

## ANALIZA STRUCTURALA A UNEI DRONE

NEGRU Sorin-Andrei<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultatea: Ingineria Aerospațială, Specializarea: -, Anul de studii: al II-lea, e-mail: negrusorin28@yahoo.it

Conducătorii științifici: Prof.dr.ing. **Cristian PETRE**, Conf.dr.ing. **Florin BACIU**

*REZUMAT: Pentru realizarea unei drone este important sa alegem corect materialele constructive ale acesteia și să le studiem din punct de vedere constructiv. Pentru această dronă am folosit piese realizate la o imprimantă 3D și țevi din fibră de carbon. Un studiu important asupra acestei drone este calculul rezistenței pieselor realizate din PLA (acid polilactic), când sunt supuse unor forțe caracteristice unei drone.*

*CUVINTE CHEIE: fibra de carbon, PLA, greutate.*

### 1. Introducere

Datorită avantajelor multiple oferite de drone pe care le putem aplica în diferite domenii, cum ar fi sectorul agricol, industrial sau militar, realizarea unei structuri solide dar în același timp posibilitatea de fabricare a unor piese cheie ce compun structura de bază, reprezintă un avantaj din punct de vedere logistic, deoarece piesele de schimb pot fi fabricate local cu ajutorul unei imprimante 3D, într-un interval de timp relativ scurt. Din acest motiv dronele realizate din componente obținute prin tehnologia de fabricare 3D ar putea influența pozitiv mentenanța acestora.

### 2. Stadiul actual

Pentru această dronă am ales o structura de tip H (vezi figura 1), deoarece prin simetrie putem studia drona din punct de vedere structural. Numai după această etapă putem proceda cu asamblarea completă a dronei.



Fig. 1 Structura de tip H a unei drone

### 3. MATERIALELE FOLOSITE

Pentru realizarea dronei am folosit țevi din fibră de carbon și PLA. Aceste materiale au proprietăți diferite la nivel structural. Prin urmare am studiat individual aceste materiale.

### 3.1. Fibra de carbon

Acest material compozit este unul foarte rezistent și ușor, din acest motiv el se folosește în industria aerospațială și nu numai. În acest caz, țevile din fibra de carbon ce compun drona au fost cumpărate din comerț. S-a supus țeava la diferite teste, în principal la compresiune (vezi figura 2) și la încovoiere în trei puncte (vezi figura 3), rezultatele obținute le putem observa în tabelul 1.

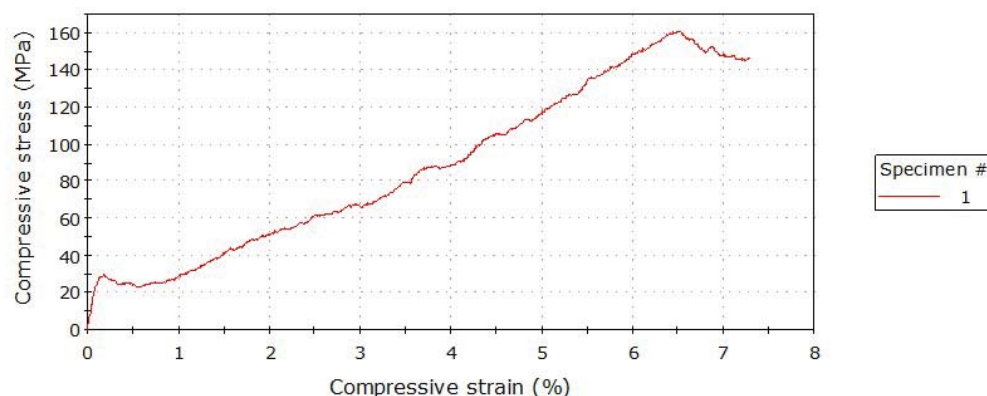


Fig. 2. Curba caracteristică la compresiune

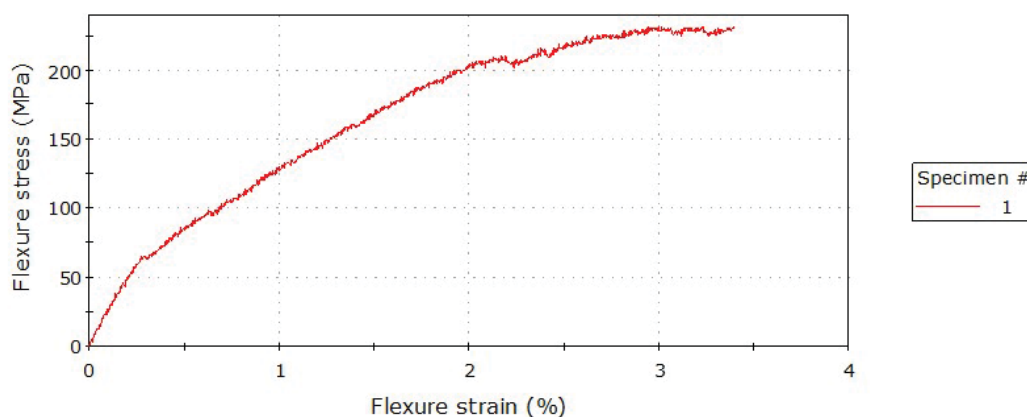


Fig. 3. Curba caracteristică la încovoiere în trei puncta

În urma testărilor, epruvetele nu s-au deformat foarte mult deoarece la momentul apariției fisurilor s-a încetat testarea.

**Tabelul 1. Teste mecanice**

$E_{\text{compresiune}}$ [MPa]	$E_{\text{încovoiere}}$ [MPa]
23034	23131,425

### 3.2. PLA (acid polilactic)

Piese realizate din PLA au fost fabricate cu ajutorul unei imprimante 3D (vezi figura 4). Pentru a fabrica aceste piese se atinge o temperatură de circa 200°C. Din acest motiv pot apărea erori de fabricare cu o imprecizie de maxim 1 mm, datorită diferenței de temperatură a mediului ambiant. Am constatat că menținerea unei temperaturi constante în mediul de fabricare și reducerea vitezei de execuție duc la obținerea unor piese de bună calitate structurală reducând și vibrațiile produse de motoare.

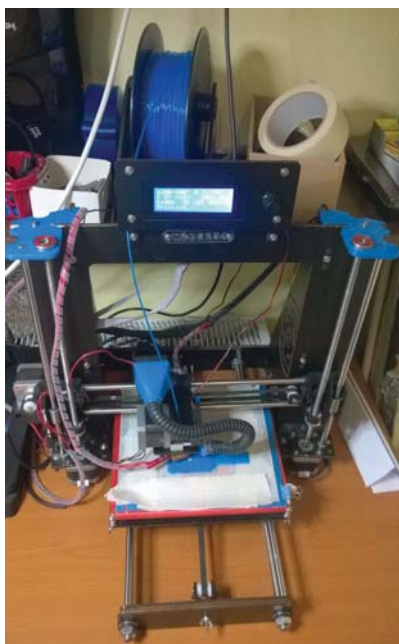


Fig. 4. Imprimantă 3D

Pentru a realiza o piesă la imprimanta 3D avem nevoie de un format .gcode ce transformă piesa proiectată în coordonate tridimensionale (X,Y,Z). Programul folosit pentru conversie este CURA 2.6.2. Setările cu care s-au realizat piesele sunt următoarele:

- Layer Height: 0.3 mm
- Wall Thickness: 1.2 mm
- Printing Temperature: 200°C
- Build plate temperature: 70°C
- Diameter (nozzle): 0.75 mm
- Flow: 100%
- Retraction distance: 4.5 mm
- Retraction speed: 35 mm/s
- Print speed: 20 mm/s
- Travel speed: 150 mm/s

### 3.3. Evoluția proiectului

Inițial piesa ce va susține motorul a fost concepută pentru a avea în interiorul său și driverul de motor (vezi figura 5), mai bine cunoscut sub denumirea de ESC (electronic speed controller). Dar, deoarece ESC-ul se încălzește foarte mult datorită curentului, am reproiectat piesa (vezi figura 6). În cazul acesta ESC-ul este montat în exterior, fără a influența în mod negativ piesa din punct de vedere termic.



Fig. 1. Piesă cu ESC-ul în interior



Fig. 6. Piesă finală

Motivul pentru care am împărțit în două piesele ține de modul în care imprimanta realizează piesa. Imprimanta de principiu realizează piesa pe straturi (grosimea stratului este setată de mine în program), din acest motiv când se realizează un strat ce nu are sub el nici un material (PLA) acesta tinde să cadă jos datorită accelerației gravitaționale.

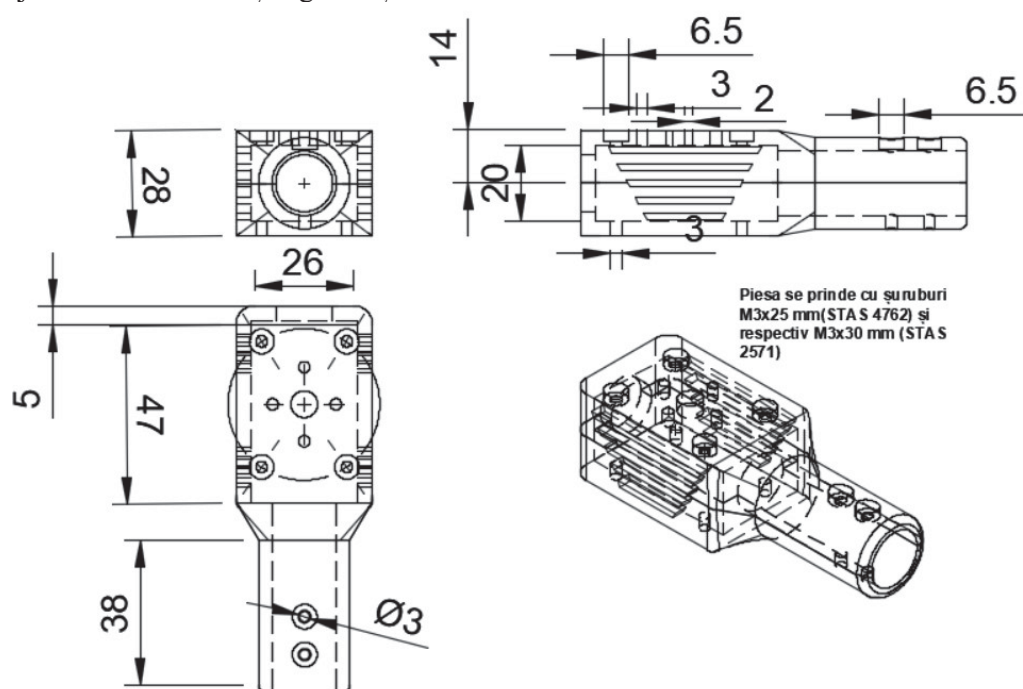


Fig. 7. Desen piesă cu rol de susținere a motorului [1]

#### 4. Analiza structurală a dronei

Forțele principale care acționează asupra motorului ținând cont de greutatea piesei, a motorului și a forța produsă de motor cu elice (model 1045), conduc la a forță echivalentă de 6,81 N. În principiu, la o dronă, două motoare se învârt în sens orar, iar celelalte două în sens anti-orar. Se produce un moment  $M_t$  echivalent[2] aproximativ cu 154 N·mm.

$$M_t = \frac{30P}{\pi n} \quad (1)$$

Folosind un motor MT2213 avem o putere (P) de 105,5 W și o turație (n) de 6530 RPM. Știind momentele și forțele ce acționează asupra piesei am putut simula cum reacționează piesa (vezi figura 8).



Fig. 8. Simulare piesă de prindere a motorului

Din simularea (vezi figura 8), a rezultat o tensiune maximă de 4,69 MPa, prin urmare s-a putut continua proiectul. Pasul următor a fost verificarea rezistenței întregului ansamblu (vezi figura 9 și 10).



Fig. 9. Structură studiată

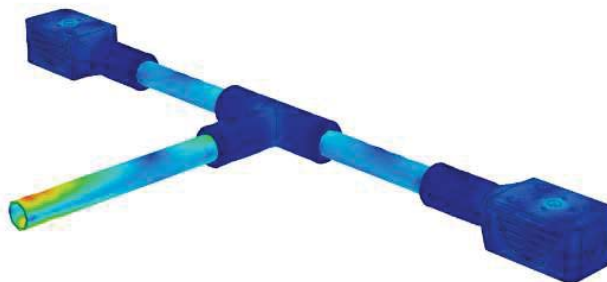


Fig.10. Simularea structurii studiate

Din figura 10 putem observa cum tensiunile se distribuie pe zona de prindere, obținând o tensiune maximă de 7.44 MPa. Pentru această simulare s-a realizat o analiză numerică și în primă fază s-au construit diagramele N, Ty, Tz, Mt, My și Mz (vezi figura 11).

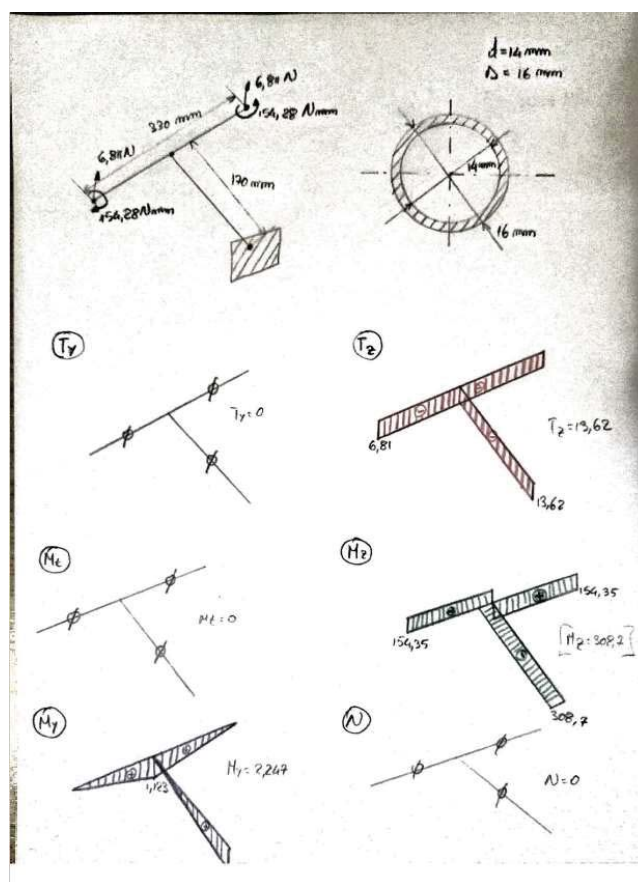


Fig. 11. Diagrame structurii solicitate

Prin urmare structura rezistă și în acest mod, s-a putut verifica dacă combinația dintre PLA și fibra de carbon poate fi aplicată la o dronă.

## 5. APLICAȚII

După ce s-au efectuat diferite calcule de rezistență asupra dronei, se poate folosi această dronă în diferite aplicații reale. Acestea pot varia, motiv pentru care s-a proiectat drona în așa fel încât să poate fi utilizată în mai multe domenii. O aplicație interesantă este folosirea dronei pentru protejarea mediului înconjurător prin prinderea gunoaielor cu ajutorul unui braț robotic (vezi figura 12 și 13) atașat sub dronă. În acest caz, drona poate fi utilizată în zone protejate, cum ar fi rezervațiile naturale (de exemplu Delta Dunării). Zonele izolate pot fi dotate cu o mică stație dotată cu panouri solare, unde drona se poate încărca și apoi executa misiuni automate[3]. Dacă ne imaginăm Delta Dunării, drona poate executa două tipuri de misiuni:

- Păstrarea curățeniei (cu un braț robotic)
- Operațiuni anti-braconaj (cu o camera video).



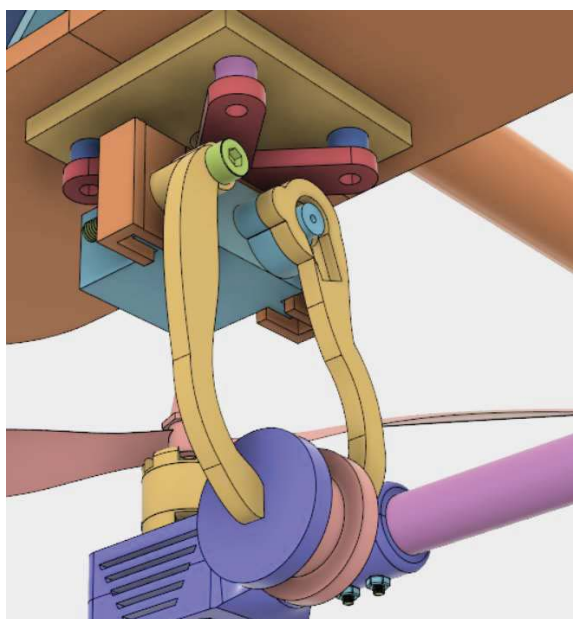


Fig. 12. Braț robotic atașat dronei



Fig. 13. Prototip braț realizat practice

## 6. CONCLUZIE

În urma acestui studiu de rezistență, s-a demonstrat că se poate folosi tehnologia de imprimare 3D pentru realizarea unei drone. Pe viitor, pentru dezvoltarea dronei, va urma un studiu de optimizare a brațului robotic, un sistem de automatizare și o interfață om-mașină încorporată pe om, sub formă de casă inteligentă.

## 7. Bibliografie

- [1]. Fișier Dropbox cu piese 3D (format .stl) realizate disponibile la: [https://www.dropbox.com/sh/vcagxv0t1ucvnyk/AADvkz3PtHPAd\\_fk3L8BBY8Za?dl=0](https://www.dropbox.com/sh/vcagxv0t1ucvnyk/AADvkz3PtHPAd_fk3L8BBY8Za?dl=0)  
Accesat la data : 12.05.2018.
- [2] Hadăr A., Marin C., Petre C., Voicu A., METODE NUMERICE IN INGINERIE, Editura POLITEHNICA Press, București, 2005.
- [3] <https://create.arduino.cc/projecthub/projects/tags/drones>