

Conferința Națională Multidisciplinară
„PROFESORUL ION D. LĂZĂRESCU
FONDATORUL ȘCOLII ROMÂNEȘTI
DE TEORIA AȘCHIERII”
Ediția a VIII-a
Cugir, 13 decembrie 2024

REALIZAREA PRIN INGINERIE INVERSĂ CU IMPRIMANTA 3D A UNUI SUBANSAMBLU DIN PLASTIC PENTRU AUTOVEHICULE

Vasilica VALER, Ferenc GASPAR

3D REVERSE ENGINEERING OF AN ASSEMBLY OF PLASTIC PARTS FOR VEHICLES

Abstract: The aim of this work was to reverse engineer an assembly of parts with the help of a 3D printer. For this purpose, as a set of parts, the handle from the window lifting mechanism for a vintage car, Dacia 1310, was chosen. The stages of reverse engineering in this case involved obtaining the dimensions of the parts, 3d modeling in SolidWorks, finite element analysis and the constructive optimization of the handle, respectively the physical creation of the parts on the 3d printer and their subsequent assembly.

Keywords: reverse engineering, 3D printing, finite element analysis.
Cuvinte cheie: inginerie inversă, printare 3D, analiză cu element finit.

1. Considerații generale

Ingineria este procesul de proiectare, fabricare, asamblare și întreținere a produselor și sistemelor. Există două tipuri de inginerie, inginerie directă și inginerie inversă. Ingineria directă este procesul

tradițional de trecere de la concepte și proiecte logice la implementarea fizică a unui sistem. În unele situații, poate exista o piesă fizică/un produs fizic fără documentație tehnică, fără desene de execuție și liste de materiale, procesul de multiplicare a unei astfel de piese este cunoscut sub numele de inginerie inversă [5]. Ingineria inversă este, de asemenea, definită ca fiind procesul de obținere a unui model geometric CAD din puncte 3D obținute prin scanarea și digitalizarea produselor existente. Procesul de inginerie inversă (RE – Reverse Engineering) este adesea definit de cercetători în funcție de rolul lor specific respectiv, au descris RE ca fiind "conceptul de bază de producere a unei piese pe baza unui model original sau fizic fără a utiliza un desen tehnic". Alții definesc RE ca fiind "procesul de extragere a unei noi geometrii dintr-o piesă reală prin digitalizarea și modificarea unui model CAD existent".[2]

În acest context lucrarea are ca scop realizarea prin inginerie inversă a unui ansamblu de piese din plastic, respectiv mânerul de la mecanismul de ridicare al geamului de la un autovehicul de epoca – Dacia 1310. Pentru a atinge scopul propus s-au stabilit următoarele obiective: măsurarea pieselor, modelarea 3D a componentelor, analiză cu element finit și optimizarea din punct de vedere al rezistenței la deformare și ulterior realizarea fizică prin imprimare 3D [4].

2. Metode și instrumentele folosite

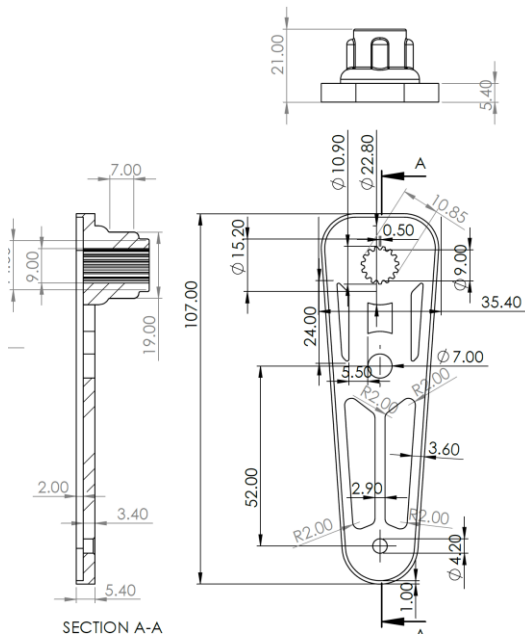
Ansamblul de piese de plastic ales a fost mânerul de la mecanismul de ridicare al geamului (Fig. 1) de la autovehiculul Dacia 1310 din anul 1990.



Fig. 1 Subansamblul ales pentru realizare prin RE.

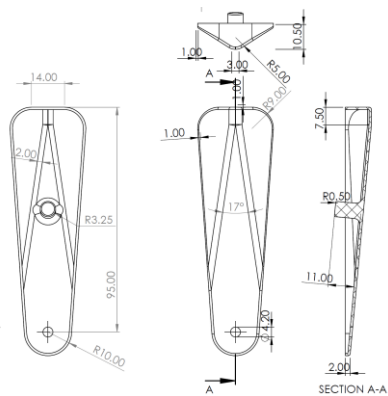
După demontarea subansamblului au rezultat cinci piese (corp mâner , capac principal mâner, bolț fixare, capac mâner inferior și capac mâner superior), fiecare a fost măsurată cu ajutorul unui șubler digital în

vederea stabilirii dimensiunilor specifice (de gabarit, și de asamblare). Pe baza dimensiunilor stabilite manual a fost modelate 3D piesele componente și asamblate virtual în programul SolidWorks (Fig. 2, 3 și 4).



SECTION A-A

Fig. 2 Dimensiunile corpului mâner.



SECTION A-A

Fig. 3 Dimensiunile capacului principal al mânerului.

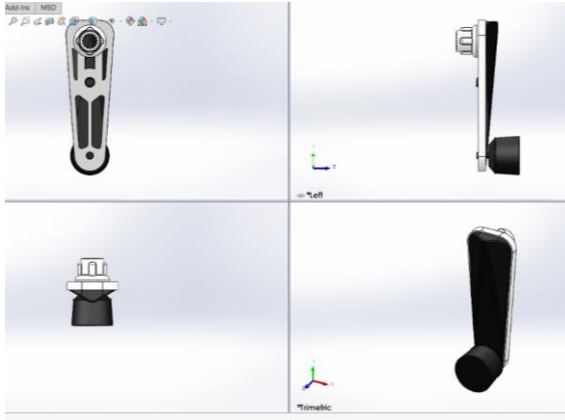


Fig. 4 Modelul 3D al ansamblului mâner.

Analiza de rezistență a modelului realizat s-a realizat în programul de simulări Ansys Workbench 2022 R1, făcându-se abstracție de capacele mânerului analizându-se doar corpul mâner, forța de solicitare ales fiind de 50 N. Pentru analiză comparativă au fost propuse cinci variante constructive ale corpului mâner, urmărindu-se ca parametrii principali deformația maximă și tensiunea echivalentă.

3. Rezultatele obținute și discuții

Modele 3D ale corpului mâner realizate in SolidWorks au fost importante in programul Ansys, unde s-a stabilit tipul de material (plastic), s-a generat discretizarea, s-au stabilit condițiile de încărcare. Rezultatele obținute in cazul deplasării totale rezultate pentru solicitarea de 50 N pentru modelul real și cele cinci variante propuse sunt prezentate in figura 5.

În cazul modelului real (Fig. 5.a) deformația maximă la o forță de 50 N este egală cu 3,93 mm, iar deformația medie de 0,44 mm ceea ce rezultă o deformație normală și permite realizarea modelului din materialul ales.

Pentru modelul propus 1 (Fig. 5.b) s-a adăugat o porțiune transversală de material cu o grosime de 2 mm. S-a observat o diminuare considerabilă a deformației maxime la valoarea de 2,81 mm la solicitarea aceleiași forte. Iar deformația medie de 0,42 mm. Diferența deformației maxime scade cu 1,12 mm și a celei medii cu 0,02 mm.

În cazul modelului propus 2 (Fig. 5.c) s-au inserat două porțiuni transversal de material cu grosime de 2 mm ca urmare deformația maximă scade la 2,58 mm, iar diferența crescând la 1,35 mm. Iar deformația medie de 0,35 mm.

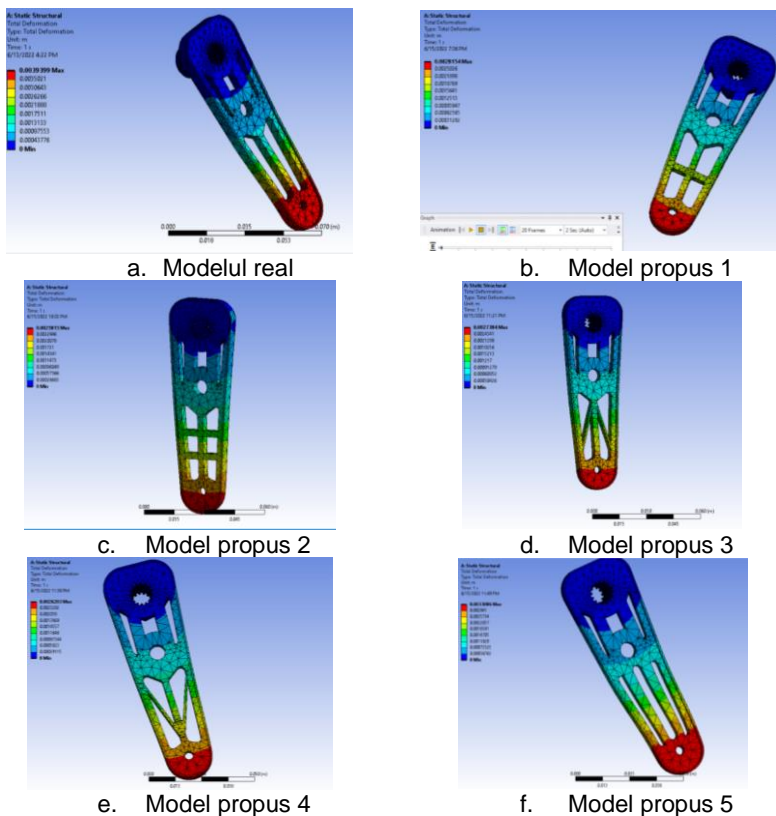


Fig. 5 Rezultatele analizei numerice ale corpului mâner pentru diferite variante constructive.

Pentru varianta constructivă a modelului 3 (Fig. 5.d) s-au adăugat două porțiuni de material pe diagonală din interior spre exterior cu o grosime de 1 mm, rezultând o deformație maximă mai crescută având valoare de 2,73 mm. Iar deformația medie este de 0,38 mm.

O variantă constructivă asemănătoare cu modelul 3, dar cu două porțiuni de material (de 1mm) pe diagonală, dar din exterior spre interior

a fost modelul 4 (Fig. 5.e), obținându-se o deformație maximă de 2,62 mm, respectiv o valoare medie de 0,44 mm.

În cazul ultimei variante propuse (Fig. 5.f) s-a modificat structura prin adăugarea a două părți de material paralele în partea inferioară a modelului, rezultând o deformație maximă de 3,30 mm și cea medie fiind de 0,38 mm.

O analiză comparativă a rezultatelor obținute este prezentată în tabelul 1. De unde reiese că varianta constructivă optimă este modelul 2 propus, care are cele mai mici deformații în aceleași condiții de solicitări.

Tabel 1

Sinteza rezultatelor în urma analizei numerice

Varianta constructivă	Def. max. [mm]	Def. med	Dif. Def. Max [mm]	Dif. Def. Med [mm]	Varianta aleasă
Model real	3.93	0.44	-	-	
Model 1	2.81	0.42	-1.12	-0.02	
Model 2	2.58	0.35	-1.35	-0.09	*
Model 3	2.73	0.38	-1.20	-0.06	
Model 4	2.62	0.44	-1.31	0	
Model 5	3.30	0.38	-0.63	-0.06	

Pentru realizarea fizică a pieselor modelate fișierele de tip .sldprt sau .prt din SolidWorks au fost salvate de tip .stl potrivit imprimării folosite. Formatul STL reprezintă schimbul de date între sistemele CAD și imprimanta 3D. Aceste fișiere de tip .stl sunt transferate în programul de procesare și pregătire a pieselor pentru imprimare, ca urmare piese o să apară pe masa virtuală a mașini de imprimat (Fig 6.).

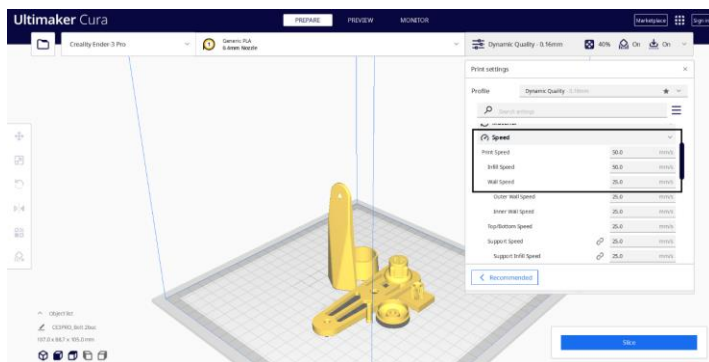


Fig. 6. Setarea regimului de imprimare 3D.

Imprimata folosită Creality Ender 3 Pro are o interfață numită Ultimaker Cura în care se definesc parametrii regimului de imprimare 3D [6]. Iar ulterior fișierul .stl este transformat în format .gcode care conține programul cnc pentru realizarea fizică a piesei pe imprimanta 3D.

Parametrii regimului de imprimare stabiliți pentru piesele modelate au fost: material PLA, temperatura de printare 200 °C, temperatura mesei de lucru 60 °C, viteza de lucru 50 mm/s, gradul de umplere 40%, structura interior – cubică, grosimea stratului de depus 0,16 mm, lățimea stratului depus 0,4 mm, diametrul duzei de extrudare 0,4 mm. Pe baza acestor parametri de printare s-a estimat un timp de lucru de 5 ore și 43 de minute. Piesele au fost printate (Fig. 7) cu suport atașat pentru a evita eventualele fenomene de dezlipire a acestor de pe masa de lucru în timpul printării.



Fig. 7. Piesele realizate pe imprimanta 3D și asamblarea finală.

4. Concluzii

Aplicarea ingineriei inverse este o abordare modernă și viabilă ținând cont de inovațiile tehnologice în domeniul imprimantelor 3D [1,3]. Cu această tehnologie se pot realiza piese din mai multe tipuri de materiale, în unele situații obținându-se proprietăți mecanice și funcționale îmbunătățite.

Scopul principal al ingineriei inverse este de a obține modelul digital al piesei, având rol și în optimizarea topologică prin analiză numerică în diverse programe de specialitate.

În lucrare s-a urmărit aplicarea metodologiei ingineriei inverse pentru un subansamblu de piese din plastic din construcția unui

autovehicul, rezultând și o optimizarea constructivă a unei piese prin analiza numerică în programul Ansys.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Andreas Gebhardt, Additive Manufacturing; 3D Printing for Prototyping and Manufacturing
- [2] Berce, P., ș.a., Fabricarea Rapidă a Prototipurilor, Editura Tehnică, București, 2000.
- [3] N. Shahrubudina, T.C. Lee, R. Ramlana., An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials and Applications, 2019.
- [4] Vasilica, V., Refabricarea prin inginerie inversă a unei piese de plastic pentru un autovehicul de epocă, Proiect de diplomă, 2022.
- [5] Vinesh Raja, Kiran J. Fernandes., Reverse Engineering: An Industrial Perspective 2008
- [6] *** Manual 3D printer Ender, [Creality Ender 3D printer manual](#), accesat 18.06.2022.

Ing. Valer VASILICA

Facultatea de Autovehicule Rutiere, Mecatronică și Mecanică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Sl.Dr.Ing. Ferenc GASPAR*

Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi,
Facultatea de Autovehicule Rutiere, Mecatronică și Mecanică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Ferenc.gaspar@auto.utcluj.ro