

RESEARCH REGARDING INJECTION MOLDING OF POLIMERS FOR FUNCTIONAL DECORATIONS USING ADDITIVE MANUFACTURING AND GENERATIVE DESIGN

IGNAT Robert -master INPN, BARAC Olguța-Elena -master IEMA, BĂLĂNESCU Denisa -master IAAC, DĂNĂILĂ Cătălina -master IPFP, GEAMBAȘU Mihaela-Roxana -master IEMA
Facultatea: IIR Specializarea: INPN, Anul de studii: II, Persoana contact e-mail: robertignat0@gmail.com

Conducători științifici: Prof.dr.ing. **Constantin Gheorghe OPRAN**
Drd. ing. **Camelia ROȘIORU**

ABSTRACT: This paper presents the results of our research regarding the conceptual roadmap and industrial implementation, starting from marketing and economic impact of the product: functional ornament. This product represents an ornament with a general function of holding your desk accessories, adapted to the current needs of the modern person in the present global context, allowing the display of ambient temperature as well as body temperature. This concept makes our product more user friendly compared to existing products on the market, having integrated innovative and intelligent systems. For making this product, we used advanced additive manufacturing and generative designing techniques in order to obtain an economical advantage and the growth of our product's global competitiveness.

CUVINTE CHEIE: proiectare generativă, inovativ, ornament, produs, fabricatie aditiva

1. Introducere

Lucrarea abordează într-un mod integrat și inovativ cercetări privind injecția în matriță produse polimerice folosind fabricație aditivă și proiectare generativă. Se aplică cercetarea fundamentală în concepția și realizarea ornamentelor funcționale de birou în scopul optimizării parametrilor tehnologico-funcționali.

2. Stadiul actual

În prezent, lucrarea evidențiază partea de dezvoltare a produsului în paralel cu matrița de injecție respectiva. Se realizează o singură matriță de injecție cu pastile de lucru interschimbabile având cavități de injecție diferite care vor forma fiecare produs, astfel realizând o economie considerabilă în materie de timp și costuri. Matrița de injecție este realizată în sistem modular cu adaptabilitate pentru diverse produse aparținând aceleiași clase dimensionale.

3. Marketing strategic

Marketingul strategic este un proces de planificare, dezvoltare și implementare a strategiilor pentru a obține un avantaj competitiv în nișa aleasă. O analiză SWOT va analiza punctele tari și punctele slabe ale organizației și oportunitățile și amenințările externe. Această analiză SWOT se prezintă în figura 1.

<p style="text-align: center;">Puncte tari</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strategie de marketing eficienta; • Raport pret/calitate favorabil; • Unicitatea unui astfel de produs; <p style="text-align: right;">S</p>	<p style="text-align: center;">Puncte slabe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costuri de producție mai ridicate decât pentru produsele simple; <p style="text-align: right;">W</p>
<p style="text-align: center;">Oportunități</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concurența nesemnificativă la momentul actual în România • În contextul actual, prezintă un interes foarte mare datorită faptului că poate măsura temperatura corpului <p style="text-align: right;">O</p>	<p style="text-align: center;">Amenințări</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apariția altor concurenți; <p style="text-align: right;">T</p>

Fig. 1. Analiză SWOT

După interpretarea rezultatelor obținute prin metoda interviului au fost obținute următoarele cerințe ale clienților cu privire la produsul nostru, iar în tabelul de mai jos au fost ierarhizate aceste cerințe în ordinea descrescătoare a importanței lor.

Tabelul 1. Centralizator cerințe primare [7]

Nr. crt.	Cerințele clienților	Importanță relativă
1	SBF să ofere mai multe funcții	5
2	SBF să prezinte funcții utile	5
3	SBF să permită alimentarea rapid	4
4	SBF să fie utilizat de toate categoriile de persoane	3
5	SBF este transportabil	4
6	SBF să permită întreținerea în condiții optime	3
7	SBF să fie un produs rezistent	4

În concluzie, în cadrul acestui capitol am realizat pentru început selectarea potențialilor clienți printr-o matrice de selecție. Prin metoda chestionarului am stabilit potențialii clienți și am aplicat metoda interviului pentru a obține informații despre cerințele acestora față de produs. Metoda chestionarului a fost adresat unui număr de 100 de persoane, dintre care numai 54 au prezentat un real interes, deoarece au răspuns și la ultima întrebare din cadrul chestionarului. În urma răspunsurilor primite de la cele 54 de persoane care au completat interviul, am realizat un tabel în care am integrat interpretările răspunsurilor primite, iar apoi funcțiile marcante care au fost solicitate de către potențialii clienți au fost clasate în cerințe principale.

4. Managementul proiectului

Obiectivul principal al acestei lucrări este realizarea unui produs din material polimeric [1], folosind aceeași matriță cu cavități interschimbabile.

Astfel costurile sunt reduse considerabil, deoarece cu aceeași matriță se pot realiza un număr mult mai mare de produse cu configurații diferite.

Cu ajutorul programului Primavera Project Planner V6 s-au stabilit activitățile din cadrul proiectului, pentru fiecare activitate au fost alocate resurse umane și materiale. Întreaga planificare a

proiectului este reprezentată de o diagramă GANTT anexată



Diagrama GANTT.pdf

Pe parcursul derulării proiectului vor exista mai multe “piedici”. Acestea sunt riscuri și cauza lor este descrisă în tabelul de mai jos:

Tabelul 2. Evaluarea riscurilor

Factorul declanșator	Descrierea riscului	Activitate afectată
Lipsa de proiectare anterioară a unor ornamente	Lipsa de experiență a echipei	Proiectul de disertație
Membri care a abandonat programul de masterat	Modificarea structurii echipei	Designul produsului
Imposibilitatea găsirii unui sponsor	Lipsa de fonduri	Realizarea fizică a produsului
Lipsa de experiență domeniu marketing	Deficiența de promovare produs	Marketing
Indisponibilitatea unor mașini de printat 3D	Nerealizarea unui prototip	Prototipare
Număr mic de persoane care își exprimă nevoile	Stabilirea specificațiilor	Matricea cerințelor
Pandemie	Întâlniri fizice pentru fabricație	Fabricarea produsului
Imposibilitate găsi laborator de testare	Lipsa echipamentelor de testare	Testarea prototipului
Documente insuficiente sau fonduri	Omologarea produsului	Omologarea
	Analiza economică greșită	Analiza economică

Pentru a diminua aceste riscuri va trebui să se lucreze în echipă, respectând relațiile din organigrama.

Planul de HR management este procesul de identificare și alocare a rolurilor din cadrul proiectului, a responsabilităților, a abilităților necesare, a relațiilor de raportare și crearea unui plan de management de personal. În figura de mai jos este prezentată diagrama ierarhică a planului de HR.

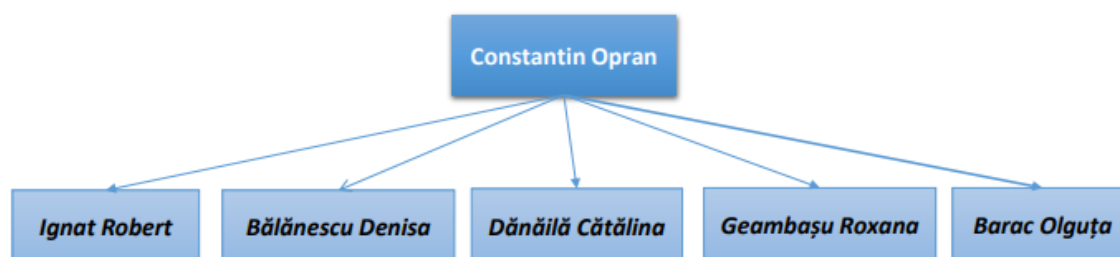


Fig. 2. Diagrama ierarhică a planului de HR

5. Proiectare conceptuală

Din rândul funcțiilor principale stabilite [6] pentru produsul nostru s-a alcătuit o listă a funcțiilor critice, prezentată în tabelul de mai jos, care determină succesul comercial al produsului „decorațiune funcțională”.

Tabelul 3. Funcțiile critice ale produsului

<i>Nr. funcției</i>	<i>Funcția critică a produsului</i>
Ø ₁	Depozitează accesorii birotica
Ø ₂	Masoara temperatura ambientala
Ø ₃	Masoara temperatura corpului
Ø ₄	Semnalizeaza starea de functionare

Pentru îndeplinirea acestor funcții, au fost selectate anumite fenomene fizice și soluțiile tehnice corespunzătoare. Cercetarea externă pentru identificarea de soluții constructive cunoscute s-a realizat prin interviuri adresate unor persoane de specialitate (fie tehnică, fie medicală din pricina domeniului de utilizare a unor componente electronice) și prin analiza brevetelor de invenție existente pentru produse similare.

Tabelul 4. Fenomene selectate pentru îndeplinirea funcțiilor critice ale produsului

<i>Nr. funcției</i>	<i>Funcția critică</i>	<i>Fenomene selectate</i>	<i>Soluții</i>
1.	Depozitare a accesoriilor de birotică	<ul style="list-style-type: none"> • Normală la suprafață • Forța gravitațională • Forța de frecare statică 	<ul style="list-style-type: none"> • Compartiment cilindric drept • Compartiment cilindric înclinat • Compartiment rectangular drept • Compartiment rectangular înclinat
2.	Măsurare a temperaturii	<ul style="list-style-type: none"> • Dilatarea fluidelor sub acțiunea temperaturii • Dilatarea metalelor sub acțiunea temperaturii • Variația rezistivității electrice • Termocromism • Radiații infraroșu 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercur • Galistan • Soluție de alcool • Bandă bimetalică (oțel + cupru) • Termistor • Termocuplu • Senzorul digital din siliciu • Materiale cu proprietăți termocromatice împachetate în cristale lichide • Senzor infraroșu
3.	Semnalizare a stării de funcționare	<ul style="list-style-type: none"> • Electroluminescența • Vibrații 	<ul style="list-style-type: none"> • LED • Motor electric • Difuzor

În figura următoare sunt prezentate 10 concepte integrale ale produsului. Acestea au rezultat din combinarea soluțiilor conceptuale parțiale studiate, ținând cont și de posibilitatea realizării și compatibilitatea între ele.

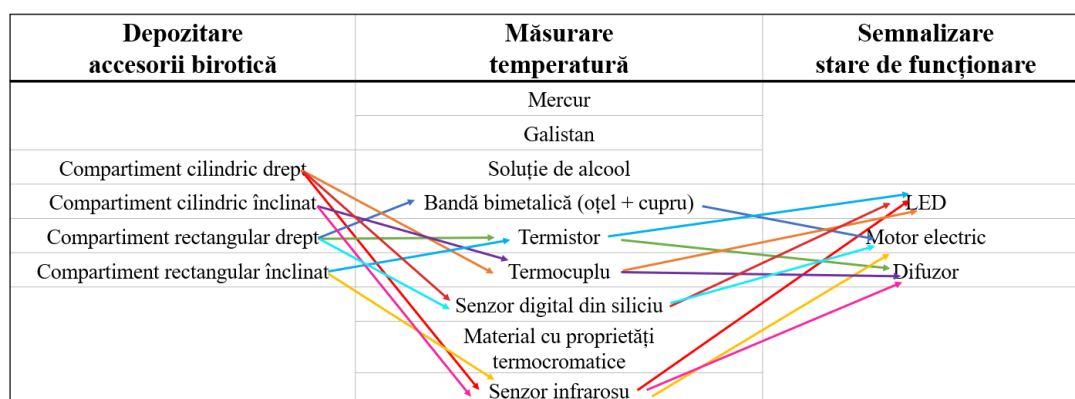


Fig. 3. Concepte integrale pentru funcții critice

Evaluarea conceptelor și selectarea conceptului optim, dintre conceptele rezultate în urma trierii, se va realiza folosind o metodologia AHP - Analytical Hierarchy Process.

6. Proiectare detaliată și fabricare

Produsul trebuie să se încadreze în anumite standarde de ergonomie și de toleranțe. Acest produs este compus din mai multe componente, care împreună realizează, într-un mod controlat, funcțiile principale ale acestuia.

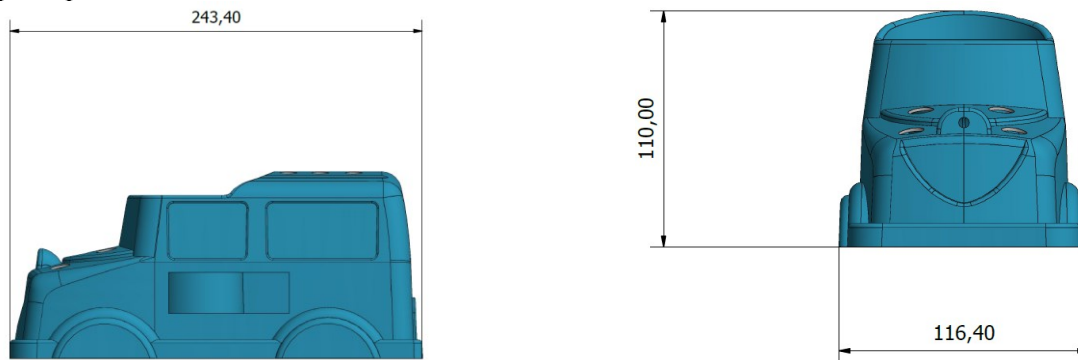


Fig. 4. Dimensiunile de gabarit ale produsului

Design-ul unui produs este unul dintre cei mai importanți factori de decizie pentru cumpărarea acestuia. Având în vedere că produsul realizat are ca țintă persoanele care se ocupă de vânzări de mașini în diferite showroom-uri auto, acesta a fost modelat cu această demografie în minte. S-a ales aspectul unei mașini atât clasice, cât și practice, pentru a accentua utilitatea acestuia.

Elementele care oferă această senzație utilizatorului sunt prezentate în imaginile de mai jos:

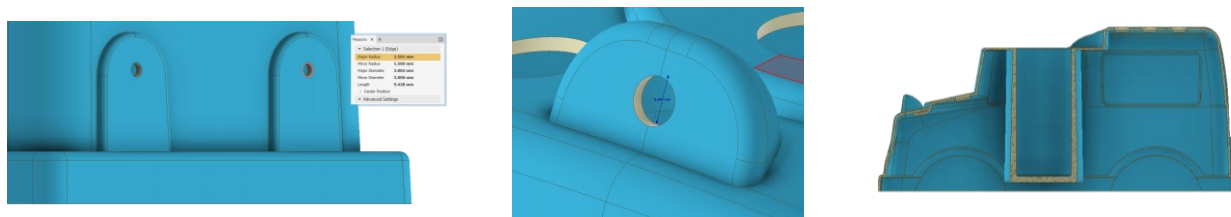


Fig. 5. Elemente design

7. Proiectare generativă

Pentru calculul solicitărilor s-a folosit programul Autodesk Inventor, modulul Stress Analysis (fig.4.). Ca parte fixă s-a folosit suprafața care va veni în contact cu biroul, iar efortul s-a concentrat pe gaura conică în care se vor depozita accesoriile de birotică. Pentru parametrizarea forței s-a folosit masa a 4 pixuri și 2 creioane, ajungând la o masă de 284 de grame, aproximativ 3N, însă ținând cont de un procentaj de siguranță s-a ales valoarea de 4N.

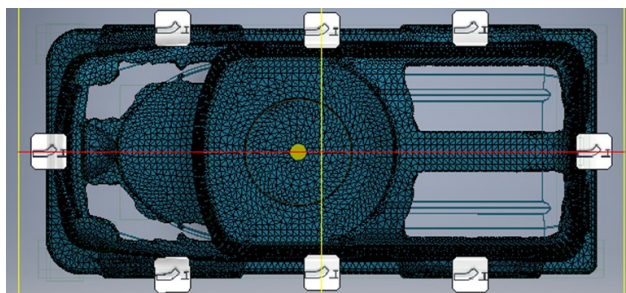


Fig. 6. Optimizarea formei în urma simulării numerice

În urma optimizării s-a redus masa piesei cu 10% din masa inițială.

8. Fabricație aditivă

În figura de mai jos sunt reprezentate cavitatea și miezul matriței care se vor fabrica prin sinterizarea unei pulberi metalice [4] folosind LASER Nd: YAG cu un diametru al fasciculului de 0,2 mm, o putere de aprox. 95W și o viteză de scanare cuprinsă între 10 mm/s și 300 mm/s.

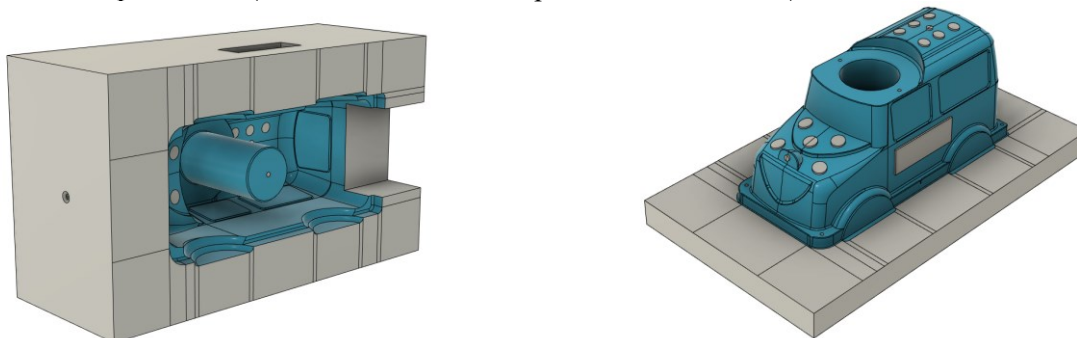


Fig. 7. Cavitate și miez

S-a optat pentru realizarea unor găuri cu profil circular în defavoarea celor rectangulare din motive de fabricație și de optimizare a traseului capului LASER și pentru a oferi o zona de simetrie pentru gaura de fixare a senzorului de temperatură, acesta având forma cilindrică.

Având stabilit produsul și deci prin urmare și componentele acestuia, se va realiza o matriță de injecție [3] pentru piesa care va încadra celelalte componente. Aceasta a fost realizată cu un design modular [4], permițând ca partea activă să poată fi schimbată. Componentele matriței se regăsesc în figura de mai jos:

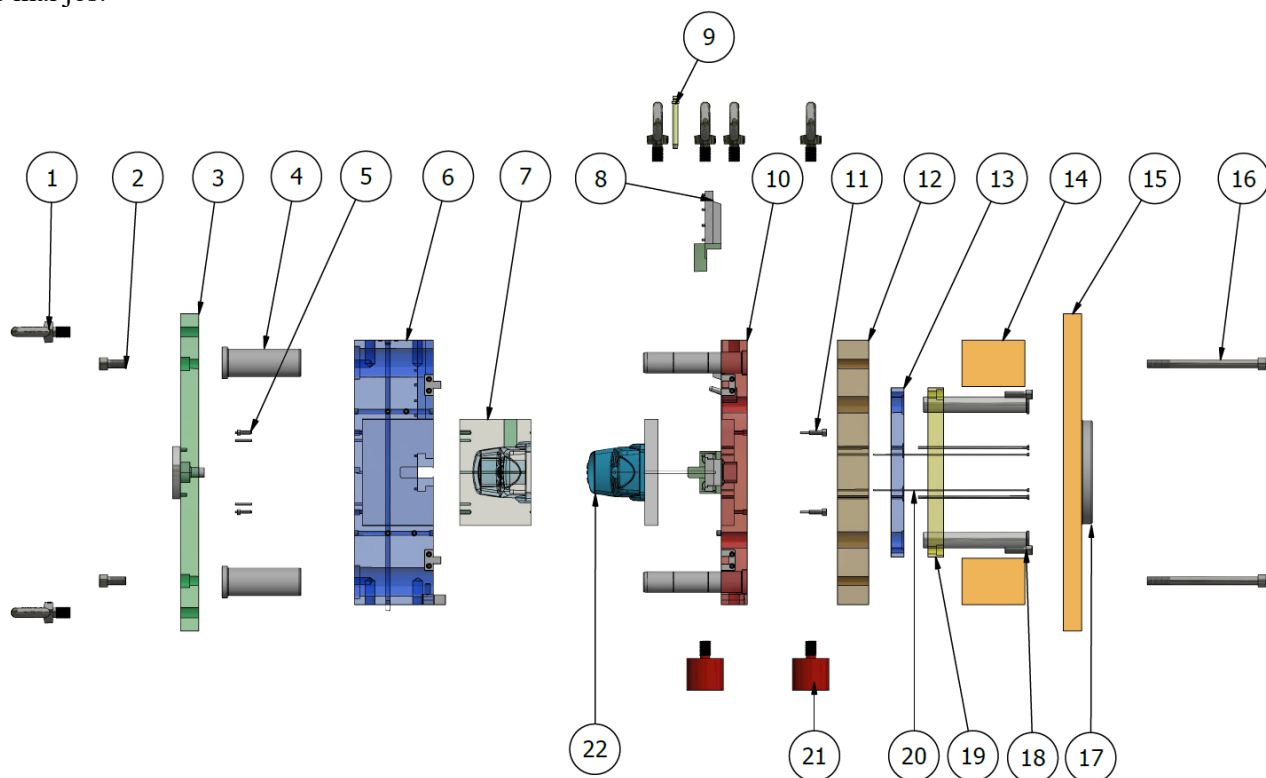


Fig. 8. Elementele componente ale matriței

În care: 1. Șurub ochi pentru ridicare cu pod rulant; 2. Șuruburi pentru prinderea plăcii de capăt; 3. Placa de capăt; 4. Bucșă de ghidare; 5. Șuruburi și știfturi pentru prinderea cavității; 6. Placa port-cavitate; 7. Cavitatea; 8. Slider mecanic; 9. Fitting rigid pentru circuitul de răcire; 10. Placa port-miez plus colanele de ghidare; 11. Șuruburile de prindere a miezului pe placa purtătoare; 12. Placă de ghidare a aruncătorilor; 13. Placa ejectoare; 14. Distanțieri; 15. Placă de capăt; 16. Șuruburi pentru fixarea distanțierilor; 17. Flanșă cilindrică pentru centrarea pe platanul mașinii de injecție; 18. Șuruburi de prindere plăci aruncătoare; 19. Placa aruncătoare; 20. Aruncători; 21. Suporți pentru depozitarea matriței; 22. Miezul.

Având toate componentele matriței de injecție pregătite, se poate trece la o simulare numerică a injecției propriu-zisă. În imaginile de mai jos se poate vedea atât umplerea cavității cât și zonele în care materialul ajunge ultima oară. [2]

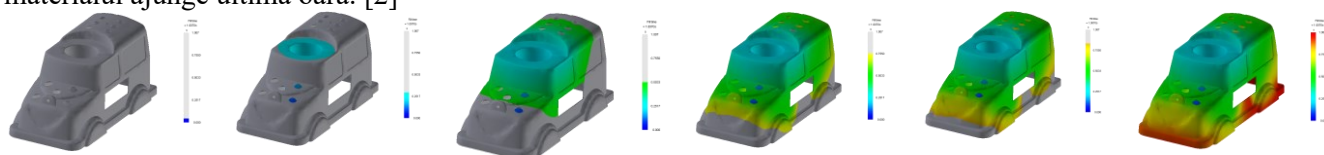


Fig. 9. Umplerea cavități matriței

Partea electronică de preluare a datelor de temperatură atât a corpului, cât și a mediului ambiental este evidențiată în figura de mai jos:

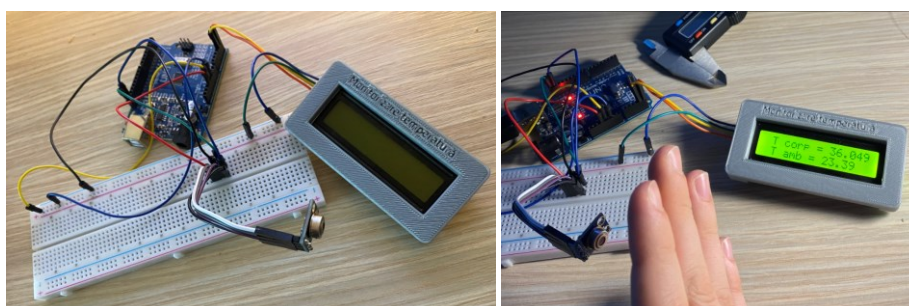


Fig. 10. Legăturile electronice

9. Omologarea produsului

În cadrul realizării de noi produse, omologarea reprezintă avantaje deosebite privind îmbunătățirea tehnico-economică de mare importanță pentru succesul produsului pe piață.

Omologarea prototipului [5] are ca scop confirmarea nivelului performanței produsului ce urmează a se asimila, pe baza verificărilor parametrilor prototipului în conformitate cu parametrii descriși în documentația avizată și realizarea tuturor condițiilor necesare și suficiente pentru a trece la faza următoare. Omologarea poate fi preliminară (de tip prototip) sau finală (serie zero sau fază unică).

Tabelul 5. Proces verbal pentru omologare Suport Birou Funcțional

<u>Proces verbal de omologare</u> Încheiat astăzi, 12.03.2021
Comisia de omologare s-a reunit în vederea omologării seriei zero a “ Suport Birou Funcțional”. Obiectul omologării este realizat în cadrul disertației din F.I.I.R. Politehnica- București, Proiect 2021. Comisia: - a examinat dosarul de omologare al produsului „Suport Birou Funcțional”; - a examinat seria zero a dispozitivului, exemplarul disponibil fiind pus în funcțiune;

- a examinat documentația de prezentare și instrucțiunile de utilizare a dispozitivului.
Comisia a constatat că:
- elaborarea noii soluții este justificată sub raport științific;
- dispozitivul corespunde datelor și caracteristicilor tehnice din prospect;
- verificările asupra preciziei și repetabilității rezultatelor determinărilor cu ajutorul dispozitivului, în faza de prototip și serie zero, sunt convingătoare și răspund exigențelor științifice în domeniu;
- prototipul corespunde prevederilor proiectului și este funcțional, fiind echipat cu toate componentele specificate în prospect;
- prospectul este explicit și pe deplin lămuritor pentru utilizatori.
În urma discuțiilor purtate, comisia omologhează metoda de măsurare a temperaturii corporale și a locuinței și Suport Birou Funcțional, cu următoarele recomandări:
- să fie introdusă la OSIM marca de înregistrare pentru dispozitiv;
- să se facă o prelucrare statistică, cu ajutorul unui program de calculator a datelor experimentale.
Acest document s-a încheiat în două exemplare originale, unul pentru partenerii proiectului și unul pentru Universitatea Politehnică.

Președinte: Ing. Olguța Elena Barac
Membri: Ing. Geambașu Mihaela Roxana
 Ing. Dănăilă Cătălina
 Ing. Bălănescu Denisa Ștefania
 Ing. Ignat Robert
 Ing. Constantin Opran

10. Concluzii

Analizând diferite concepte care au caracteristici similar s-a ajuns la un model care se pretează cel mai bine pentru cerințele pieței și ale demografiei intervievate. Acest model conține pentru stadiul acesta componente electronice specific pentru prototipare (Arduino Uno și breadboard), urmând ca în viața de serie a produsului să se folosească o placă de dezvoltare specializată pentru utilizarea menționată, reducând astfel costurile și fiabilitatea circuitelor care intră în componența produsului.

În cadrul lucrării, s-au studiat atât posibilitatea realizării piesei, cât și a realizării echipamentelor necesare fabricării. În urma analizei, piesa s-a dovedit a fi fezabilă din punctul de vedere al fabricării prin injecție în matriță, iar modularitatea echipamentului oferă avantaje substanțiale din punct de vedere al costului de producție pentru mai multe modele cu gabarit similar.

11. Bibliografie

- [1]. DUMITRESCU Andrei; OPRAN Constantin; 2002; *Materiale polimerice; Caracterizare, Proprietati, Prelucrare*; Oficiul de informare documentara pentru industrie, cercetare management; Bucuresti, Romania; pp.137; ISBN 973-8001-32-3.
- [2]. OPRAN Constantin Gheorghe; 2016; *Tehnologii de injecție în matriță produse polimerice*; Editura Bren; Bucuresti, Romania; pp.252; ISBN 978-606-610-201-8; pp.253.
- [3]. OPRAN Constantin Gheorghe; 2014; *Tehnologii de injecție în matrițe, Indrumar proiectare*; Editura Bren; Bucuresti, Romania; pp.108; ISBN 978-606-610-085-4; pp.109.
- [4]. L.Jyothish Kumar, “3D Printing and Additive Manufacturing technologies”, Springer, 2019
- [5]. Monitorul Oficial, “METODOLOGIA ȘI CONDIȚIILE TEHNICE din 8 mai 2003”, nr 347
- [6]. Ionescu N., Vișan A., Stoicescu D., “Creativity and intellectual Property”, Editura BREN (Cod CNCIS 96), București, 2016, ISBN 978-606-610-188-2.
- [7]. Prof. dr. ing. Cristian Doicin, “Dezvoltarea Produselor 1”, notițe de curs, 2019-2020, Universitatea POLITEHNICA București.