

# CERCETĂRI PRIVIND PROIECTAREA ȘI REALIZAREA UNEI IMPRIMANTE 3D PENTRU CAFEA

## RESEARCH REGARDING DESIGN AND REALIZATION OF A 3D COFFEE PRINTER

STROE Monica Sandra Lucia, ILINCA Florența-Simona, GRĂJDAN<sup>1</sup> Ioana<sup>1</sup>, FRÎNCU Bogdan-George, MARIN Valentin

<sup>1</sup>Facultatea: IIR, Specializarea: IPFP, Anul de studii: I, e-mail: [ioanagrajdan@gmail.com](mailto:ioanagrajdan@gmail.com)

Conducător științific: Prof.dr.ing.ec. **Cristian Vasile DOICIN**

*ABSTRACT: This paperwork presents the possibility to design and build with simple resources and means a very complex technical equipment with distinguished functionalities and applications for a 3D coffee printer. To build a 3D coffee printer by your own means is not just a challenge that should prove skill, but an invitation to further study and research when it comes to improve the functionalities and the overall performance of a standard 3D printer.*

*The goal of this paperwork is to present the most important components of the 3D coffee printer, as well as presenting the necessary technical proprieties and details*

*CUVINTE CHEIE: Imprimantă 3D, cafea, imagine.*

### 1. Introducere


Una din tehnologiile care acapareaza in mod constant si in acelasi timp, rapid, industria constructoare de masini si nu numai, este cu siguranta reprezentata de Tehnologiile de Fabricare Aditiva. Aceasta tehnologie a reusit sa se dezvolte exponential in decursul ultimilor ani si catre alte industrii, dar Industria Alimentara a fost unul din pionierii acestei initiative prin realizarea Imprimantelor 3D care depun materiale comestibile.

In ultimul timp, un alt tip de printare, care se va detalia mai jos prezinta un interes major in randul clientilor si nu numai – Printarea unei imagini pe suprafata unei cafele.

### 2. Stadiu actual


In tabelul de mai jos sunt prezentate o serie de produse concurete. Pentru acestea sunt prezentate elementele definitorii reprezentative.

**Tabelul 1. Produse concurente**

Produse concurente	Specificatiile produsului
	<b>Specificatii tehnice</b> Volum constructie 1.69 x 1.05 x 5.9 inch Temperatura maxima 100 C Viteza printare maxima (mm <sup>3</sup> /s) 100 Rezolutie maxima strat 0.8 mm Sistem de operare compatibil Microsoft Windows 7 Material suport printare Acryl Număr capete printare 1 <b>Dimensiuni</b> Diametru filament 1.75 mm Diametru duza 0.35 mm <b>16.065<sup>00</sup> Lei</b>

Imprimanta cafea, Drink Ripples

**Tabelul 1. Produse concurente**

Produse concurente	Specificatiile produsului
 <p data-bbox="308 795 614 815">Imprimanta Cino 3D Coffee</p>	<p><b>Specificații tehnice</b>                      Tehnologie printare – Inkjet                      Culori disponibile – Maro (culoarea cafelei)                      Autocalibrare – DA                      Slot card – NU                      Tip consumabil – cerneală comestibilă                      Viteză de printare – 20mm/s                      Număr capete printare – 2                      Conectivitate – USB, WI-FI                      Greutate – 35 kg                      Dimensiuni produs – 43x41x47cm                      Putere consum – 30W                      Tableta este inclusă în produs</p> <p><b>11.994<sup>99</sup> Lei</b></p>

## 2.1. Brevete

În figura 1 este prezentată o metodă de aplicare a unui design pe o băutură, US 2015/0251470A1, Statele Unite ale Americii, 10.09.2015. [1]

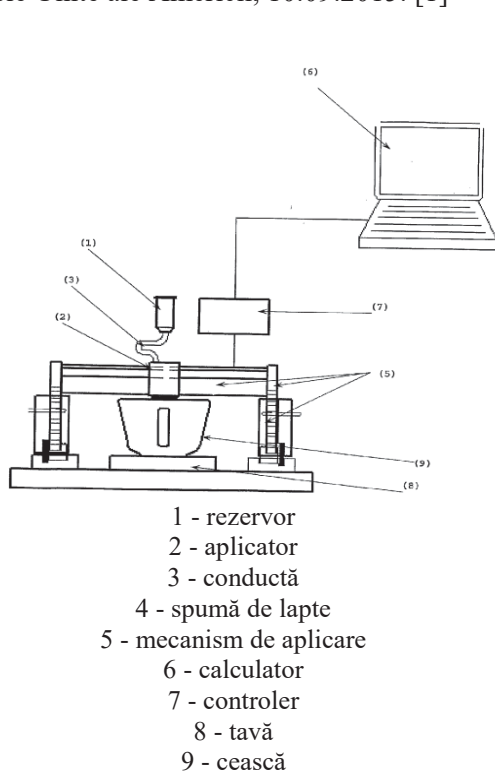


Fig. 1. Sistem de aplicare a design-ului

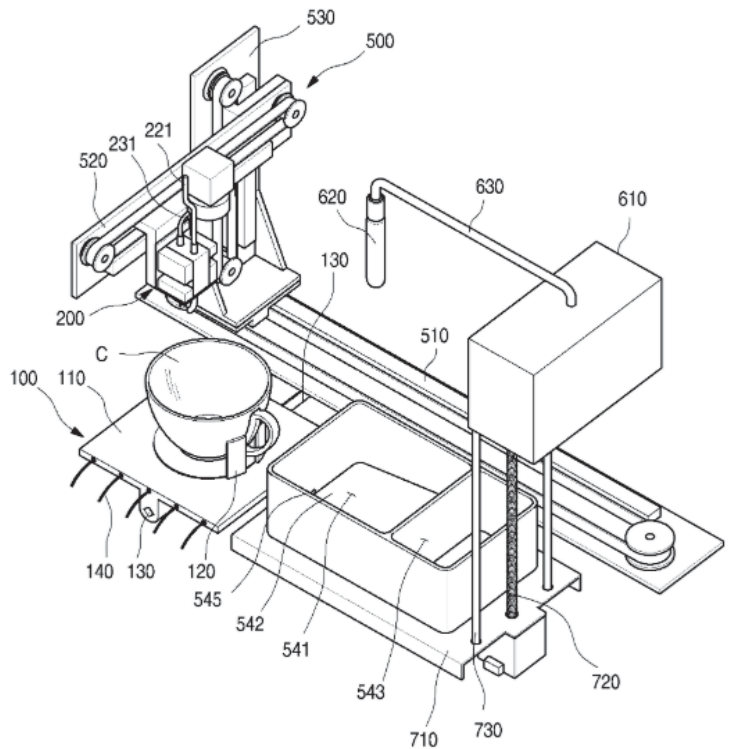


Fig 2. Imprimanta 3D pentru arta cafelei

Figura 2 este reprezentată de o imprimantă 3D pentru arta cafelei, KR101862521B1, Coreea de Sud, 31.05.2018. [2]

Pentru aceasta, elementele componente sunt:

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 100 - recipient      | 520 - șină axa y |
| 110 - masă recipient | 530 - șină axa z |

120 - suport recipient	541 - rezervor lapte
130 - arbore tampon	542 - suprafață inclinată
140 - elemente de încălzire	543 - rezervor de apă pentru spălare
200 - cap de printare	610 - generator de abut
221 - tub de alimentare cu lapte	620 - duză de abur
231 - tub de alimentare cu aer	630 - tub de alimentare abur
500 - unitate de transfer	710 - suport container
510 - șină axa x	730 - arbore ghidaj

### 3. Marketing strategic al produsului

În prezent, există astfel de imprimante, doar că toate sunt la un preț ridicat. Această imprimantă o să fie realizată cu un buget mult mai mic, iar în final vom avea același rezultat ca și la cele existente pe piață.

În ciuda limitărilor existente în prezent, tehnologiile de Imprimare 3D se dezvoltă foarte rapid. Astfel, tehnologiile de Imprimare 3D devin din ce în ce mai răspândite. Pentru o analiză mai amplă a produsului se va realiza **Analiza SWOT**. Aceasta este realizată pentru a evidenția anumite aspecte importante ale produsului. Se vor analiza atât punctele tari și slabe, cât și oportunitățile și amenințările.

Tabelul 2. Analiza SWOT

Puncte Tari	Puncte Slabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>calitatea produsului</li> <li>costuri reduse</li> <li>aprecierea favorabilă a clienților</li> <li>profesionalism</li> <li>indeplinirea nevoilor consumatorilor</li> <li>costuri reduse la producție și la achiziție față de concurență</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>capacitate limitată de producție a produsului</li> <li>lipsa promovării suficiente</li> </ul>
Oportunități	Amenințări
<ul style="list-style-type: none"> <li>schimbări în mentalitatea clienților</li> <li>accesarea fonduri nerambursabile pentru o producție mai mare și pentru promovare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schimbări legislative</li> <li>schimbarea clienților</li> <li>concurența</li> <li>cursul valutar</li> </ul>

Promovarea este foarte importantă. Cu ajutorul promovării produsul o să devină cunoscut și o să atragă un număr mare de clienți interesați. Produsul se adresează în special persoanelor iubitoare de cafea. Persoanelor cu venituri medii spre ridicate, atât românilor, cât și străinilor. Acest produs se va adresa celor ce doresc să savureze o cafea cu o poveste, mai exact imaginea imprimată pe spuma de la cafea să poată să le redea o stare de bine sau chiar să le readucă o amintire plăcută.

Piața inițială pentru acest produs va fi mixtă, B2B (Business to Business) și B2C (Business to Customer), deoarece produsul creat va fi livrat către magazine sau locuri unde se pot savura băuturi. Prin această vânzare produsul devine cunoscut și totodată promovat. Locurile prin care se dorește să se distribuie acest produs ar fi: cafenele, restaurante, ceainării, magazine cu specific, totodată și la anumite evenimente, conferințe, spectacole, teatre, etc.

#### 3.1. Mixul de Marketing

Mixul de Marketing este format din următoarele componente, cei 4P (Produs, Preț, Plasament, Promovare). Pentru produsul analiza, acesta se regăsește în tabelul 3.

**Tablul 3. Mixul de marketing**

<b>Produs</b>	<b>Preț</b>
“Imprimantă 3D de cafea” - cel mai important lucru la produs este calitatea acestuia - materiile prime folosite pentru calitate superioară - materialul folosit pentru imprimare este comestibil - aspectul vizual plăcut - distribuire organizată - vânzare directă în magazin	- prețul produsului se calculează în funcție de cheltuielile aferente, mai exact cele cu materiile prime, consumabilele, producție, promovare - se poate face o ofertă/un discount atunci când se cumpără o cantitate mai mare - se pot oferi servicii de mentenanță gratuite și garanție mai mare
<b>Plasament</b>	<b>Promovare</b>
- magazine - cafenele - ceainării - restaurante - biblioteci - universități - evenimente  Concurența va încerca să vină cu oferte mult mai atractive, inclusiv vor lăsa la preț, doar ca să poată prelua locurile de distribuție.	- online (site personal, canale de socializare, pagini cu specific) - offline (flyere, reviste cu specific) - degustări - ceainării, cafenele, restaurante - biblioteci, universități - evenimente mondene, culturale, tradiționale, culinare - conferințe, spectacole, târguri - emisiuni TV - prin consumatori, clienți Concurența va încerca să investească o sumă și mai mare în promovare.

#### 4. Stabilirea specificațiilor

Pentru identificarea nevoilor clienților se va folosi interviul. Acesta conține în structura sa o serie de 17 întrebări, incluzând utilizări tipice, aspecte plăcute, neplăcute și propuneri de îmbunătățire. Au fost intervievate mai multe persoane pentru a surprinde cât mai multe puncte de vedere.

S-a realizat apoi interpretarea declarațiilor de nevoi în nevoi ale clienților. Interpretarea declarațiilor clienților în nevoi se realizează deoarece două sau mai multe din informațiile culese de la clienți pot avea același conținut, dar formulare diferită. În urma interpretării nevoilor, acestea se vor centraliza. Aceasta centralizare cuprinde toate nevoile interpretate, atât cele care se repetă, cât și cele cu sens asemănător.

Din cauza numărului destul de mare de nevoi analiza și centralizarea acestora este dificilă. O modalitate de reducere a numărului inițial de nevoi interpretate este aceea de grupare a lor după gradul lor de asemănare.

În urma realizării ierarhizării nevoilor este necesar să se stabilească importanța relativă a nevoilor. Pentru stabilirea importanței relative s-a utilizat o scară de notare a importanței relative de la 1 la 5, a cărei interpretare este următoarea:

**Nota 1** - Proprietatea este nedorită. Nu voi lua în considerare produsele cu această proprietate.

**Nota 2** - Proprietatea nu este importantă, dar nu deranjează dacă există.

**Nota 3** - Ar fi bine dacă ar exista, dar nu este necesară.

**Nota 4** - Proprietatea este necesară.

**Nota 5** - Proprietatea este decisivă. Nu iau în considerare produsele care nu au această proprietate. [3]

**Tabelul 4. Importanta nevoilor**

Nevoile clienților	Importanța relativă
Produsul asigura un grad ridicat de siguranta pentru utilizator.	4
Produsul poate printa o gama cat mai variata de modele.	5
Produsul reproduce corect imaginea dorita.	5
Produsul este usor de intretinut, fara sa necesite o intretinere speciala.	3
Produsul este usor de folosit de orice persoana.	3
Produs este de dimensiuni mici.	2
Modelul este realizat in cateva secunde.	4
Produsul personalizeaza cafeaua, oferindu-i un aspect placut.	4
Produsul rezista unei utilizari indelungate.	3
Produsul nu degradeaza gustul cafelei.	5
Produsul are instructiuni de utilizare si intretinere.	4
Produsul poate imprima pe orice bautura cu spuma.	4
Materialul utilizat pentru imprimare este comestibil.	5
Produsul are o serie de modele prestabilite.	2
Cartusul permite realizarea multor desene.	3
Produsul poate realiza imagini colorate.	2
Produsul este incorporat intr-un aparat care face si cafeaua.	1
Produsul permite imprimarea a cel puțin 2 cafele simultan.	2
Produsul prezinta un ecran cu afisaj.	2

S-au analizat apoi performantele produselor concurente. Pentru aceste produse au fost analizate elementele definatorii reprezentative, precum proprietatile, specificatiile tehnice, dimensiunile si pretul.

In continuare s-a stabilit lista mărimilor și a matricei caracteristici-cerințe pentru produs. Se vor stabili specificațiile obiective ale produsului, adica acele valori pentru care succesul pe piață al produsului este posibil. Aceste valori se stabilesc în funcție de specificațiile produselor concurente, astfel încât acestea să asigure un avantaj, atât din punct de vedere funcțional, cât și tehnic al produsului dezvoltat. S-a realizat apoi Matricea Mărimi – Cerințe pentru a facilita identificarea mărimilor și a cerințelor primare.

Urmatoarea etapa este reprezentata de stabilirea importanței relative a mărimilor ținând seama de importanța relativă a cerințelor din care acestea derivă. Aceasta este va în strânsă corelație cu importanța relativă a cerințelor primare caracterizate.

In final se stabilesc valorile obiectiv ideale și limită acceptabile pentru fiecare mărime. Pentru stabilirea valorilor obiectiv ideale și limită acceptabile se alege, pentru fiecare mărime, un obiectiv ideal și un obiectiv limită acceptabil. Valorile se pot observa mai jos in format tabelar.

**Tabelul 5. Valori ideale marimi**

Nr. mărimii	Nr. cerinței	Mărimea	Tipul mărimii conf. Taguchi	Imp. relativă	Unități	Val. Lim.	Val. Ideale
1	3, 7	Viteza de printare	GTB	4	mm/s	20	40
2	2, 15, 18	Numar capete printare	GTB	4	Nr.	2	2
3	3, 8, 10, 12, 13	Tip consumabil	GTB	4	-	comestibil	extract cafea
4	2, 8, 16	Culori disponibile	GTB	4	Nr.	1	10
5	7, 14	Dimensiune printare	GTB	5	cmxcm	5x5	10x10
6	3, 7	Timp de realizare model	STB	5	secunde	30	15
7	2, 3, 7	Rezolutie maxima strat	STB	3	mm	1	0.8
8	9, 15	Numar bauturi printate/cartus	GTB	3	Nr.	200	350
9	1, 9	M.T.B.F.	GTB	4	ore	1500	2500

**Tabelul 5. Valori ideale marimi**

Nr. mărimii	Nr. cerinței	Mărimea	Tipul marimii cnf. Taguchi	Imp. relativă	Unități	Val. Lim.	Val. Ideale
10	4, 5, 11	Manual de întreținere și instalare	GTB	2	Da/Nu	Nu	Da
11	1, 5	Asigură protecția utilizatorului	GTB	5	Da/Nu	Da	Da
12	6	Masa totala	STB	1	kg	35	25
13	6, 17	Dimensiuni de gabarit	STB	2	cmxcmxcm	50x50x50	30x30x30
14	4	Timp de montare/demontare pentru întreținere	STB	1	Min.	5	3
15	4, 5, 11	Scule speciale pentru întreținere	NTB	1	Da/ Nu	Da	Nu
16	17	Puterea consumată	STB	2	W	50	30
17	1, 17	Nivel de zgomot în funcționare	STB	3	dB	80	60
18	17, 18	Preț de vânzare	STB	4	Lei	5000	2500

## 5. Analiza functionala a imprimantei si a componentelor acesteia

Dimesiunile de gabarit ale imprimantei realizate sunt de 250x250x350mm. Dimensiunea pentru introducerea cestii de cafea este de 160mm. Aceasta distanta se doreste a fi cat mai mare pentru a putea introduce cesti sau pahare de diferite dimensiuni, urmand a fi reglata apoi dimensiunea in vedera realizarii printarii.

Am realizat pentru inceput cadrul imprimantei. Acesta este format din placa de sus si de jos, ce au aceleasi dimensiuni, 250x250x20mm. Placa de jos are rol de baza, de a sustine cele 4 bare. Placa de sus sustine axele pentru capul de printare, dar si partea electrica si barele de control. S-au realizat apoi cele 4 bare de dimensiuni Ø10x300mm. Prin intermediul acestora se face legatura intre cele doua placi.

De asemenea, s-a proiectat si suportul pentru cana care se ghideaza pe cele doua bare din partea din fata ale imprimantei si este deplasata in sus de surubul conductor. Surubul conductor are rolul de a deplasa cana la nivelul cartuselor. In partea superioara este prezent un senzor care va opri miscarea de translatie in momentul in care a ajuns la dimensiunea necesara.

In continuare s-a realizat axa prin care se vor misca cartusele. Cartusele executa miscarile stanga - dreapta si inainte-inapoi. Miscarea inainte-inapoi se realizeaza prin intermediul a doua axe ce au montate cate un rulment liniar, miscare generata de un motor. Suportii de care sunt prinse cele doua axe se vor realiza prin printare 3D, fiind special modelate in acest scop. De ce doi rulmenti liniari se monteaza o alta axa de care se va prinde cartusul. Miscarea stanga-dreapta se realizeaza prin intermediul unui motor care atreaneaza cureaua ce ofera cartusului miscarea stanga-dreapta. Motorul folosit este denumit Samsung ML-2160, fiind motor pas cu pas.

La printarea unui rand complet cartusul realizeaza o miscare de avans de 0.8mm si apoi printeaza un nou rand, realizand in final imaginea dorita.

In ceea ce priveste partea electrica, se va utiliza un program de printare 2D, unde se va introduce imaginea dorita, asadar nu este necesar implementarea unui software pentru imprimantele 3D.

Ca parte de control a imprimantei se foloseste o placa de control cu procesor Samsung denumita MI2165x JC92.

De asemenea, un rol de protectie il prezinta carcasa imprimantei. Aceasta impiedica manevrarea gresita a imprimantei si elimina posibilitatea de vatamare a utilizatorului. De asemenea, aceasta prezinta si un rol de imbunatatire a aspectului. Pe carcasa vor fi inscriptionate informatiile generice ale imprimantei

Imprimanta pentru cafea prezinta si un capac superior care are rolul de a proteja partea electronica a imprimantei. De asemenea, pe suprafata acestuia se monteaza un afisaj care va indica diferite informatii utilizatorului, inainte, in timpul si dupa realizarea unei printari.

In figura de mai jos se poate observa imprimanta intr-o stare incipienta de modelare si proiectare, iar in partea dreapta imprimanta intr-o stare finala.





Fig. 3. Imprimanta pentru cafea – incipient si final

În vederea printării a unor imagini de diferite dimensiuni pe un suport de dimensiuni variabile se utilizează un senzor care definește spațiul de lucru, astfel acest senzor stabilește centrul imaginii, astfel imaginea care urmează a fi printată va fi poziționată corect.

Imprimanta pentru cafea prezintă și un capac superior care are rolul de a proteja partea electronică a imprimantei. De asemenea, pe suprafața acestuia se montează un afișaj care va indica diferite informații utilizatorului, înainte, în timpul și după realizarea unei printări.

## 6. Analiza economică

Costul de producție al imprimantei se determină în funcție de prețul materialelor necesare și al tehnologiilor folosite. Se generează un tabel al costurilor estimative, furnizate de către producători sau identificate în piață. Momentan, în această fază a proiectului, putem realiza o simulare de cost din cauza faptului că produsul nu este încă definitivat.

Tabelul 6. Costuri estimate

Componentă	Cantitate (u.m.)	Preț minim (lei)	Preț maxim (lei)	Total minim (lei)	Total maxim (lei)
Display LCD	1buc	5,2lei/buc	27,99lei/buc	5,2	27,99
Placa de control, microprocesor Samsung, MI2165x JC92	1buc	59,50lei/buc	220,70lei/buc	59,50	220,70
Motor NEMA 17	1buc	33,2lei/buc	107lei/buc	33,2	107
Motor pas cu pas Samsung ML-2160	2 buc	91,87lei/buc	348,05lei/buc	183,74	696,1
Cablaj 4 fire	10m	0,62lei/m	5,09lei/m	6,2	50,9
Șuruburi	50buc	0,68lei/buc	0,8lei/buc	34	40
Suport motor (elemente printate)	2 buc	25lei/buc	30lei/buc	50	60
Suport fixare bara (elemente printate)	4 buc	50lei/buc	55lei/buc	200	220
Suport axa cartuse	1 buc	150lei/buc	165lei/buc	150	165
Placa inferioara	1 buc	30lei/buc	67lei/buc	30	67
Placa superioara	1 buc	30lei/buc	67lei/buc	30	67

**Tabelul 6. Costuri estimate**

Componentă	Cantitate (u.m.)	Preț minim (lei)	Preț maxim (lei)	Total minim (lei)	Total maxim (lei)
Carcasa exterioara	1 buc	200lei/buc	250lei/buc	200	250
Capac	1 buc	100lei/buc	105lei/buc	100	105
Cupla flexibila 5-8 mm	1buc	8,4lei/buc	12lei/buc	8,4	12
Fulie GT2	4 buc	12,91	16,05lei/buc	51,64	64,2
Șurub T8 200mm	1 buc	16,8lei/buc	68lei/buc	16,8	68
Piulita T8	1 buc	2,4lei/buc	8,03lei/buc	2,4	8,03
Tijă Aluminiu Ø10x350mm	4 buc	4,05lei/buc	29,73lei/buc	16,21	118,92
Rulment liniar LM10UU	2 buc	9,18lei/buc	19lei/buc	18,36	38
Rulment liniar LM8UU	2 buc	2,10lei/buc	7,14lei/buc	4,2	14,28
Extruder	1buc	1225lei/buc	1405lei/buc	200	482
Cerneală comestibilă	2 buc	120lei/buc	149lei/buc	120	149
Support cana	1 buc	48,50lei/buc	67,71lei/buc	48,50	67,71
$\Sigma$	-	-	-	<b>1568,35</b>	<b>3098,83</b>

Costul de producție trebuie să fie minim, iar în cazul în care produsul se poate optimiza ca structură pentru a obține acest cost, se optează pentru acest lucru. Funcționalitatea produsului, însă, nu trebuie afectată de această schimbare a structurii. Pentru a identifica cel mai mic cost de producție se reevaluează costurile componentelor printr-o nouă cercetare în piață sau printr-o nouă cerere de ofertă, unde este cazul.

În urma simulării de cost pentru imprimanta 3D ce are ca scop realizarea unui design comestibil pe o spumă de cafea, a rezultat un cost minim de producție de 1568,35 de lei și un cost maxim de producție de 3098,83 de lei. Pentru a obține un cost cât mai mic de producție și performanțe maxime, aspecte ce vor asigura ieșirea pe piață a produsului, se va face o reevaluarea a costurilor care va include și o reevaluare a cantităților de materiale folosite.

## 7. Concluzii

Lucrarea a constat în proiectarea unei imprimante 3D pentru cafea, urmând a se realiza fizic. Pentru început însă s-a realizat o analiză a stadiului actual și a marketingului strategic al produsului. În urma acestora s-a constatat faptul că principalul avantaj al construcției imprimantei este reprezentat de faptul că în prezent există astfel de imprimante, însă toate sunt la un preț foarte ridicat..

Pentru alegerea parametrilor optimi necesari construcției imprimantei au fost analizate nevoile clienților, iar în funcție de cerințele acestora s-a trecut la proiectarea imprimantei. Aceasta a fost realizată cu ajutorul softului de proiectare Autodesk Inventor.

Ținând cont de elementele componente utilizate în construcția imprimantei s-a realizat o estimare a costului. Acest cost vine ca o confirmare a celor anterior stipulate, și anume a faptului că această imprimantă este realizată cu un buget mult mai mic, dar rezultatul obținut este asemănător cu cel al produselor deja existente pe piață.

## 8. Bibliografie

- [1]. <https://patents.google.com/patent/US20150251470A1/en?q=~patent%2fEP1907216A4>, accesat la 30.04.2020
- [2]. <https://patents.google.com/patent/KR101862521B1/en?q=coffee+printer&after=priority:20170101>, accesat la 30.04.2020
- [3]. C.V. Doicin, N. Ionescu, Note de curs – “Dezvoltarea Produselor 1”, UPB, FIIR, 2020