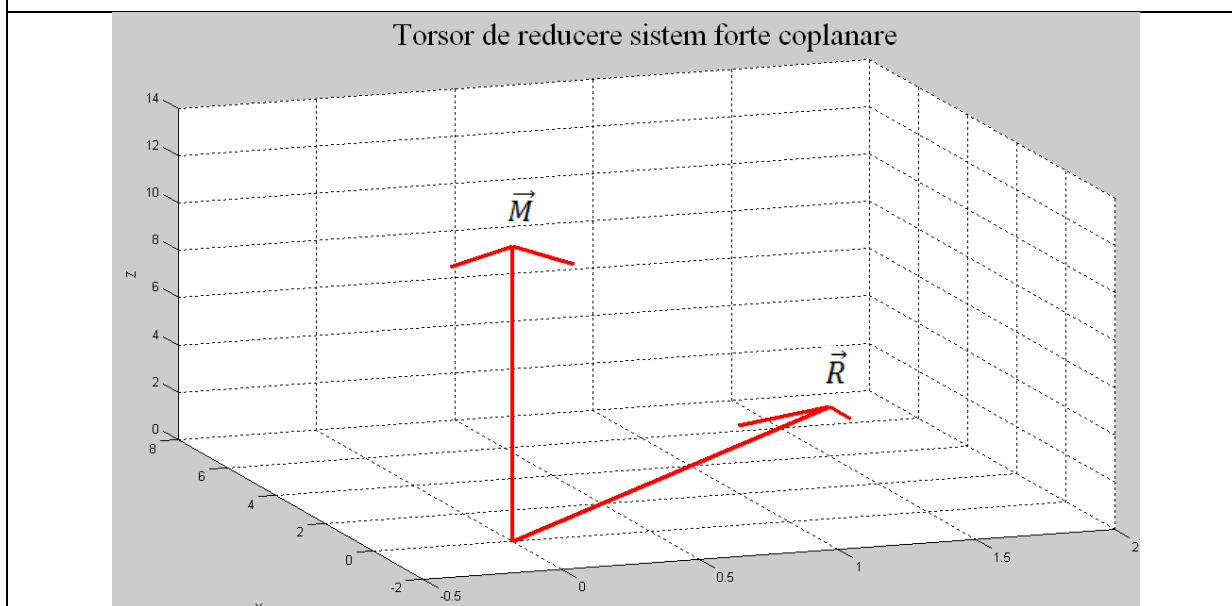
Rezultate:

$R=[2, 8, 0]$
 $M=[0, 0, 14]$

SISTEMUL DE FORTE



Elementele torsorului de reducere



3.3 Sistem de forțe concurente în spațiu

Date initiale:

$F1=[3, 0, 0]$ $F2=[0, 4, 0]$ $F3=[0, 0, 2]$ $F4=[0, 3, 2]$ $F5=[4, 2, 3]$

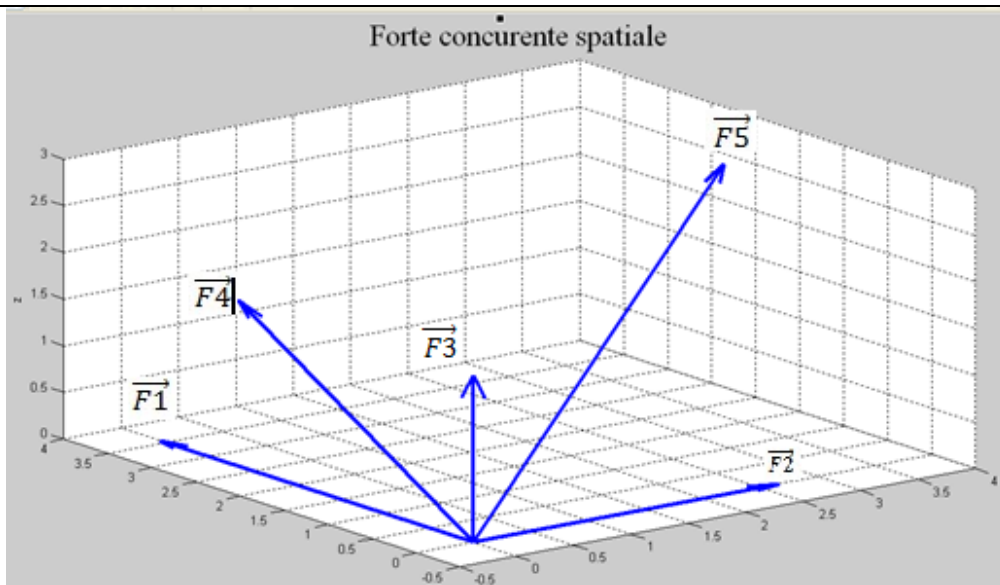
$A1=[0, 0, 0]$ $A2=[0, 0, 0]$ $A3=[0, 0, 0]$ $A4=[0, 0, 0]$ $A5=[0, 0, 0]$

Rezultate:

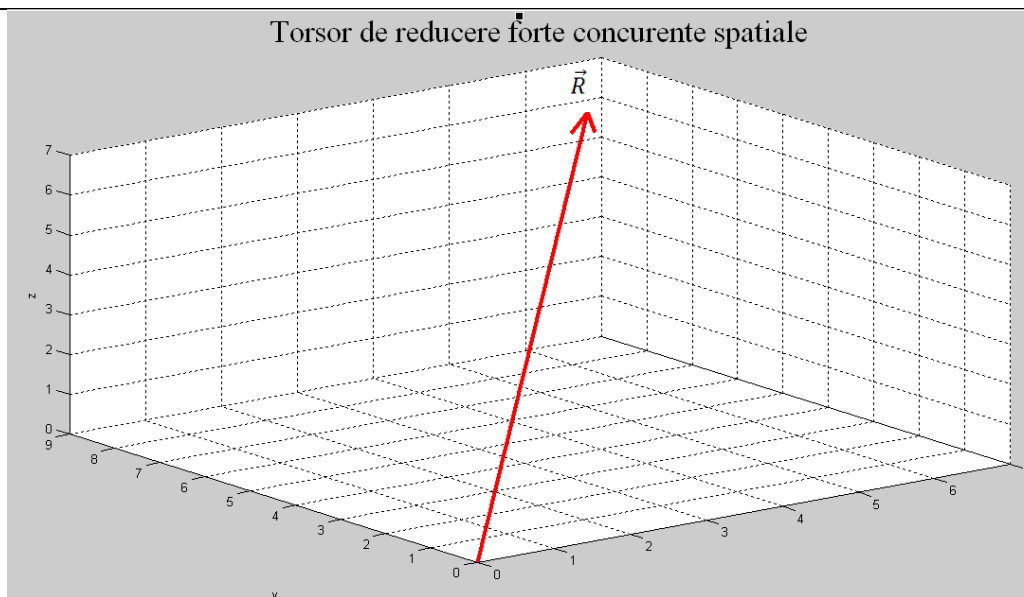
$R=[7, 9, 7]$

$M=[0, 0, 0]$

SISTEMUL DE FORTE



Elementele torsorului de reducere



3.4 Sistem de forțe spațiale

Date initiale:

$F_1=[3, 0, 0]$ $F_2=[0, 4, 0]$ $F_3=[3, 4, 0]$ $F_4=[0, 4, 0]$ $F_5=[3, 0, 0]$

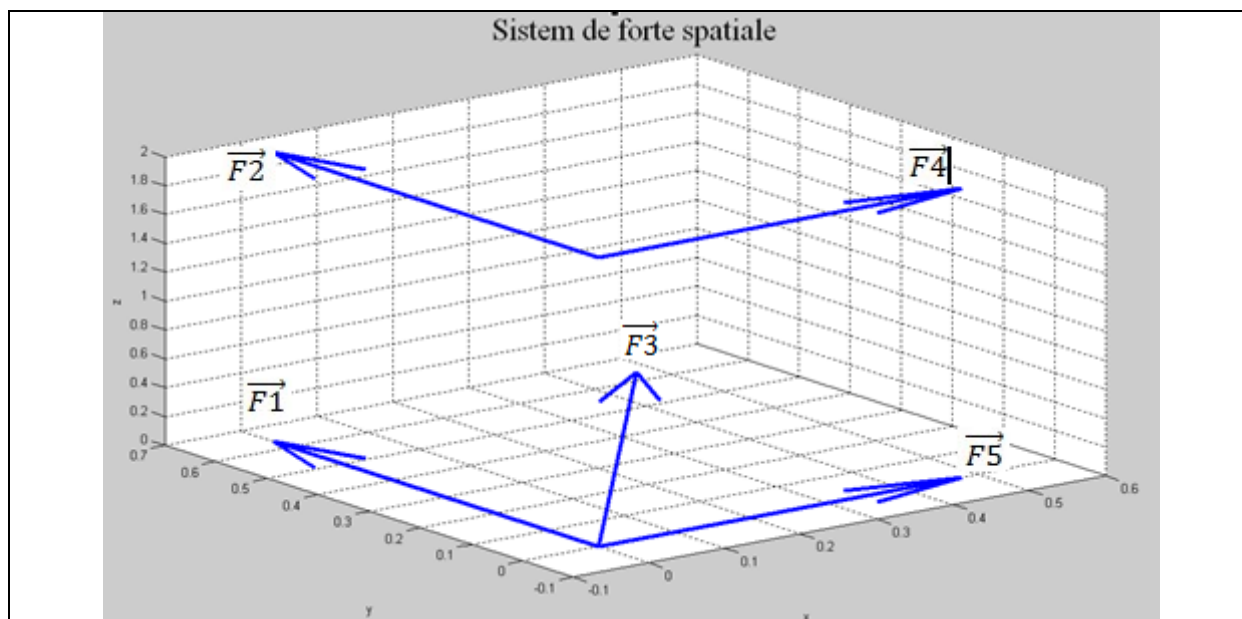
$A_1=[0, 0, 0]$ $A_2=[0, 0, 0]$ $A_3=[0, 0, 0]$ $A_4=[0, 0, 2]$ $A_5=[0, 0, 2]$

Rezultate:

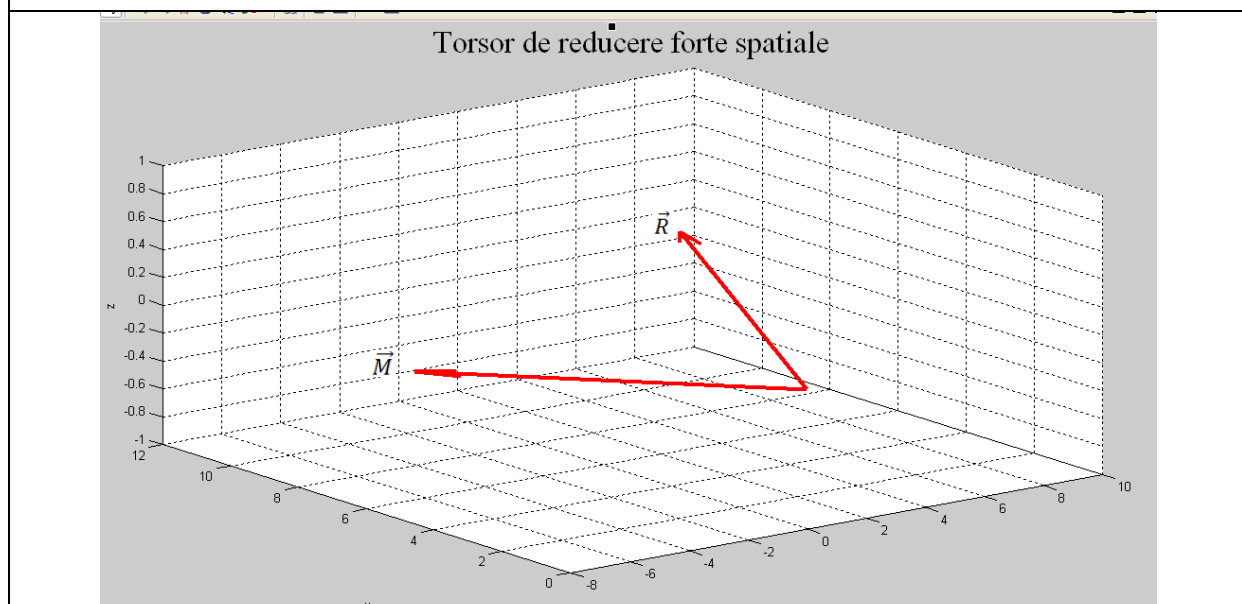
$R=[9, 12, 0]$

$M=[-8, 6, 0]$

SISTEMUL DE FORTE



Elementele torsorului de reducere



Bibliografie:

1. **Banica M.**, Curs MATLAB, format electronic.
2. **Ghinea M., Fireșteanu, V.**, MATLAB Calcul numeric – Grafică – Aplicații, Editura Teora, București, 1995.
3. **Voinea R., Voiculescu, D., Ceașu, V.**, MECANICA, Editura Didctică și Pedagogică, București, 1983.