

# CERCETĂRI PRIVIND DEZVOLTAREA UNEI PLATFORME MOBILE PENTRU COLECTAREA ȘI TRANSPORTUL INDOOR AL DEȘEURILOR

ANGHEL Catalina<sup>4</sup>, ONCESCU Mihai Francisc<sup>2</sup>, PANDUROAICA Robert-Florin<sup>1</sup> și PASARICA Loredana Nicoleta<sup>3</sup>

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. Ec. Cristian DOICIN

**REZUMAT:** În prezenta lucrare este dezvoltat un concept de mini-autovehicul autonom inteligent capabil să transporte cu ajutorul unei remorci, deșeurile de plastic și hârtie provenite de la persoanele din interiorul Facultății I.M.S.T. Sistemul este format dintr-o platformă metalică acționată de șase motoare independente. Orientarea sistemului se face pe baza hărții digitale a clădirii procesată de către un algoritm Astar. Autorii s-au concentrat pe deplasarea platformei în mod automat între două puncte predefinite, cu atașarea și decuplarea remorcii la capăt de traseu.

**CUVINTE CHEIE:** colectare, deșeurii, platformă, remorca

## 1. INTRODUCERE

Lucrare propune mai multe concepte ale unei platforme autonome pentru colectarea și transportul recipientelor din plastic/aluminiu, cu remorcă, în vederea reciclării.

Sistemul se compune din:

- platforma, care va conține o parte de comandă formată din module „Arduino” și o parte de acționare compusă din șase motoare electrice cu ajutorul cărora se realizează deplasarea;
- remorca pentru colectare și transport al deșeurilor.

## 2. STADIUL ACTUAL

În cadrul proiectului au fost elaborate mai multe concepte, verificate și s-a stabilit varianta finală pentru realizarea prototipului. [2]

După proiectare și efectuarea tuturor calculelor în aplicația software de proiectare asistată SolidWorks, am realizat prototipul mini-vehiculului platformă autonomă de colectare și transport al deșeurilor. [1]

<sup>1</sup> Specializarea Ingineria Nanostructurilor și Proceselor Neconventionale, Facultatea IMST;

E-mail: [panduroaica.robert@gmail.com](mailto:panduroaica.robert@gmail.com);

<sup>2</sup> Specializarea Ingineria Nanostructurilor și Proceselor Neconventionale, Facultatea IMST;

E-mail: [oncescu.francisc@gmail.com](mailto:oncescu.francisc@gmail.com);

<sup>3</sup> Specializarea Inginerie avansată asistată de calculator Facultatea IMST;

E-mail: [pasarica.loredana@gmail.com](mailto:pasarica.loredana@gmail.com);

<sup>4</sup> Specializarea Inginerie avansată asistată de calculator, Facultatea IMST;

E-mail: [anghel.catalina21@gmail.com](mailto:anghel.catalina21@gmail.com);

**2.1. Proiectare conceptuală** a reperului “Platformă de transport deșeurilor” – P.T.D. Aceasta parte a lucrării consta în stabilirea funcției generale a mini-vehiculului autonom.

### 2.1.2 Funcția generală

Este definită ca ansamblul însușirilor produsului prin care se satisface nevoia pentru care se proiectează produsul. Astfel, pornind de la nevoia identificată și de la cerințele clienților s-a stabilit că funcția generală a produsului dezvoltat o reprezintă colectarea, reciclarea și transportul indoor al deșeurilor.

### 2.1.2 Lista funcțiilor principale

Pentru evidențierea sistemului de fenomene folosite la dezvoltarea funcției generale și a funcțiilor componente se menționează fenomenele naturale care stau la baza dezvoltării fiecărei funcții. Funcțiile principale vor fi prezentate în **Tab. 2.1**.

**Funcțiile principale**

**Tab. 2.1.**

Funcția generală	Numărul funcției	Funcțiile principale ale PTD
Permite transportul deșeurilor	Ø11	inițializarea sistemului;
	Ø12	cunoașterea poziției în timp real a autovehiculului autonom;
	Ø13	monitorizarea nivelului de autonomie al bateriei;
	Ø14	monitorizarea în timp real a încărcăturii remorcii cu ajutorul senzorilor;
	Ø15	mentenanța și întreținerea sistemului autonom;
	Ø16	reciclarea materialelor care intra în componența sistemului autonom .

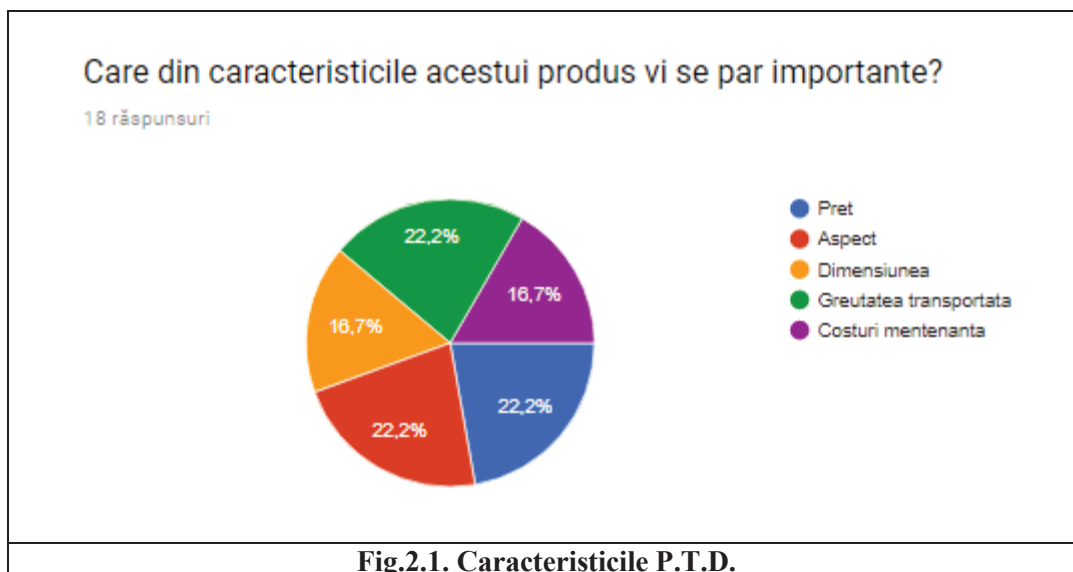
După stabilirea funcțiilor principale ale sistemului vom continua cu găsirea de soluții ale funcțiilor mai sus menționate prin interviuarea printr-un chestionar online a persoanelor care lucrează în diferite domenii și care folosesc cu prioritate colectarea selectivă a deșeurilor.

### 2.1.3 Cercetarea externă pentru identificarea și stabilirea soluțiilor constructive

Pentru găsirea de soluții la funcțiile pe care produsul trebuie să le dezvolte, am consultat experții (din domeniul construcțiilor de mașini precum și celor din domeniul tehnologic de reciclare) prin realizarea unui chestionar online. Această modalitate este cea mai practică metodă de a afla impresiile și opiniile oamenilor, fără a mai merge fizic în fiecare uzină sau fabrică în parte, astfel reducând timpul semnificativ atât echipei cât și celor intervievați.

Aceste opinii sunt esențiale în construirea dispozitivului nostru P.T.D. deoarece ne ajută să vedem și lucrurile pe care nu le știm și aspectele care sunt importante în fabricarea acestui dispozitiv de colectare și transport al deșeurilor.

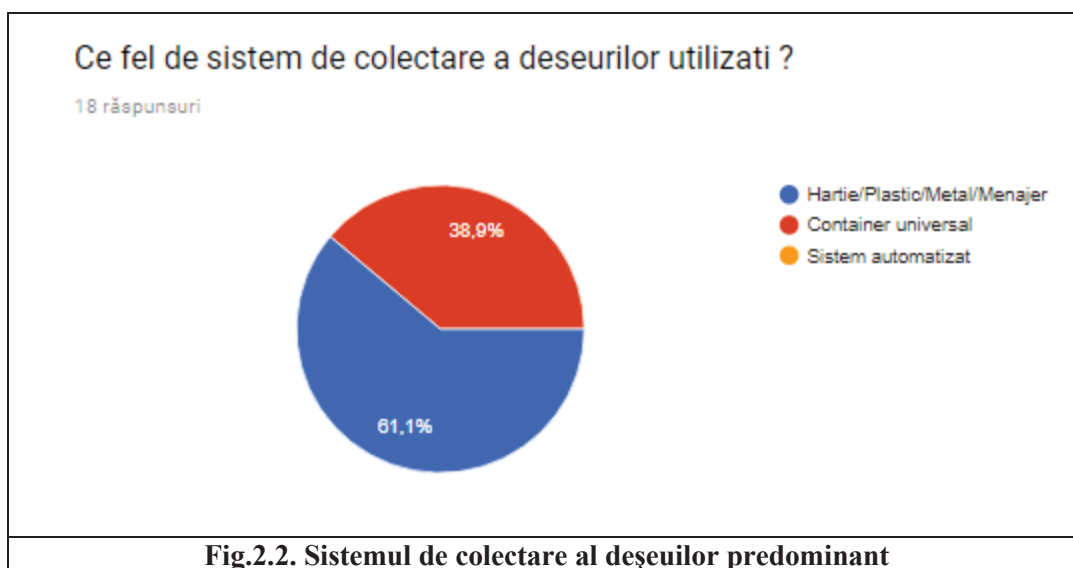
La acest sondaj au participat 18 persoane, iar răspunsul pentru întrebarea: „Care din caracteristicile acestui produs vi se par importante?” a fost încadrat în graficul din **Fig. 2.1**.



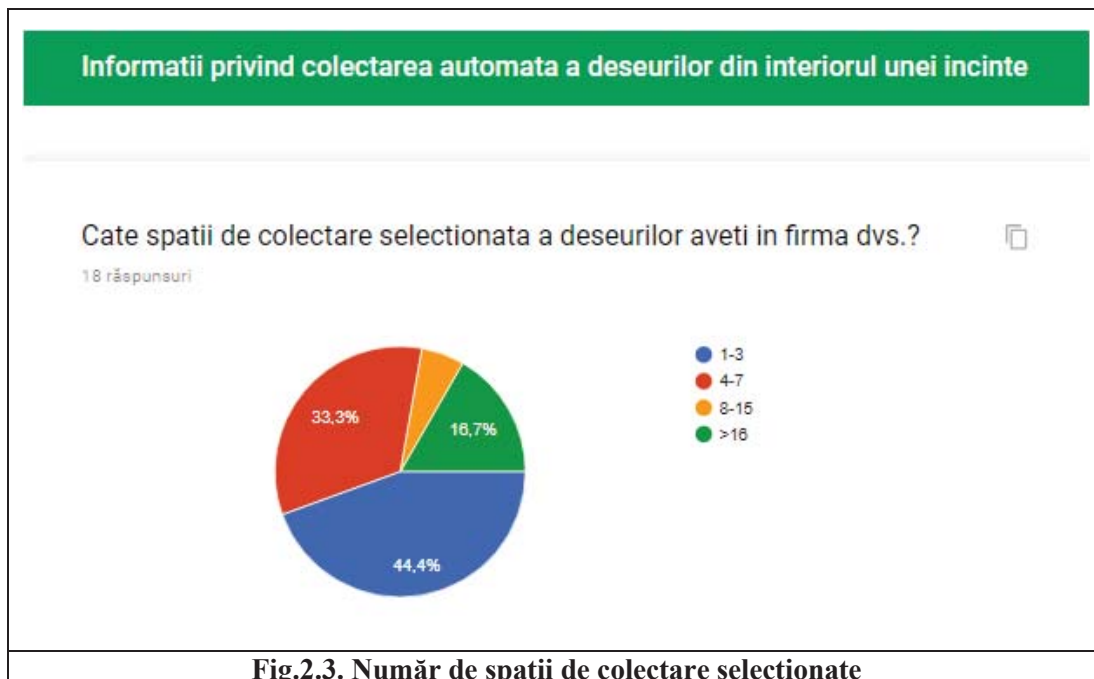
Un procentaj de 22,2% reprezintă în egală măsură ponderile prețului de achiziție al produsului , aspectul, cât și greutatea transportată de produs.

A doua poziție este reprezentată de un procentaj de 16,7% însemnand dimensiunea de gabarit a ansamblului , cât și costurile de mentenanță.

Persoanele care au participat la acest sondaj folosesc în procentaj de 61,1% colectarea selectivă a deșeurilor.



Cel de-al treilea grafic este reprezentat de ponderea maximă de 44,4% obținută din răspunsurile celor intervievați (Fig.2.3.) și anume un număr cuprins între 1-3 spații de colectare selectivă a deșeurilor fiind prezente în instituțiile unde sunt angajați.

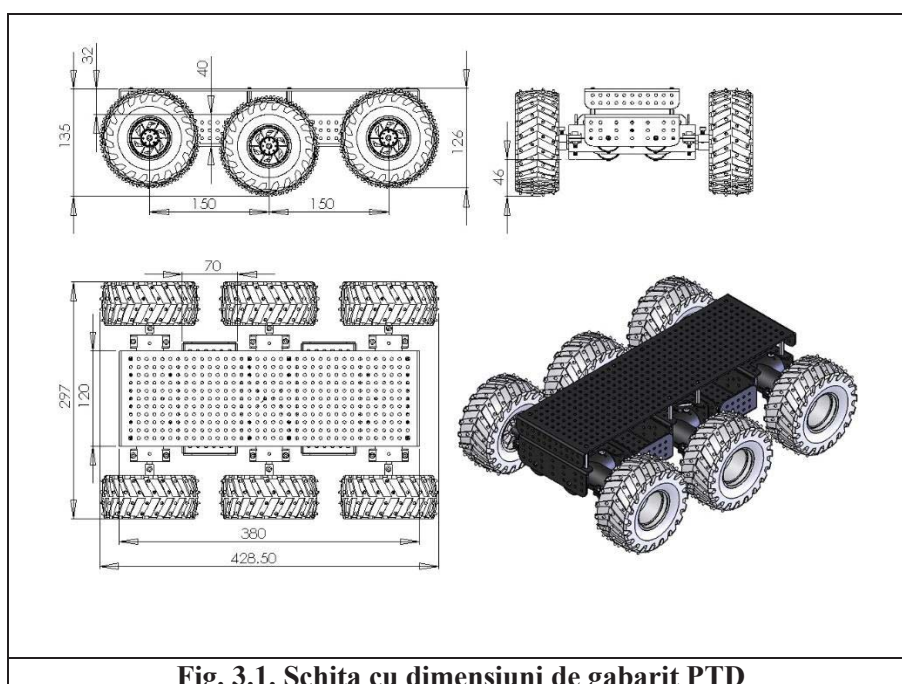


După concluziile finale din „Sensiunea de cercetare științifică din mai 2017”, împreună ponderile maxime ale sondajului efectuat am stabilit ca variantă finală „Proiectarea și confecționarea vehiculului P.T.D.”, compus din platforma mobilă autonomă și o remorcă pentru colectarea și transportul deșeurilor .

### 3. PROIECTARE AVANSATĂ

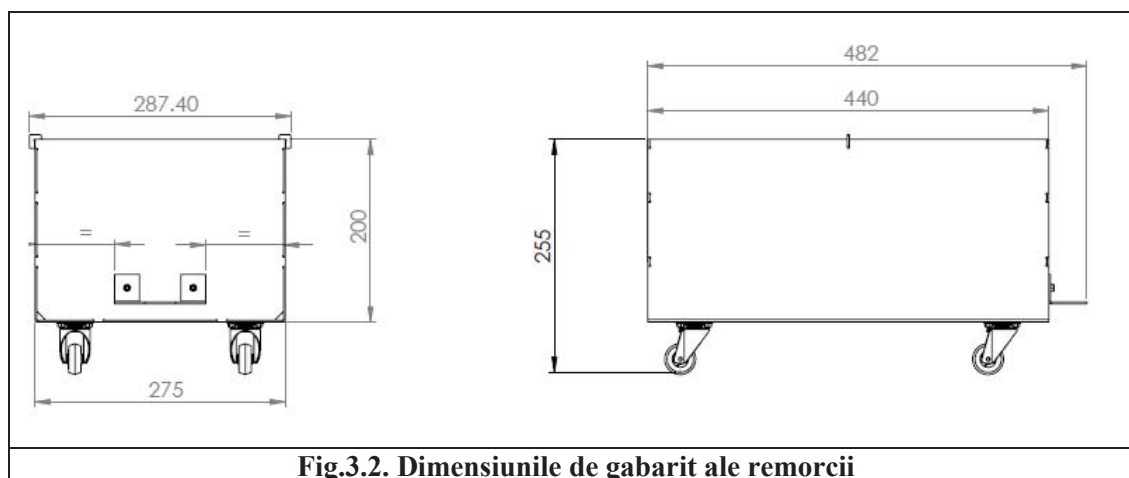
#### 3.1. Proportționare, forme, dimensiuni și toleranțe

Proiectarea a început cu remorca platformei mobile autonome. Proportționarea, forma, dimensiunea și toleranțele au fost determinate cu ajutorul modelului 3D al platformei și modelului fizic al acesteia. Astfel, s-a considerat ca prim factor dimensiunea de gabarit a PTD care se poate observa mai jos în Fig. 3.1.



Astfel, având în vedere dimensiunile de gabarit ale remorcii și dimensiunile pe care le pot avea diferitele PET-uri sau ambalaje, s-au stabilit ca dimensiuni de gabarit cele prezentate în **Fig.3.2**.

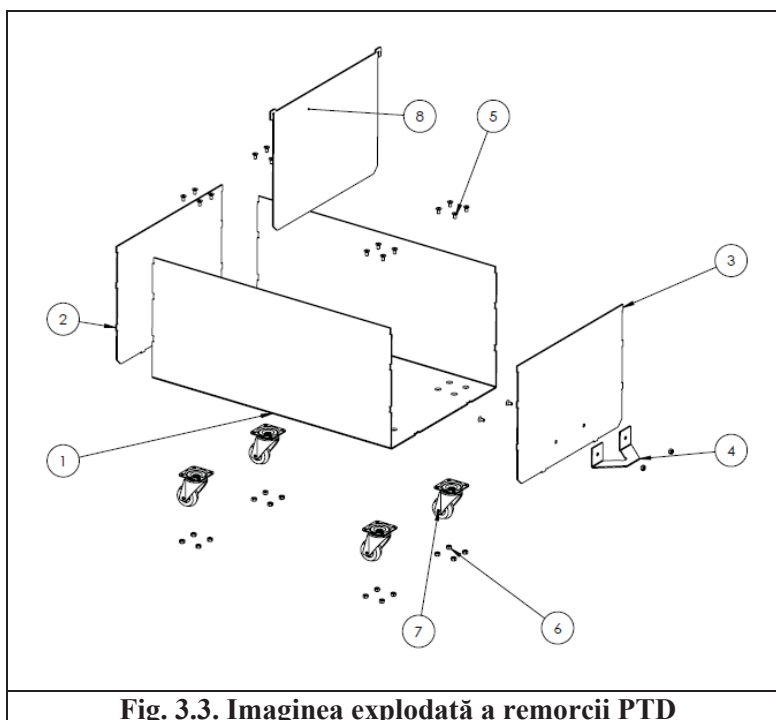
Capacitatea remorcii este de 16 L, având o greutate de 1,5 Kg.



**Fig.3.2. Dimensiunile de gabarit ale remorcii**

Formele piesei ansamblului sunt simple proiectate, astfel încât să reprezinte o bună tehnologie. Din cauza erorilor obținute din uzura frezei sau lipsa jocurilor, s-a considerat +0,2 mm toleranța pentru o îmbinare ușoară în vederea lipirii ulterioare.

Grosimea pereților este de 2 mm, deoarece materialul este unul foarte rezistent la șocuri sau zgârieturi. Componentele acestei remorcii se pot observa în imaginea prezentată în **Fig. 3.3.**, iar denumirea acestora și cantitățile sunt ilustrate în **Tab. 3.1**.



**Fig. 3.3. Imaginea explodată a remorcii PTD**

**Tabel de componență****Tab. 3.1**

Nr. crt.	Denumire reper	Cantitate
1	Cutie P1	1
2	Cutie P2	1
3	Cutie P3	1
4	Cuplaj remorcă	1
5	Șurub M4X8	18
6	Piuliță M4	18
7	Roată cu placă pivotantă, h=55mm	4
8	Distanțier	1

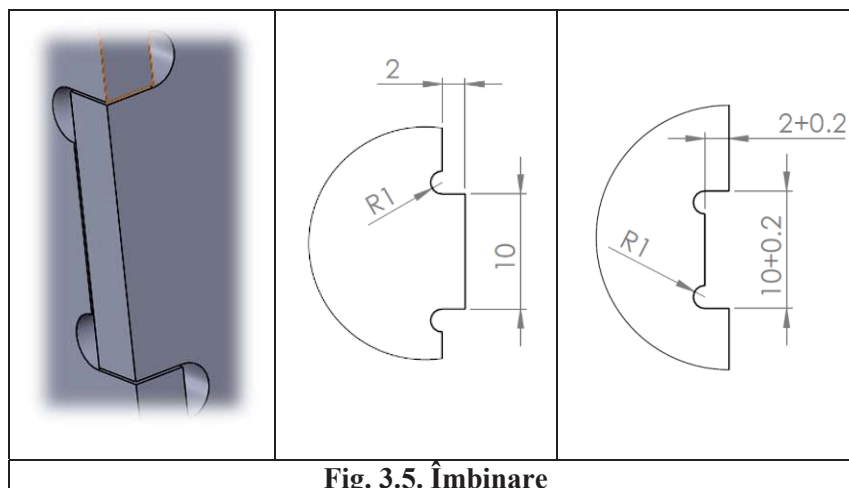
### 3.2. Determinarea condițiilor ergonomice

- a) Materialul ales să fie unul rezistent

Din acest material se pot fabrica diferite echipamente menite să confere rezistență. Acest lucru se poate observa în **Fig. 3.4.**

**Fig. 3.4. Materialul ales**

- b) Grosimea pereților cutiei remorcii să fie aleasă în funcție de duritatea dorită.
- c) Materialul ales să se poată prelucra prin diferite procedee.
- d) Cârligul și flansa sunt create din același material pentru o rezistență la tracțiune ridicată și o greutate cât mai redusă pentru o autonomie prelungită a bateriei.
- e) Realizarea unor îmbinări care facilitează asamblarea în urma căreia este necesară lipirea. Această îmbinare este realizată prin crearea unor “urechi” la care s-au realizat degajări pentru a evita îmbinarea greșită și pentru a se fixa perfect înaintea procesului de lipire. Această îmbinare se poate observa în **Fig. 3.5.**



**Fig. 3.5. Îmbinare**

- f) Realizarea unor zenc-uri la șuruburile din interiorul cuvei pentru a evita prinderea deșeurilor de acestea și pentru o golire mai eficientă.

### 3.3. Stabilirea materialelor

Materialul ales pentru realizarea componentelor remorcii și al sistemului de remorcare este policarbonatul compact, respectiv Makrolom în denumirea populară.

Plăcile din policarbonat compact oferă o combinație de caracteristici de neegalat: robuste, transparență, rezistența la impact. Transparente ca sticla, au masa de două ori mai mică și sunt de 250 de ori mai rezistente la șocuri. Plăcile prezintă, de asemenea, cele mai bune proprietăți de izolație termică și acustică.

Avantajele acestui material sunt prezentate în **Tab. 3.2.**

**Avantajele Makrolon-ului** **Tab. 3.2.**

Avantaje
Rezistența la razele U.V. și la grindină
Transmisia luminii
Rezistența la impact
Prelucrarea simplă
Rezistența la zgârieturi

Proprietățile mecanice ale makrolon-ului sunt prezentate în **Tab 3.3.**

**Proprietăți mecanice** **Tab. 3.3.**

	Valoare	Unitate	Metodă
Rezistența la tracțiune	>60	MPa	ISO 527-2
Alungire la întindere	6	%	ISO 527-2
Alungire la rupătură	>70	%	ISO 527-2
Modul de elasticitate	2.300	MPa	ISO 527-2
Solicitare limită la flexiune	ca.90	MPa	ISO 179
Rezistența la impact (Charpy fără crestătură) fără rupătură		KJ/m <sup>2</sup>	ISO 179
Rezistența la impact (Charpy cu crestatura) circa 11		KJ/m <sup>2</sup>	ISO 179

## 4. FABRICARE PROTOTIP

### 4.1. Realizarea remorcii și a cuplajului cu remorca

#### 4.1.1. Achiziționarea roților

Inițial s-a proiectat remorca, iar în funcție de înălțimea rezultată, au trebuit să fie achiziționate roțile platformei. Se puteau asambla roți cu înălțime totală 55mm, 60mm, 65mm sau 70mm.

De la magazinul “Leroy Merlin”, am cumpărat roți cu placă pivotantă cu înălțimea de 55mm, prezentate în **Fig. 4.1**.

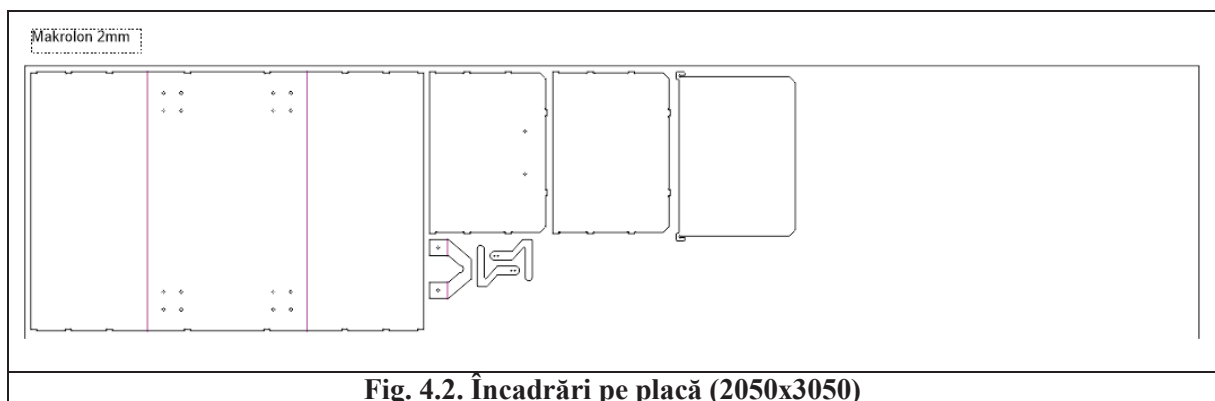


#### 4.1.2. Procesele necesare realizării remorcii

Pașul următor a fost să realizăm toate desenele de execuție în vederea obținerii pieselor respective care se regăsesc în anexă.(PTD-A1÷PTD-A6). Aceste piese au fost realizate integral în interiorul unei companii.

Aici s-a ales ca material final, Makrolonul de 2mm grosime, deoarece din experiența profesională, știm cum se comportă la tracțiune, presiune și torsiune.

A fost nevoie de exportarea 2D a pieselor din SolidWorks în programul DraftSight, care este mai rapid decât AutoCAD și este free. După a fost nevoie de încadrarea acestora în CorelDraw.(**Fig. 4.2.**)



După cum se poate observa mai sus, în **Fig. 4.2.**, aceasta prezintă acel “Engrave 0,7mm”. Acesta reprezintă o trecere cu freză la 90° pe o adâncime de 0,7mm. Acest engrave se realizează, pentru a facilita termoformarea makrolonului și obținerea unei raze de 1mm la îndoiri de 90°.

Această încadrare a fost exportată în programul EnRoute, fiind un program de tip CAM pentru mașinare. În acesta, s-au specificat regimul de lucru pentru Makrolon, frezele utilizate, ordinea prelucrărilor și punctul de plecare 0,0. După execuție, placa este ilustrată în **Fig.4.3**.





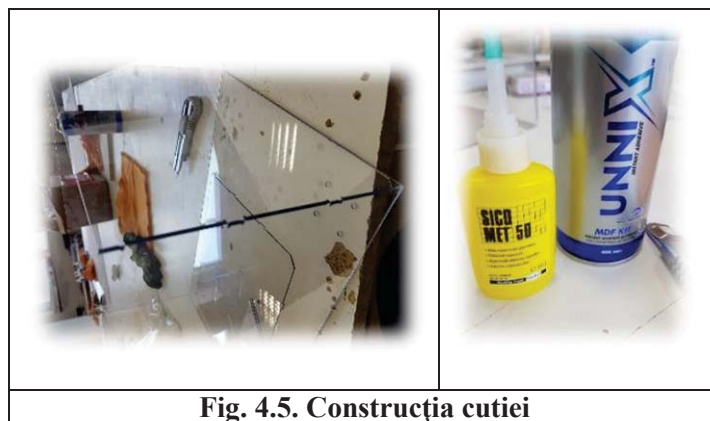
**Fig. 4.3. Debitarea încadrării**

Piesele au necesitat o curățare, respectiv scoaterea manuală a foliei de protecție, pentru a se putea realiza termorofmarea. S-a folosit pentru termofomare mașina automată EXPO. (Fig.4.4.)



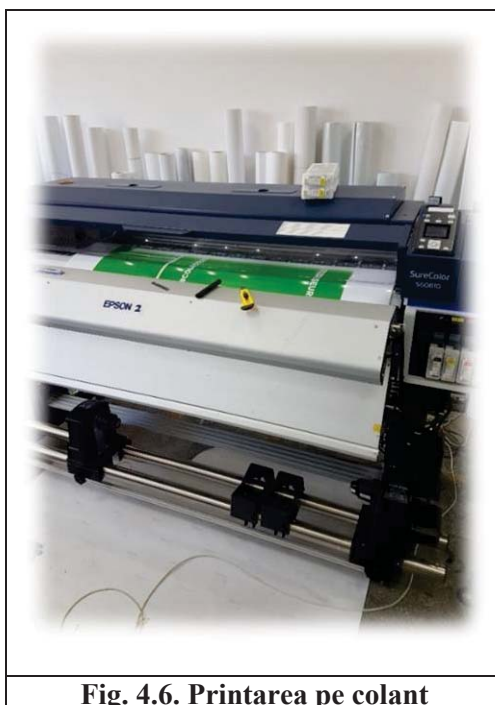
**Fig. 4.4. Realizarea indoirii dupa incalzire**

În operația următoare, după îndoirea tuturor componentelor, s-a realizat montarea cutiei și lipirea acesteia cu un adeziv special pentru makrolon. După aplicarea adezivului, acesta trebuie facilitat cu ajutorul unui activator. (Fig. 4.5.)



**Fig. 4.5. Construcția cutiei**

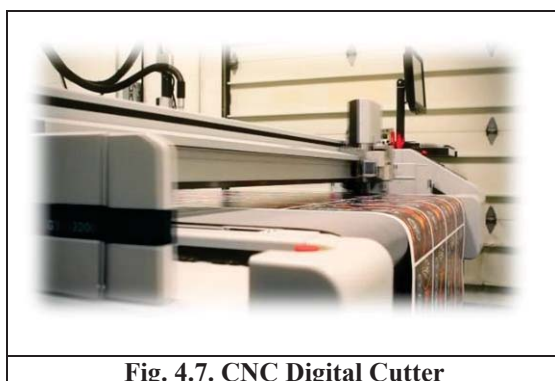
Ulterior, a fost nevoie de crearea unei grafici pentru cașerarea cutiei (colantare). Imaginea pentru colant a fost realizată în CorelDraw pe desfășurata cutiei. Această imagine a fost printată pe colant ORACAL 3641 pe printorul industrial EPSON 2. (Fig. 4.6.)



**Fig. 4.6. Printarea pe colant**

Autocolantul, pentru a facilita rezistența la lichide, zgârieturi sau lovituri a fost laminat cu ajutorul unui laminator automat. Acest proces presupune aplicarea unei folii protective peste colantul respectiv.

Pasul următor a fost debitarea colantului în dimensiunile dorite cu ajutorul unui CNC Digital de tăiere cu lamă. (Fig. 4.7.)



**Fig. 4.7. CNC Digital Cutter**

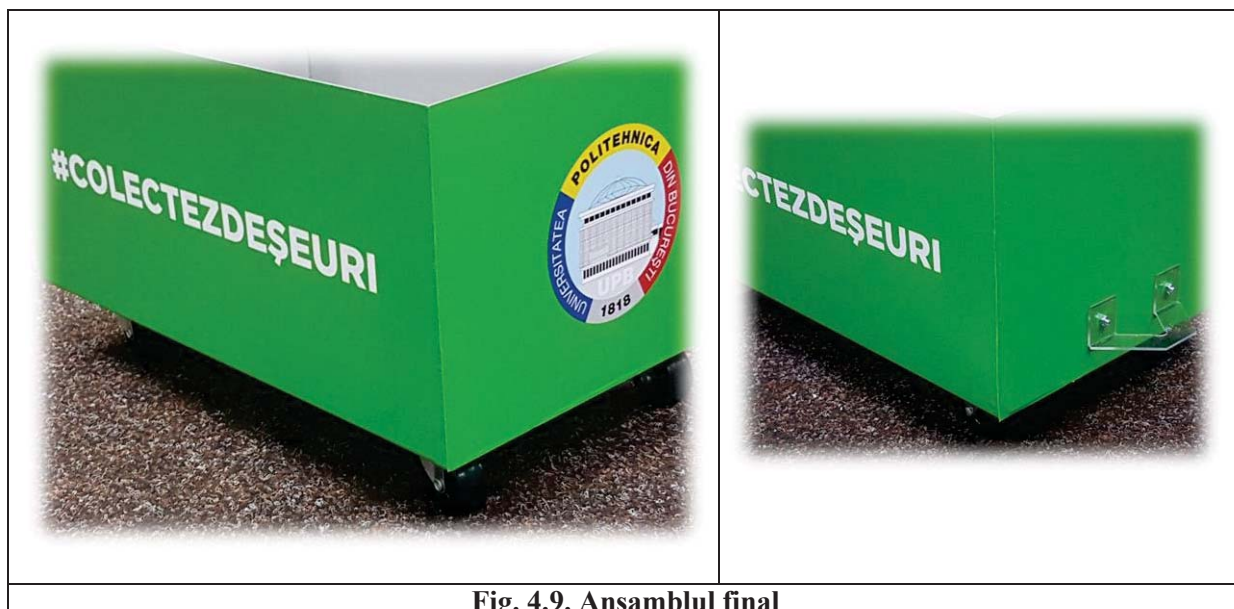
Astfel, după toate aceste procedee, a urmat colantarea manuală a cutiei. Aceasta este realizată cu o racletă specială cu un capăt moale pentru fixarea fără bule a colantului. În cazul în care suprafețele cașerate necesitau să adere pe o suprafață complexă, acesta era aplicat cu feonul industrial, care poate ajunge și la 900° C. (Fig. 4.8.)



**Fig. 4.8. Colantarea manuală a cutiei**

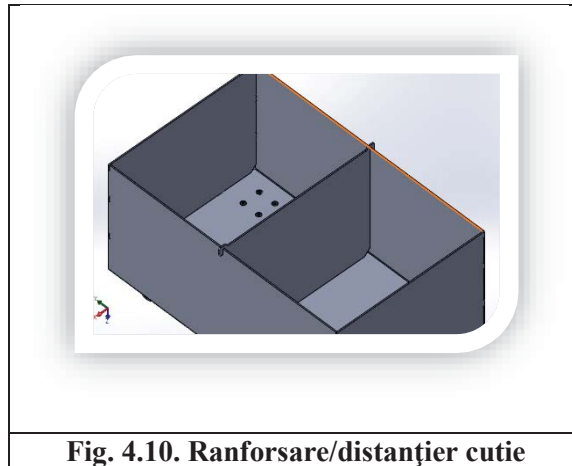
Astfel, după procesul de cașerare, s-a realizat zencuirea găurilor cu ajutorul unei mașini de găurit cu șpiral de tip zenc (la 90°) pentru îngroparea șuruburilor și asamblarea finală a remorcii. Pentru asamblare s-au folosit șuruburi M4X10 și piulițe M4.

Am întâmpinat și o problemă în asamblarea roților, respectiv funcționarea incorectă a acestora din cauza șuruburilor prea lungi. Astfel, pentru rezolvarea acestei probleme, am utilizat câte două șaibe M4x9x0,8/șurub, pentru a înălța placa pivotantă și reducerea dimensiunii șurubului. După asamblarea totală a cutiei, aceasta va arata precum în Fig. 4.9.



**Fig. 4.9. Ansamblul final**

Pașul următor a fost testarea acestei cutii. După ce remorca a fost lovită sub diverse unghiuri, am ajuns la concluzia că latura lungă a cutiei flambează și poate reprezenta un punct slab al acesteia. Astfel am construit o piesă cu rol dublu, respectiv distanțier și ranforsare. Acesta ajută și la separarea deșeurilor (ex.: hârtie/plastic) în cutie. (Fig. 4.10.)



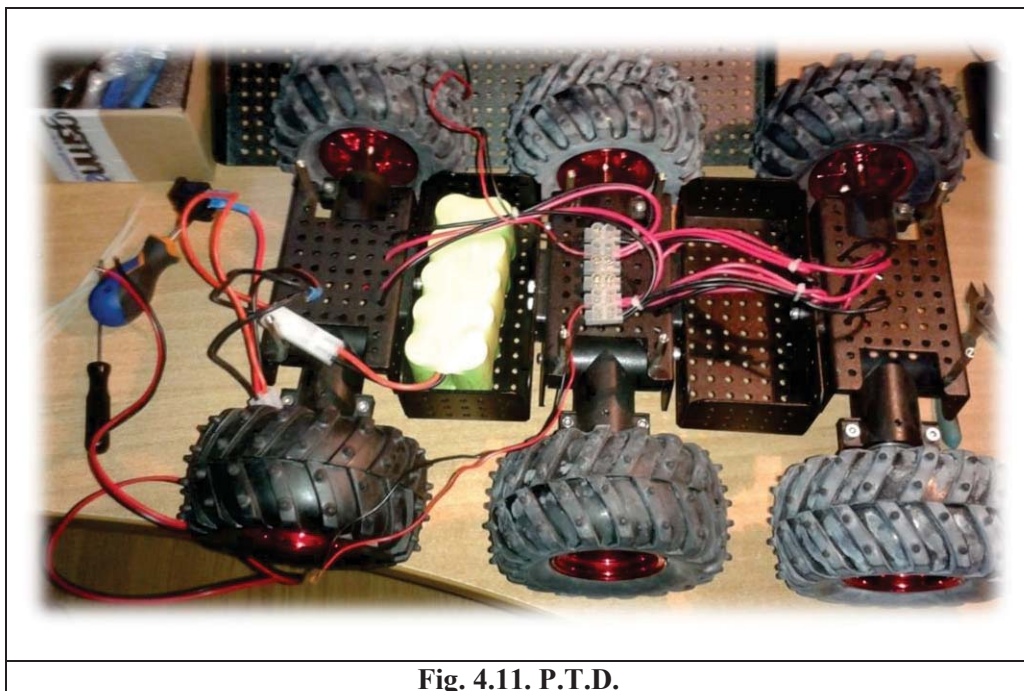
**Fig. 4.10. Ranforsare/distanțier cutie**

### 4.1.3. Realizarea automatizării

#### 4.1.3.1. Descriere montaj mecanic

Echipamentul “P.T.D.”, este realizat dintr-un șasiu din tablă găurită, toate elementele fiind conectate între ele cu distanțiere.

Partea inferioară a șasiului conține două spații pentru depozitarea subansamblurilor electronice și a bateriilor. De acest șasiu sunt conectate șase motoare de tip servo, care comandă șase roți din cauciuc gonflabile. Motoarele sunt montate într-o carcasă care permite mișcarea roții în plan vertical, aceasta fiind conectată la șasiu printr-o articulație. (Fig. 4.11.)



**Fig. 4.11. P.T.D.**

Motoarele de pe partea stângă cât și cele de pe partea dreaptă sunt conectate în paralel, astfel încât comandă care o primesc de la shield-ul de motoare să acționeze independent stânga sau dreapta.

A trebuit să fac montarea în paralel a câte 3 motoare, deoarece dacă comandăm doar un singur motor, celelalte două motoare ar fii înfrânat mișcarea de deplasare.

Bateria de acumulatori am montat-o într-unul din spațiile de depozitare de pe șasiul inferior, iar conexiunea cu dispozitivele electronice se realizează printr-un commutator extern montat în același spațiu cu bateria.



Pe șasiul superior, am poziționat și rigidizat prin intermediul unor distanțiere, dispozitivele electronice de comandă, iar firele de alimentare generală și cele de comandă a motoarelor de deplasare le-am trecut și cablat prin intermediul găurilor din șasiu.

Tot pe partea superioară este montat un breadboard care realizează interconexiunea dintre senzorul infraroșu și modulul electronic Arduino Uno.

Servo-motorul cu cârligul de conectare l-am amplasat în partea frontală și rigidizat de șasiu prin intermediul unei lamele metalice, iar comanda de acționare este dată prin intermediul a 3 fire din modulul electronic Arduino Mega. (Fig. 4.12.)

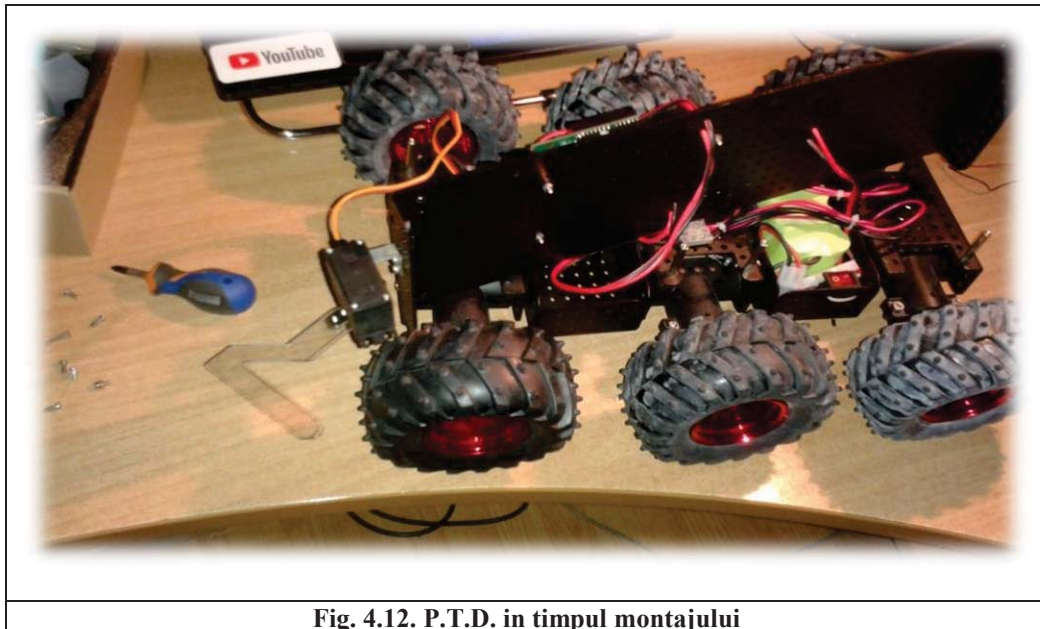


Fig. 4.12. P.T.D. in timpul montajului

#### 4.1.3.2. Schemele de conexiune

Pentru realizarea acestui sistem automatizat, am folosit următoarele componente:

- Arduino UNO (Microcontroller principal pentru senzorul IR și servomotor)
- Arduino Mega (Microcontroller secundar pentru control motoare)
- Pololu Motor Dual Driver (Shield control motoare)
- 6x Motoare
- Servomotor
- Senzor IR
- Acumulator 12V/2500 mAh

Schema bloc a sistemului este prezentată în Fig. 4.13.

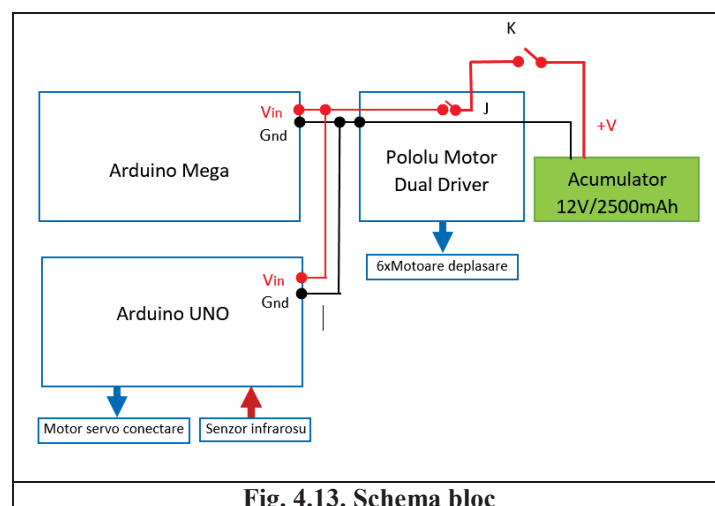
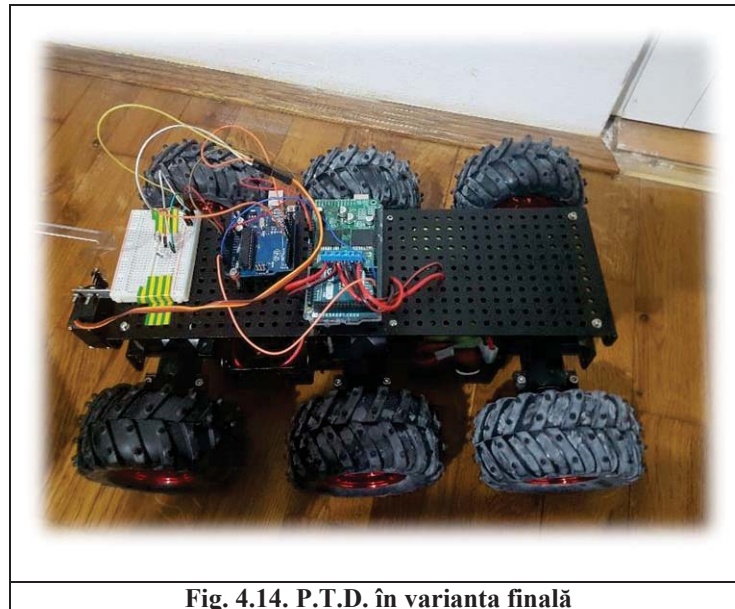


Fig. 4.13. Schema bloc

Pentru realizarea dispozitivului electronic PTD, sunt utilizate două dispozitive electronice programabile (Arduino Mega și Arduino UNO), un dispozitiv electronic de comandă a motoarelor de deplasare (Pololulu Motor Dual Driver), un sensor infraroșu care preia comenzile de la o telecomandă externă, 6 motoare servo cu raportul de transformare 34:1, folosite pentru deplasarea dispozitivului, un motor servo cu cârlig de conectare, o baterie de acumulatori de 12V/2500mAh cu rol de alimentare independentă a dispozitivului și un comutator care asigură alimentarea întregului montaj electronic.

După asamblare și diferite teste produsul finit este prezentat în **Fig. 4.14.**, iar programul se află în anexa **PTD-A7**.



**Fig. 4.14. P.T.D. în varianta finală**

## **5. OMOLOGAREA, UTILIZAREA, COMERCIALIZAREA ȘI RECICLAREA PRODUSULUI**

### **5.1. Omologarea produsului**

Pentru omologarea preliminară, scopul este de a verifica echivalența nivelului de performanță a produsului nou cu parametrii descriși în documentația avizată. În această etapă se verifică conformitatea documentației și gradului de integrare cu produsul executat, dar și a condițiilor de protecție a muncii, corespundența rezultatelor obținute prin verificare cu condițiile prevăzute în documentație, nivelul de calitate al produsului și nu în ultimul rând justificarea tehnico-economică în alegerea materialelor și toleranțelor în documentație.

Omologarea finală are ca scop verificarea măsurii în care pregătirea fabricației asigură menținerea nivelului de performanță a produsului și economicitatea fabricației.

Atât omologarea preliminară cât și cea finală se face pe baza unui proces verbal în care se trec informații privind denumirea și caracteristicile produsului, constatările, aprecierile și propunerile produsului comisiei.

### **5.2. Reciclarea produsului**

Reciclarea este o etapă importantă pentru orice produs, de aceea orice componentă a ansamblului autonom PTD necesită un pașaport de reciclare. Astfel, un pașaport de reciclare este necesar pentru tipul de produs pe care îl avem, mai ales că o bună parte din structura dispozitivului se poate recicla. Pentru clienți, este suficient să specificăm că acest procedeu este posibil dacă ajunge la centrele specializate și în momentul înlocuirii acestuia, cel mai bun lucru care este de făcut pentru protejarea mediului înconjurător este să le trimită la centrele de colectare pentru a putea fi reciclate conform pașaportului. Produsul a fost realizat din materiale reciclabile.

Acest dispozitiv este marcat în conformitate cu Directiva Europeană 2002/96/EC, Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). Drept urmare, evacuați produsul devenit inutilizabil conform prevederilor legale în vigoare.

## 6. CONCLUZII

În urma procesului total prin care minivehiculul nostru a fost produs putem face o evaluare pentru a evidenția lista concluziilor după parcurgerea tuturor etapelor ce au presupus stabilirea funcției principale ale acestuia, și anume colectarea și transportul deșeurilor dintr-o anumită instituție.

Pe scurt acest concept aduce cu sine avantajele eliminării personalului din departamentul de curățenie al oricărei instituții. Datorită acestui punct forte al conceptului, costurile instituției care vor achiziționa acest minivehicul se vor micșora.

În continuare, avantajele pe care le voi prezenta sunt vaste, doresc totuși să amintesc faptul că acesta Platforma de transport deșeuri denumită scurt P.T.D. oferă nu numai colectarea și transportul deșeurilor, cât și o sugestie inovativă prin modul în care se prezintă.

Conceptul de produs total înglobează ansamblul elementelor: fizice, comunicaționale și simbolice. În viziunea de marketing, fiecare din aceste componente are rolul și importanța sa în perceperea produsului de către consumator. Numai prin conexiunea tuturor componentelor, produsul poate să influențeze percepția și cererea de piață.

Majoritatea persoanelor care au răspuns la studiul făcut de noi au pus accentul pe fiabilitate, service, garanție, calitate, fapt care ne-a ajutat foarte mult în stabilirea tuturor specificațiilor tehnice cât și cele economice ale produsului.

Consider că acest produs își va duce la bun sfârșit rolul pentru care a fost proiectat fiind necesar în viitor pentru companii sau instituții.

## 7. MULȚUMIRI

Prof. Dr. Ing. Tom SAVU  
Ing. Bogdan CEACHI  
Ing. Bogdan JUGRAVU  
Vlad NEACȘU  
Monica COSAC

## 8. BIBLIOGRAFIE

- [1] Cursuri Vegra SolidWorks
- [2] Sesiunea de comunicări științifice Mai 2017
- [3] Cursuri Arduino

<https://www.makroplast.ro/policarbonat-compact-makroplast/>

Accesat la data: 25.04.2018

[https://www.google.ro/search?q=policarbonat+celular&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjdzc-tgNbaAhXOEVAKHdW3DNgQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=588#imgrc=](https://www.google.ro/search?q=policarbonat+celular&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjdzc-tgNbaAhXOEVAKHdW3DNgQ_AUICigB&biw=1366&bih=588#imgrc=)

Accesat la data: 25.04.2018

<https://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate>

Accesat la data: 25.04.2018

## 9. NOTAȚII

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

**PTD** – Platformă de transport deșeuri

**Engrave** – în prezenta lucrare reprezintă marcarea liniei de îndoire prin gravură cu freza de 90°.

**h** - înălțime