

## CONSIDERAȚII ASUPRA SISTEMULUI DE STOCARE SI TRANSPORT A PRODUSELOR AMBALATE, PENTRU SISTEMUL DE VÂNZARE INOVATIV EFICIENT ENERGETIC SVIEE-C

### CONSIDERATIONS ON THE STORAGE AND TRANSPORT SYSTEM OF PACKAGED PRODUCTS FOR THE INNOVATIVE ENERGY-EFFICIENT VENDING MACHINES SVIEE-C

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

<sup>1</sup> mat, GNOSIS-KERNEL SRL

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

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

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

<sup>3</sup> S.l.dr.ing., UTCB – Facultatea de Inginerie Mecanica si Robotica in construcții

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

**Rezumat.** *Automatele de vânzare a produselor calde devin din ce în ce mai populare în comerțul cu amănuntul. În contextul global al reducerii consumului de energie și al utilizării energiilor alternative, am proiectat și realizat un automat de vânzare independent energetic pentru produse calde denumit SVIEE - C. Automatele de vânzare independente energetic au în componența mai multe sisteme, sistemul de livrare a produselor are un rol important în bilanțul energetic al automatului. În vederea optimizării consumului acestuia, am realizat un simulator, într-un mediu de proiectare 3D și utilizând un soft pentru analiza mișcării sistemelor mecanice am apreciat puterea absorbită de acesta. Lucrarea prezintă simulatorul utilizat în analiza sistemului de descărcare a produselor ambalate în caserole în cazul automatelor de vânzare independente energetic pentru produse calde și rezultatele obținute în cazul rularii acestuia pentru scenariu de lucru normal în funcționare.*

**Cuvinte cheie:** automat de vânzare; simulare mișcării; energie alternativă.

**Abstract.** *Vending machines for hot food are becoming increasingly popular in retail. In the global context of reducing energy consumption and using alternative energies, we have designed and developed an energy independent vending machine for hot products called SVIEE - C. Energy independent vending machines have several systems in their component, the product delivery system plays an important role in the energy balance of the machine. In order to optimize its consumption, we have developed a simulator in a 3D design environment and using a software for the analysis of the movement of mechanical systems we have estimated the power absorbed by it. The paper presents the simulator used in the analysis of the unloading system of packed products in crates in the case of energy independent vending machines for hot products and the results obtained in case of running it for normal working scenario in operation.*

**Key words:** vending machine, movement simulation, renewable sources

## 1. Introducere

În momentul actual, post COVID 19, activitățile se reiau atât la locurile de muncă cât și în spațiile publice și de distracție (parcuri, spectacole, etc). Asigurarea unei hrane adecvate activității desfășurate, care să fie proaspătă și caldă are o importanță majoră asupra sănătății populației. Pentru asigurarea unei hrane calde cât mai aproape de locul de muncă sau de spațiu de desfășurare a activităților în aer liber am dezvoltat un sistem de livrare a produselor calde independent energetic, denumit SVIEE – C. Sistemul de livrare este autonom energetic și asigură produse găsite, ambalate în caserole, încălzite pe loc pentru consumul imediat.

În atingerea acestui deziderat, un factor determinant, în ceea ce privește posibilitatea de amplasare, îl reprezintă asigurarea alimentării 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”. În cadrul proiectului, în una din etapele dezvoltării acestuia, a fost realizat un prototip care este format din următoarele sisteme: sistemul de alimentare cu energie electrică folosind energie solară; sistemul de stocare a produselor; sistemul de răcire a produselor- încălțată termic pentru stocarea produselor; sistemul de încălzire a produselor; sistemul de livrare a produselor. În prezenta lucrare descriem un simulator și rezultatele obținute în urma rulării acestuia, care a fost utilizat în optimizarea sistemului de stocare și livrare a produselor ambalate în caserole în cazul prototipului SVIEE - C. Simulările au fost utilizate în optimizarea funcțională și a consumului de energie electrică pentru sistemul de livrare a produselor ambalate în caserole care vor fi livrate încălzite.

## 2. Conținutul lucrării

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



Fig.1 Prototip SVIEE-C

## Considerații asupra sistemului de stocare și transport a produselor ambalate, pentru sistemul de vânzare inovativ eficient energetic SVIEE-C

Sistemul de descărcare a caserolelor este unul de tip vertical confecționat dintr-o carcasa metalică prevăzută cu găuri pentru asigurarea răcirii caserolelor în perioada de stocare în incinta izolată termic. Unitatea de livrare este dotată la partea inferioară cu două sisteme cu clapete de descărcare acționate prin intermediul unui sistem de biele care transmit mișcarea de la motoarele pas cu pas. Determinarea necesarului de putere de la nivelul sistemului de acționare a clapetelor de eliberare a caserolelor încărcate este important în bilanțul de consum energetic al sistemului de livrare a produselor SVIEE – C. Pentru a aprecia puterea, implicit consumul de energie, am proiectat 3D în Solid Works sistemului de descărcare, vezi fig. 2 și fig.3, cu ajutorul căruia am realizat un simulator al sistemului mecatronic de descărcare utilizând subrutina *Motion Anaysis* din SolidWorks.

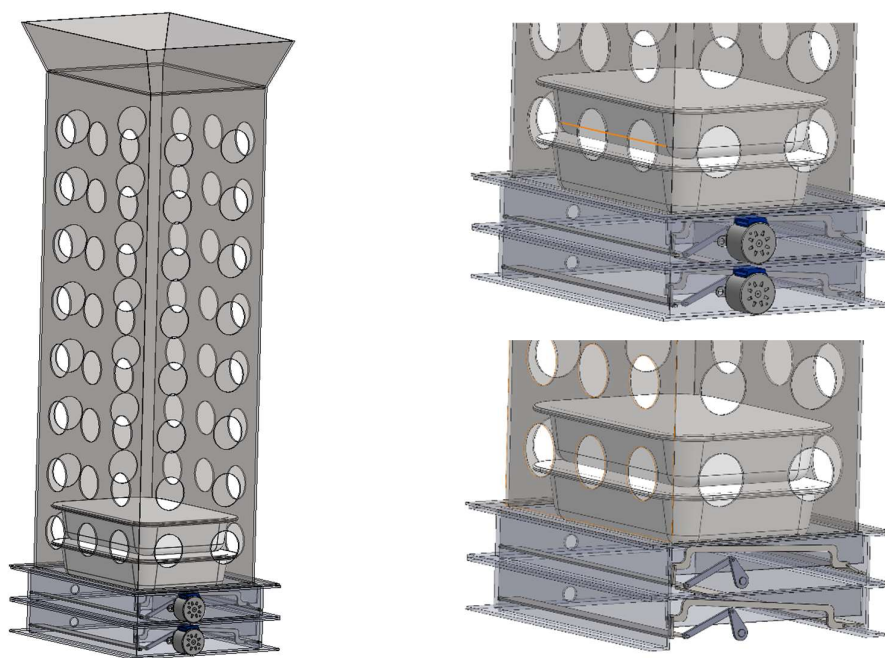


Fig.2 Unitate verticala de livrare a caserolelor

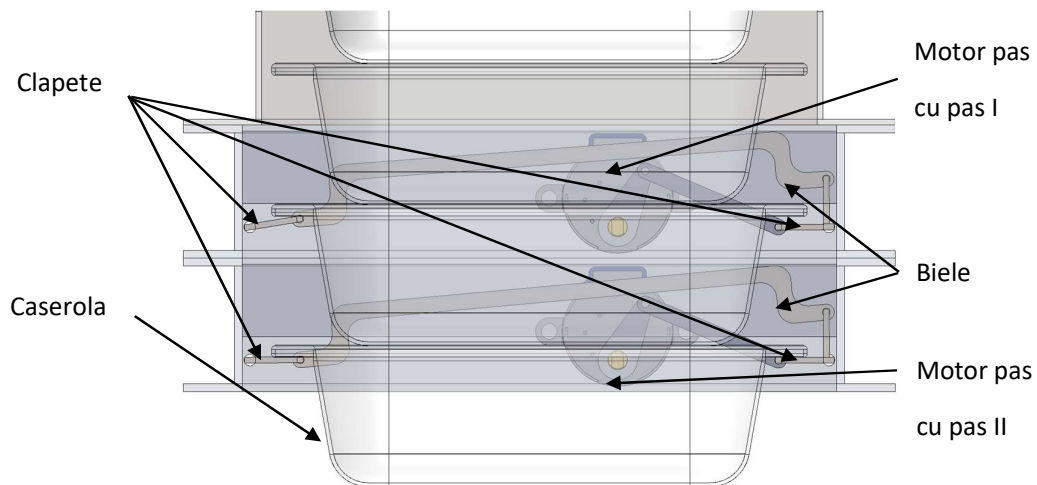


Fig.3 Sistem mecatronic pentru descărcarea caserolelor

Utilizând subrutina *Motion Analysis* din SolidWorks am testat sistemul de descarcare a caserolelor din unitatea de stocare verticala într-un mediu virtual 3D în care am putut rula mai multe scenarii de lucru.

Scenariu de simulare pentru un regim normal de descarcare este definit astfel: am considerat o secvența de lucru de 10 secunde; între caserola și clapetele de descarcare am considerat un contact având un coeficient de frecare de 0.15; între caserola și carcasa metalică am considerat contact având un coeficient de frecare de 0.15; caserola cu masa de 110 grame. Pentru motorul pas cu pas I, vezi fig. 4, am considerat secvența de acționare de la 0s la 1s – 55 grade, de la 1s la 4s – 0 grade, de la 4s la 5s – 55 grade, de la 5s la 8s – 0 grade, de la 8s la 9s – 55 grade, de la 9s la 10s – 0 grade. Pentru motorul pas cu pas II, vezi fig. 5, am considerat secvența de acționare de la 0s la 2s – 0 grade, de la 2s la 3s – 55 grade, de la 3s la 6s – 0 grade, de la 6s la 7s – 55 grade, de la 7s la 10s – 0 grade.

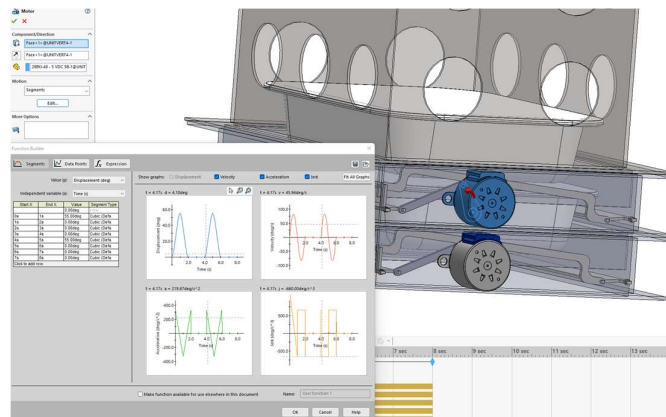


Fig.4 Introducerea secvenței de acționare a motorului pas cu pas I

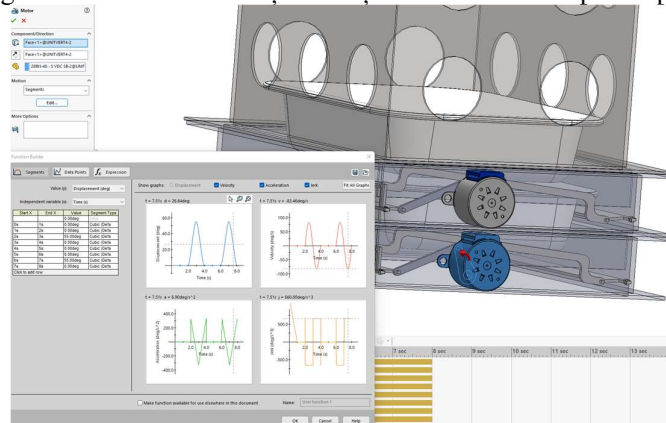


Fig.5 Introducerea secvenței de acționare a motorului pas cu pas II

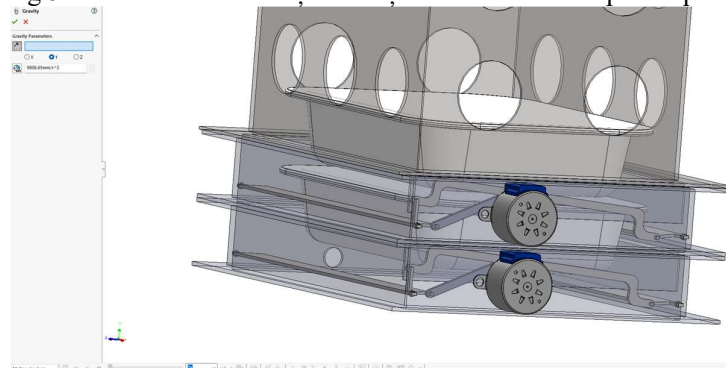


Fig.6 Introducerea direcției forței de gravitație și a valorii accelerației gravitaționale

## Considerații asupra sistemului de stocare și transport a produselor ambalate, pentru sistemul de vânzare inovativ eficient energetic SVIEE-C

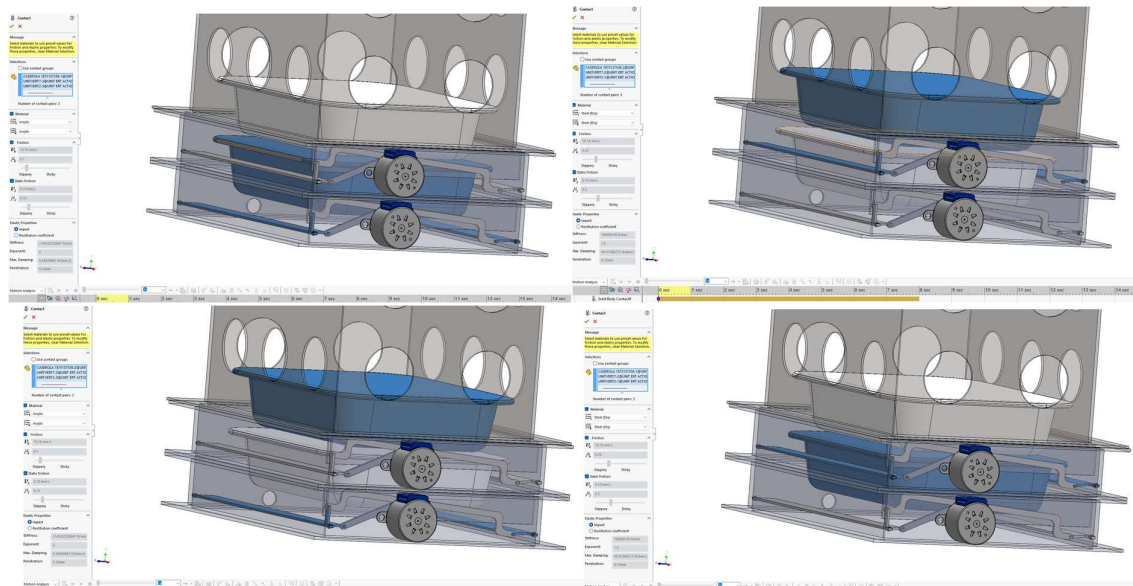


Fig.7 Caracterizarea contactului dintre elementele sistemului mecatronic și caserole

În urma rulării simulării și utilizând instrumentele oferite de Motion Analysis, am estimat consumul de energie necesar pentru descărcare caserolelor, pentru scenariu de lucru caracterizat anterior. Am realizat teste pornind de la un produs până la maximum de produse care poate fi amplasat în unitatea de stocare verticală. De asemenea în simulările efectuate am avut în vedere produse cu greutatea diferite și cu viteze unghiulare diferite la nivelul motoarelor pas cu pas. Prezentăm în sinteza, rezultatele simulărilor în fig. 8 și fig.9. Având în vedere ipotezele anterioare, rularea secvenței de descărcare pentru un interval de timp de 10 secunde, am obținut pentru motorul de acționare a clapetelor o putere maximă necesară de 0.14 W în situația încărcării cu două caserole.

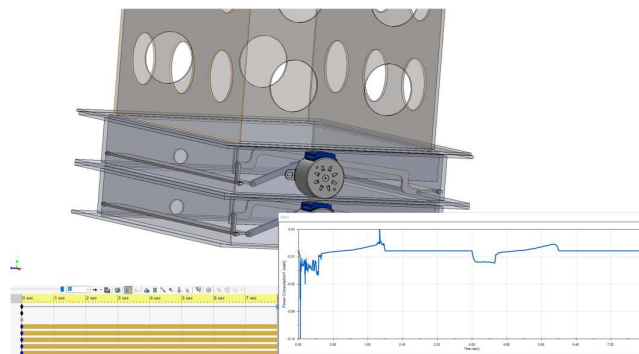


Fig.8 Puterea la nivelul motorului I, în rularea secvenței de descărcare

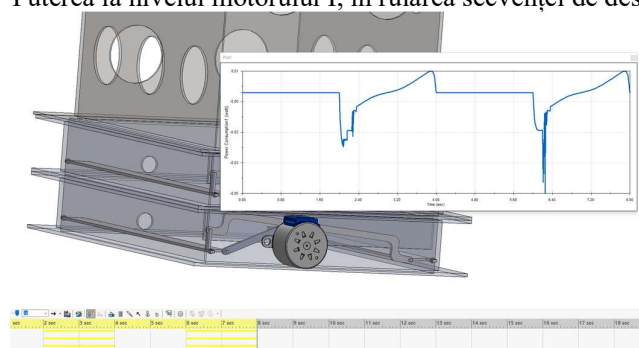


Fig.9 Puterea la nivelul motorului II, în rularea secvenței de descărcare

Simulatorul realizat permite determinarea puterii necesara la nivelul motoarelor de acționare a clapetelor de descărcare a caserolelor pentru diferite încărcări ale de caserolelor cu produse si durate de descărcare a caserolelor definite in secvența de livrare a produselor pentru prototipul SVIEE – C din cadrul familie de sisteme automate inteligente de vânzare. Estimarea puterii motorului este necesara pentru dimensionarea acestuia si a sistemului electric de acționare si automatizare al acestuia.

### 3. Concluzii

In vederea optimizării consumului de energie în cazul automatelor de vânzare a produselor calde ambalate in caserole, pentru sistemul de stocare și livrare a produselor care utilizează unități de acumulare verticale, am realizat simulatorul prezentat în acest articol, simulator util in evaluarea funcționalității și a consumului de energie electrica.

In urma simulărilor rulate am constatat că există o dependenta între greutatea produsului ambalat in caserole si a turației motorului pas cu pas cu consumul de energie. Astfel, pentru a reduce consumul de energie, în cazul caserolelor având greutate mare se impune o reducere a timpul de livrare prin modificarea turația la nivelul motorului pas cu pas de acționare a clapetelor de descărcare in funcție de numărul de produse ramase in unitate de livrare cu ajutorul sistemului de automatizare.

Simulatorul a permis verificarea si validarea soluției de stocare cu descărcare gravitaționala si sistem cu clapete, soluție avuta in vedere in proiectarea prototipului, si care permite livrarea produselor către celelalte subsisteme ale automatului de vânzare cu un consum redus de energie. Simulările realizate cu ajutorul softului SolidWorks și al subrutinei Motion Analysis permit testării virtuale a unor mecanisme pentru care ar fi dificil de constructi 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] Savaniu, I. M., Chiriță, A. P., Tonciu, O., Culcea, M., & Neagu, A. (2023). Neural-Network-Based Time Control for Microwave Oven Heating of Food Products Distributed by a Solar-Powered Vending Machine with Energy Management Considerations. *Energies*, 16(19), <https://doi.org/10.3390/en16196953>
- [6] Culcea, M.; Darie, E.; Gheorghe, S.; Peci, R.; Savaniu, M.I. The influence of a DC-AC inverter used in a stand-alone vending machine equipped with photovoltaic panels. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 1185, Proceedings of the 8th Conference of the Sustainable Solutions for Energy and Environment EENVIRO 2022, Bucharest, Romania, 16–21 October 2022; IOP Publishing: Bristol, UK, 2023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1185/1/012003>.
- [7] \*\*\* SolidWorks – Motion Analysis <https://www.solidworks.com/>