

## ASPECTE PRIVIND LIVRAREA PRODUSELOR RECI, ÎN CAZUL SISTEMULUI DE VÂNZARE INOVATIV, EFICIENT ENERGETIC SVIEE-R

### ASPECTS OF COLD PRODUCT DELIVERY FOR THE INNOVATIVE, ENERGY- EFFICIENT SVIEE-R VENDING MACHINE SYSTEM

Mihail Savaniu<sup>1</sup>, Oana Tonciu<sup>2</sup>, Adrian Bizgan<sup>3</sup>

<sup>1</sup> S.I.dr.ing., UTCB – Facultatea de Inginerie Mecanica si Robotica in construcții

E-mail: [mihai.savaniu@utcb.ro](mailto:mihai.savaniu@utcb.ro)

<sup>2</sup> S.I.dr.ing., UTCB – Facultatea de Inginerie Mecanica si Robotica in construcții

E-mail: [oana.tonciu@utcb.ro](mailto:oana.tonciu@utcb.ro)

<sup>3</sup> mat, GNOSIS-KERNEL SRL

E-mail: [office@gnosis-kernel.ro](mailto:office@gnosis-kernel.ro)

**Rezumat.** *Automatele de vânzare a produselor reci sunt utilizate frecvent in comerțul stradal. Necesitatea actuala de reducere consumului de energie si de utilizare a energiilor alternative, a condus la proiectarea si realizarea unui automat de vânzare independent energetic pentru produse reci, denumit SVIEE - R. O etapa in proiectarea SVIEE -R a constat in identificarea unor soluții eficiente funcțional si energetic pentru sistemul de livrare a produselor reci. Sistem care are un rol important in bilanțul energetic al automatelor de vânzare independente energetic a produselor reci. Identificarea unei soluții optime este posibila prin utilizarea unui simulator construit intr-un mediu de proiectare 3D si utilizând un soft care permite analiza sistemelor mecatronice. Simulatorul construit si rulat in mediu virtual, simulator prezentat in lucrare, a permis determinarea unei corelații între puterea necesara motorului de acționare a sistemului si încărcarea cuvei de livrare cu produse reci. Simulatorul a permis verificarea ergonomiei zonei de livrare a produselor reci in cazul automatului de vânzare independent energetic*

**Cuvinte cheie:** automat de vanzare; consum energetic; simularea miscarii

**Abstract.** *Vending machines for cold products are frequently used in street vending. The current need to reduce energy consumption and use alternative energies led to the design and development of an energy independent vending machine for cold products, called SVIEE - R. One step in the design of SVIEE - R was to identify functionally and energy efficient solutions for the cold product delivery system. This system plays an important role in the energy balance of energy independent vending machines for cold products. The identification of an optimal solution is possible by using a simulator built in a 3D design environment and using software that allows the analysis of mechatronic systems. The simulator built and run in a virtual environment, the simulator presented in the paper, allowed the determination of a correlation between the required power of the drive motor of the system and the loading of the delivery vat with cold products. The simulator allowed to verify the ergonomics of the cold products delivery area in the case of energy independent vending machine.*

**Key words:** vending machine, energy consumption, movement simulation

## 1. Introducere

Sistemele de vânzare autonome a produselor reci sunt automate care permit clienților să achiziționeze produse fără intervenția umană directă. Aceste sisteme sunt utilizate în diverse locații, precum centre comerciale, aeroporturi, stații de metrou, săli de sport sau alte spații publice. Sistemele de vânzare autonome elimină necesitatea unui operator uman și permit clienților să achiziționeze produse în orice moment al zilei sau al nopții. Clientii pot achiziționa produse reci chiar și atunci când magazinele tradiționale sunt închise. Sistemele de vânzare autonome independente energetic sunt relativ ușor de instalat și întreținut, necesitând doar mentenanță periodică pentru a asigura funcționarea corespunzătoare.

Pentru asigurarea comercializării produselor reci am dezvoltat un sistem de vânzare inovativ, independent energetic, denumit SVIEE – R. Sistemul de vânzare este autonom energetic și asigură livrarea produselor reci atât ziua cât și noaptea. Pentru realizarea acestui deziderat, un factor determinant în ceea ce privește posibilitatea de amplasare, îl reprezintă posibilitatea de alimentare cu energie electrică. Dezvoltarea unor sisteme de vânzare inovative independente energetic este unul din obiectivele proiectului POC - 121420 denumit „Sisteme de vânzare inovative eficiente energetic, pentru utilizare în mediul urban - SVIEE”.

Pentru livrarea produselor reci am avut în vedere mai multe soluții tehnice, livrarea produselor se realizează prin descarcarea pe la partea inferioară a încălții izolate termic în care sunt stocate urmata de o dirijarea acestora către clientul final. Una dintre soluțiile identificate, în etapa de proiectare a prototipului pentru automatul de vânzare SVIEE – R, este versiunea prezentată în lucrare.

Automatul de vânzare SVIEE – R are în componența următoarele sisteme: sistemul de alimentare cu energie electrică folosind energie solară; sistemul de stocare a produselor; sistem de comandă și control; sistemul de răcire a produselor - încălta izolată termic pentru stocarea produselor; sistemul de livrare a produselor. Simulator, prezentat în lucrare, a fost utilizat în optimizarea sistemului de livrare a produselor reci din cazul prototipului SVIEE – R. Utilizarea, în optimizarea funcționării sistemului de livrare a produselor reci, a unui simulator 3D este deosebit de importantă atât din punct de vedere al studiului ergonomiei zonei de livrare, dar și din punct de vedere energetic.

## 2. Conținutul lucrării

Prototipul automatului de vânzare independent energetic tip SVIEE – R, realizat în cadrul proiectului POC 121420, este prezentat în figura nr. 1.



Fig.1 Prototip SVIEE-R

## Aspecte privind livrarea produselor reci, in cazul sistemului de vanzare inovativ, eficient energetic SVIEE-R

Sistemul de livrare a produselor reci, vezi fig. 2, este un sistem de tip culisa constituit dintr-o cuva de livrare confecționată dintr-un material care este izolator termic acționată, in mișcarea de translație, prin intermediul unui sistem mecatronic cu șurub, șurub acționat cu ajutorul unui motor pas cu pas. Utilizarea unui motor pas cu pas permite varierea cu ușurință a turatiei, implicit a vitezei de translație a cuvei de livrare, si asigura posibilitatea de accelerare sau decelerare in zona capetelor de cursa. In cazul sistemelor de livrare autonome energetic este important sa evaluam consumul de energie inca din etapa de identificare a solutiilor si ulterior de proiectare. In acest sens, pentru soluția prezentata anterior, am proiectat 3D in Solid Works sistemului de livrare culisant, pentru a putea simula cu ajutorul subrutinei *Motion Anaysis* din SolidWorks functionarea acestuia si a evalua necesarul de putere pentru diferite scenarii de lucru.

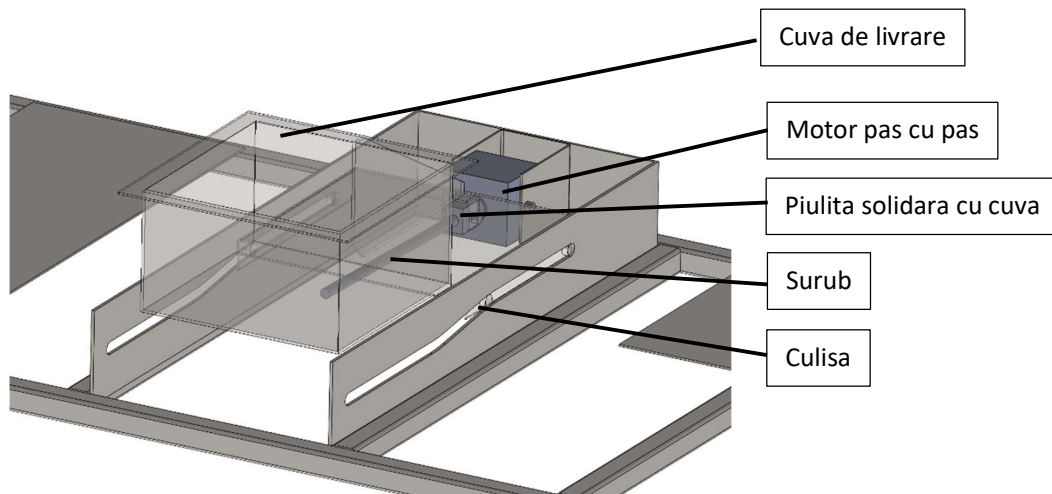


Fig.2 Sistem de livrare culisant

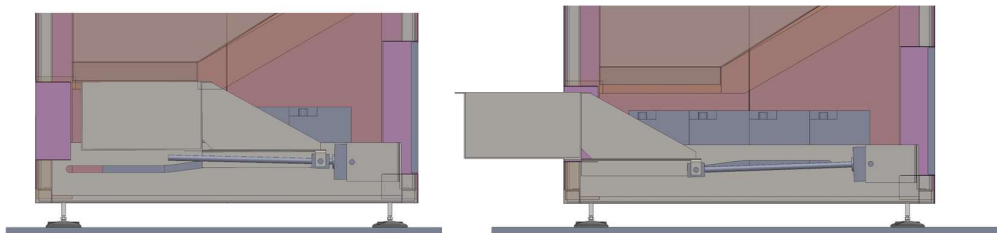


Fig.3 Poziții ale cuvei de livrare .  
in stânga retras; in dreapta extins

În mișcarea de translație a cuvei de livrare, datorita culisei cu un profil special, se generează o mișcare in plan vertical a cuvei. Mișcarea in plan vertical a cuvei permite asigurarea unei presiuni la nivelul sistemului de etanșare a incintei izolate termic in poziția retras.

Utilizând subrutina *Motion Anaysis* din SolidWorks am testat sistemul de livrare a produselor reci din incinta izolata termic catre beneficiar intr-un mediu virtual 3D în care am putut rula mai multe scenarii de lucru.

Scenariu de simulare pentru un regim normal de livrare este definit astfel: am considerat o secventa de lucru de 7 secunde, fig. 4; pasul șurubului care asigura translația de 3 mm; motor pas cu pas care actioneaza surubului cu o turatie de 1150 rot/min, fig. 5; greutatea proprie a cuvei de 15.33 kg, fig.6; între elementele sistemului de livransnt am considerat un contact avand un coeficient de frecare de 0.15, fig.7.

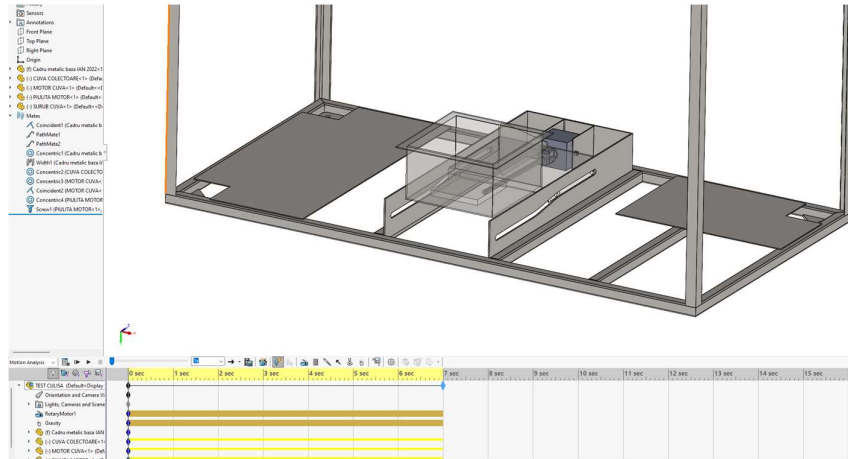


Fig.4 Mediul de simulare *Motion Analysis* pentru sistemul de livrare

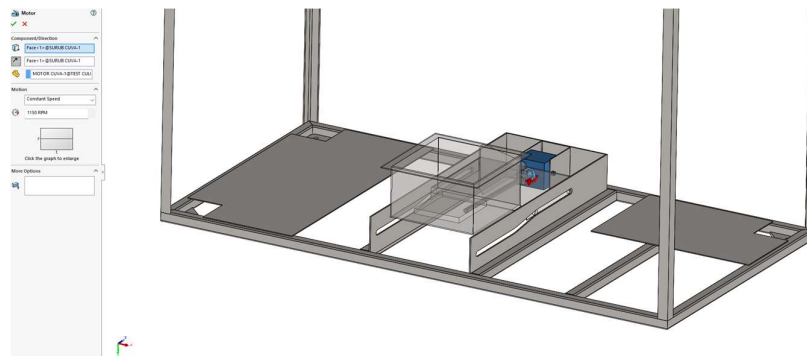


Fig.5 Introducerea datelor pentru motorul pas cu pas

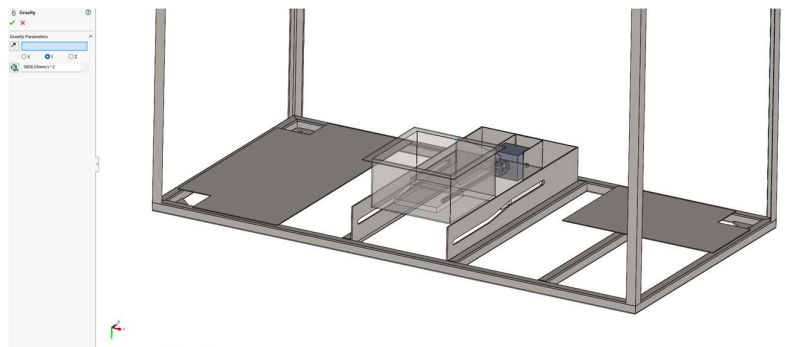


Fig.6 Introducerea direcție forței de gravitație si a valorii accelerației gravitaționale

## Aspecte privind livrarea produselor reci, in cazul sistemului de vanzare inovativ, eficient energetic SVIEE-R

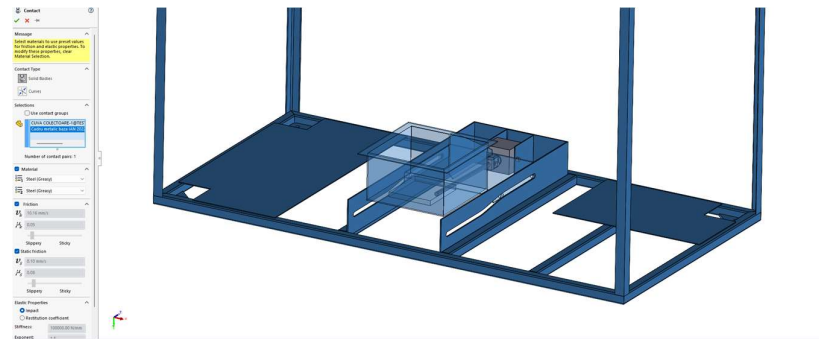


Fig.7 Caracterizarea contactului dintre elementele sistemului mecatronic si caserole

In urma rulării simulării și utilizând instrumentele oferite de Motion Analysis, am estimat consumul de energie necesar pentru acționarea sistemului de livrare culisant, pentru scenariu de lucru caracterizat anterior. Am realizat teste pornind de la un situația in care simularea cuva are doar greutatea proprie de 15.33 kg si ulterior încărcând-o cu mase având următoarele valori 5.84 kg; 8.65 kg; 11.47 kg. Prezentam în sinteza, rezultatele simulărilor in fig. 8, fig.9, fig.10, fig.11.

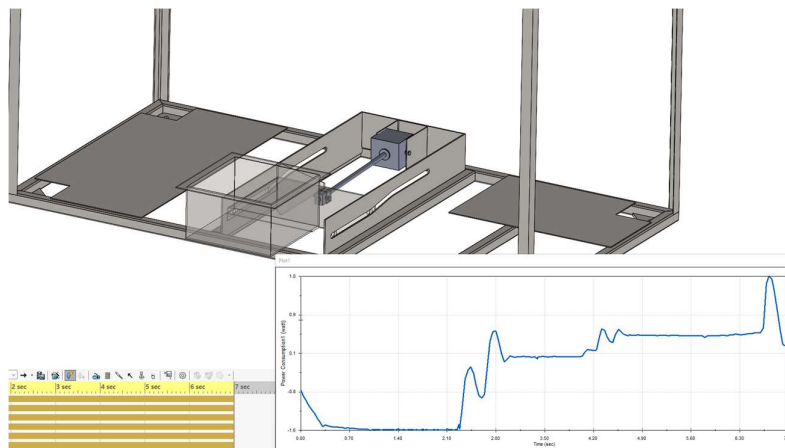


Fig.8 Simularea sistemului mecatronic cu cuva goala

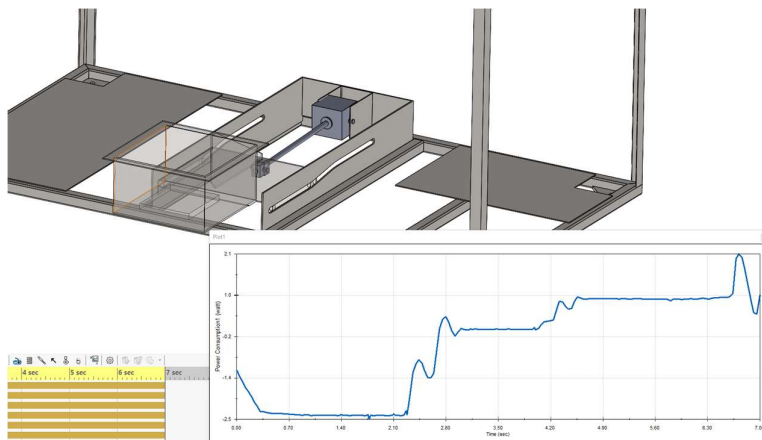


Fig.9 Simularea sistemului mecatronic cu cuva incarcata cu 5.84 kg

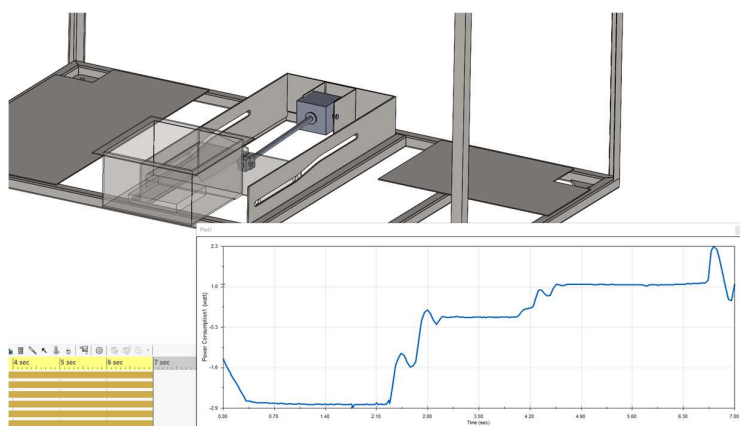


Fig.10 Simularea sistemului mecatronic cu cuva incarcata cu 8.65 kg

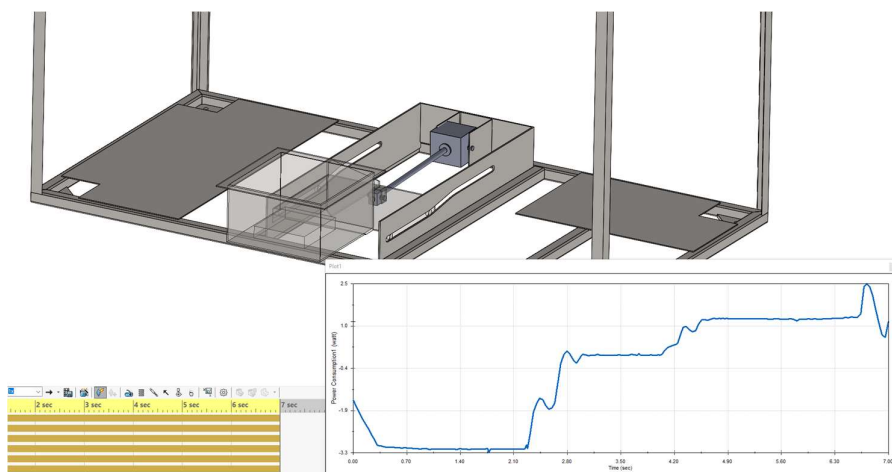


Fig.11 Simularea sistemului mecatronic cu cuva incarcata cu 11.47 kg

## Aspecte privind livrarea produselor reci, in cazul sistemului de vanzare inovativ, eficient energetic SVIEE-R

În urma rulării simulatorului pentru încărcările definite anterior am obținut valori crescătoare pentru puterea necesara la nivelul motorului de acționare a sistemului. Astfel, am obținut următoarele valori pentru putere: 1.8 W; 2.1 W; 2.3 W; 2.5 W.

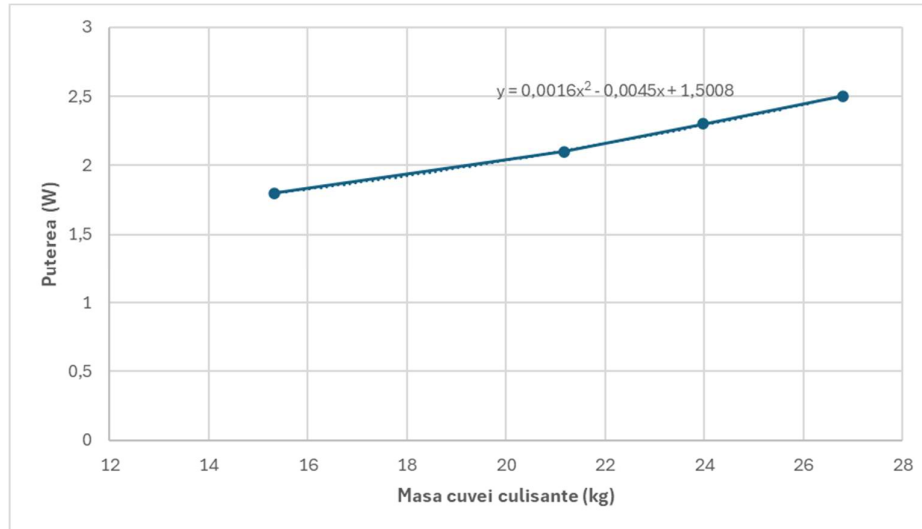


Fig.12 Curba de regresie putere motor acționare sistem/greutate cuva

Utilizând simulatorul putem determina puterea necesara la nivelul motorului de acționare a cuvei pentru livrarea produselor reci in diferitele situații de funcționare a prototipului pentru o familie de sisteme automate inteligente de vânzarea SVIEE. Cu ajutorul rezultatelor din simulare am determinat curba de regresie polinomiala de gradul doi care stabileste legatura între puterea necesara raportata la greutatea produsului rece ce urmează a fi livrat, fig. 12. Estimarea puterii motorului este necesara pentru dimensionarea acestuia dar si a sistemului electric de acționare si de automatizare al acestuia.

### 3. Concluzii

In urma utilizării simulatorului, pentru mai multe scenarii de livrare a produselor reci, am obtinut dependenta între greutatea produsului livrat si consumul de energie al motorului de acționare a sistemului culisant. Astfel, pentru a reduce consumul de energie, în cazul produselor având masa mare, se impune o reducere a timpul de livrare prin modificarea turația la nivelul motorului de acționare a sistemului cu ajutorul sistemului de automatizare, masa produsului trebuie introdusa in sistemul de automatizare la momentul încărcării SVIEE cu produse noi. Utilizarea simulatorului a permis verificarea ergonomiei zonei de livrare a produselor reci catre utilizatorul final in cazul automatului de vânzare independent energetic SVIEE – R.

Simulatorul a permis verificarea si validarea soluției de livrare a produselor reci către client, sistem care are un consum redus de energie, cu un cost de testare redus fata de costul testării utilizând un model real. Simulările realizate cu ajutorul softului SolidWorks și al subrutinei Motion Analysis permit testării virtuale a unor mecanisme pentru care ar fi dificil de realizat și utilizat un aparat matematic adecvat.

## Referințe

- [1] Hasan, H.; Faris, M.A.-I.E.; Mohamad, M.N.; Al Dhaheri, A.S.; Hashim, M.; Stojanovska, L.; Al Daour, R.; Rashid, M.; El-Farra, L.; Alsuwaidi, A.; et al. Consumption, Attitudes, and Trends of Vending Machine Foods at a University Campus: A Cross-Sectional Study. *Foods* 2021, 10, 2122. <https://doi.org/10.3390/foods10092122>
- [2] Higuchi, Y. History of the Development of Beverage Vending Machine Technology in Japan, 7, 2007; pp. 1–69
- [3] Vennan Sibanda, Lorraine Munsetsi, Khumbulani Mpofo, Eriyeti Murena, John Trimble, Desing of a high-tech vending machine, 30 th CIRP Desing Conference 2020 , *Procedia CIRP* 91 (2020) 678-683
- [4] SAVANIU, Mihail; TONCIU, Oana; TEODORESCU, Andrei. Considerații asupra sistemului de livrare a produselor in cazul automatelor de vânzare independente energetic. *Synthesis of Theoretical & Applied Mechanics/Sinteze de Mecanica Teoretica si Aplicata*, 2022, 13.2.
- [5] Calotă, R., Savaniu, M., Girip, A., Năstase, I., Georgescu, M. R., Tonciu, O. Study on Energy Efficiency of an Off-Grid Vending Machine with Compact Heat Exchangers and Low GWP Refrigerant Powered by Solar Energy. *Energies* 15.12 (2022): 1-26. <https://doi.org/10.3390/en15124433>
- [6] Calotă, R., Girip, A., Ilie, A., Glavă, G., & Savaniu, M. (2023, May). Study on the heat transfer with regard to an off-grid vending machine having a low impact on the environment. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1185, No. 1, p. 012004). IOP Publishing. October 2022; IOP Publishing: Bristol, UK, 2023. DOI 10.1088/1755-1315/1185/1/012004.
- [7] \*\*\* SolidWorks – Motion Analysis <https://www.solidworks.com/>