

## REDESIGN-UL ȘI OPTIMIZAREA AMBALAJELOR DIN CARTON. STUDIU DE CAZ: ANALIZA ECONOMICĂ A AMBALAJULUI DE OUĂ

### REDESIGNING AND OPTIMIZING CARDBOARD PACKAGING. CASE STUDY: ECONOMIC ANALYSIS OF PACKAGING FOR EGGS

BELDIMAN Bogdan

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Tehnologii și Sisteme Poligrafice, Anul de studii: II, master, e-mail: bogdanbeld@yahoo.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Nicoleta Elisabeta PASCU**

*ABSTRACT: Designing food packaging for fragile and perishable products, such as eggs, has been a "major challenge" for designers and packaging manufacturers. This is due to the continuing need to find a type of packaging that simultaneously fulfills a multitude of conditions imposed by everyone involved in the production, transport, sale and consumption of packaged products. The difficulties encountered by the customer in the final assembly of the required packaging have led the packaging manufacturer to carry out the structural redesign of this type of packaging in order to make the construction and its use more efficient.*

*CUVINTE CHEIE: design, ambalaj, carton ondulat, optimizare, eficiența ambalajului.*

#### 1. Introducere

Ambalajul este un sistem fizico-chimic complex, cu funcții multiple, care asigură menținerea sau, în unele cazuri, ameliorarea calității produsului cărui îi este destinat. Ambalajul favorizează identificarea produsului, înlesnind atragerea de cumpărători potențiali, pe care îi învață cum să folosească, să păstreze produsul și cum să apere mediul înconjurător de poluarea produsă de ambalajele uzate sau de componenții de descompunere ai acestora.

Ambalajele din carton ondulat se utilizează pe scară largă, pe de o parte pentru că îndeplinesc condițiile de protecție la o mare parte din produse, iar pe de altă parte pentru că nu conferă gust sau miros, au preț redus, nu intră în reacții cu produsele, sunt ușoare în stare goală, ocupă volum redus, pot fi pliate, permit confecționarea complet mecanizată și au rezistență corespunzătoare la variații mari de temperatură fără a se deprecia.

Clasificarea cartonului ondulat are la bază mai multe criterii, dintre care cele mai importante sunt: destinația ambalajului, tipul cartonului ondulat, înălțimea și pasul ondului din hârtia miez [22, 30]. Se deosebesc ondule de mărimi:

- mari: tip *A* (înălțimea cuprinsă între 4,5-4,8 mm); tip *C* (înălțimea cuprinsă între 3,5-3,7 mm);
- medii: tip *B* (înălțimea cuprinsă între 2,3-3,2 mm);
- fine: tip *E* (înălțimea cuprinsă între 1,1-1,2 mm);
- microondule: tip *N* (înălțimea medie de 0,46 mm); tip *F* (înălțimea medie de 0,76 mm).

Conceperea unor ambalaje alimentare pentru produse fragile și perisabile (ouăle), a reprezentat din totdeauna o "provocare majoră" pentru designerii și fabricanții de ambalaje. Acest lucru se datorează nevoii continue pentru găsirea unui tip de ambalaj care să îndeplinească simultan o multitudine de condiții impuse de toți cei implicați în producerea, transportul, vânzarea și consumul produselor ambalate.

Urmare a solicitării primite de la un client, s-a dezvoltat un ambalaj pentru o gamă de produse (ouă) din clasa "premium". După o analiză a produselor similare existente [28] s-a convenit asupra realizării unui model original de tip "premium" (Fig. 1), compus dintr-un cofraj, construit din carton ondulat, și un manșon exterior, realizat din carton duplex [30].



Fig. 1. Primul model de ambalaj format din cofraj și manșon exterior

După livrarea primelor tranșe de ambalaje, clientul a constatat că procesul de formare al cofrajului nu corespunde cu așteptările sale în ceea ce privește cantitatea de ambalaje formate zilnic. Personalul desemnat să execute această operație tehnologică, întâmpina dificultăți în formarea cofrajului, fapt care a determinat o scădere a productivității și diminuarea profitului companiei.

În urma discuțiilor purtate cu reprezentanții clientului au fost identificate mai multe neconformități tehnice ale structurii cofrajului, și anume:

- neconformități datorate rigidității prea mari a materialului;
- neconformități datorate modului de fabricație.

De asemenea, s-a constatat că personalul desemnat să formeze cofrajele nu a fost instruit corespunzător.

După o analiză amănunțită, în cadrul departamentului tehnic, s-au propus o serie de modificări structurale care să conducă la dispariția neconformităților. După realizarea acestora și a măsurilor corective, clientului i-a fost livrată o nouă tranșă de ambalaje. Cu toate acestea, dificultățile continuate reclamate de client în formarea cofrajului au sugerat necesitatea îmbunătățirii designului structural al acestui produs.

## 2. Stadiul actual

Analizând cu atenție punctele slabe ale proiectului inițial, s-a conceput un nou design al cofrajului, de această dată modular. Acesta elimină, în primul rând, dificultățile de formare și, totodată, aduce îmbunătățiri substanțiale ambalajului, atât din punct de vedere structural și funcțional, dar mai ales din punct de vedere economic (Fig. 2).

În continuare se vor analiza aspectele tehnice și economice care susțin acest nou model de cofraj.

## 3. Structura materiei prime folosite

Pentru realizarea noului model de cofraj s-a ales un carton ondulat cu o ondulă medie tip *B*, care prezintă o maleabilitate mai mare, deși din punct de vedere structural este mai rezistent decât cel folosit inițial (ondula tip *E*).

Alcătuirea structurală a tipului *B* de carton ondulat este identică cu a celui folosit inițial, adică: strat exterior din hârtie Kraft 135 g, ondula din Wellenstoff de 100 g, iar stratul inferior din hârtie Testliner de 120 g. Proprietățile fizice îl deosebesc esențial de cel folosit inițial: are o rezistență la plesnire pe cant superioară, o grosime mai mare și, nu în ultimul rând, este mai maleabil, fără a diminua proprietățile cofrajului.



Fig. 2. Noul model structural al cofrajului

În tabelul 1 sunt prezentați comparativ principalii parametri tehnici ai celor două sortimente de carton ondulat.

**Tabelul 1. Specificații carton ondulat**

Tip ondulă	Cod	Structură			ECT [N/m]	Gramaj [g/mp]	MBT [kPa]	Grosime [mm]	Preț [ron/mp]
<i>E</i>	21 E	KR 135	WE 100	T3 120	4340	397	804	1,45	1,564
<i>B</i>	21 B	KR 135	WE 100	T3 120	4410	410	822	3,00	1,703

Structural, noul concept de design al cofrajului utilizează mai puțin material, totuși acest lucru nu determină o scădere a rezistenței ansamblului.

Rezistența la compresiune (Box Compression Test – *BCT*) se determină, în laborator, conform standardelor FEFCO 50 sau TAPPI T-804 și se exprimă în newtoni (N). Metoda de determinare constă în comprimarea cutiei între plăcile perfect paralele ale preseii, care se apropie cu viteză constantă. Se înregistrează continuu valorile forței și ale deformației. Valoarea maximă a forței înregistrate reprezintă rezistența la compresiune a cutiei.

Valorile rezistenței la compresiune *BCT* a cutiilor se pot determina și prin calcul, cu ajutorul ecuației lui McKee pentru cutii din carton ondulat, conform formulei:

$$BCT = k \times ETC \times \sqrt{T} \times \sqrt{Z} \quad (1)$$

unde: *k* - constantă, cu valoarea de 5,876; *ECT* - rezistența la plesnire pe cant (kN/m); *T* - grosimea cartonului (m); *Z* - perimetrul cutiei (m).

Pentru a putea analiza comportarea ambalajelor cu ajutorul *BCT*-ului trebuie determinat perimetrul cofrajului gata format. În acest scop se formează un cofraj și se efectuează măsurătorile lui.

În urma măsurătorilor s-au obținut următoarele valori: lungime = 215 mm; lățime = 115 mm; înălțime = 75 mm.

S-a stabilit astfel perimetrul *Z* al cofrajului, care pentru ambele modele de cofraj proiectate are valoarea de 660 mm. Aplicând formula de calcul a valorilor *BCT*-ului, obținem valorile prezentate sintetizat în tabelul 2.

**Tabelul 2. Calculul *BCT*-ului pentru cele două sortimente de carton**

COD	ECT	k	$T^{1/2}$	$Z^{1/2}$	BCT
21 <i>E</i>	3570	5,876	0,038079	0,812403	1077,834
21 <i>B</i>	4410	5,876	0,038079	0,812403	1331,442

După cum se observă din Fig. 3, odată cu schimbarea sortimentului de carton din tip *E* în tip *B*, are loc o creștere a valorii *BCT*-ului.

Valoarea mai mare a *BCT*-ului indică faptul că noul sortiment de carton folosit va avea o rezistență mai bună la diferitele solicitări mecanice din timpul manipulării, depozitării și transportului ambalajelor fapt care va determina o protecție sporită a conținutului extrem de fragil.

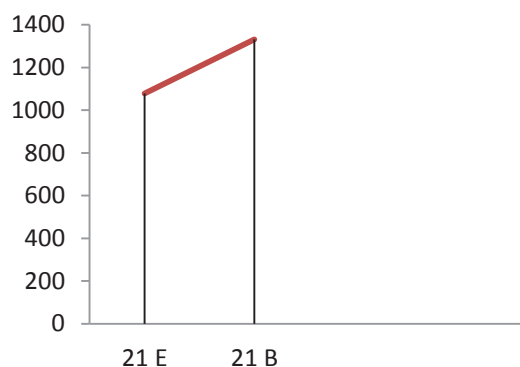


Fig. 3. Reprezentarea grafică a creșterii valorilor *BCT*-ului pentru cele două tipuri de materie primă

#### 4. Utilizarea eficientă a materiei prime

În cazul modelului inițial de cofraj, pentru obținerea a 2 produse, era necesară o coală de carton cu dimensiunile de 670×750 mm, având o suprafață de 0,5025 mp. Din această suprafață, produsul final folosea circa 60 % (0,3 mp), restul de 40 % fiind reprezentat de pierderea tehnologică (Fig. 4).

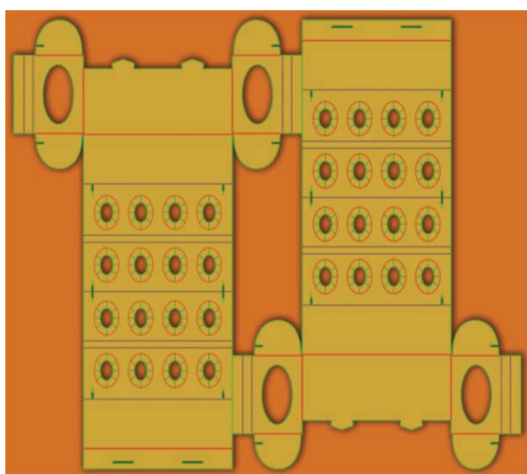


Fig. 4. Suprafața utilă și pierderea tehnologică pentru modelul inițial de cofraj

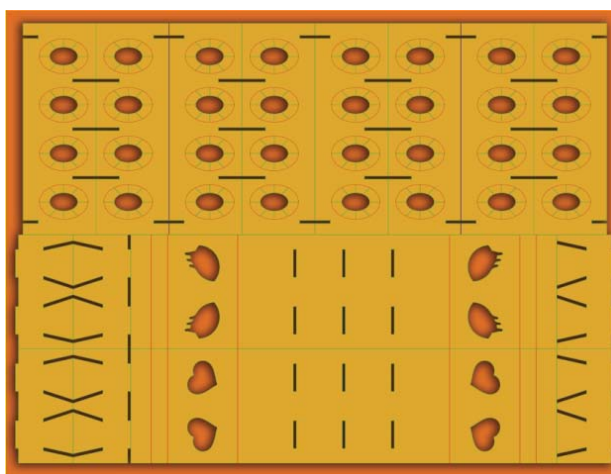


Fig. 5. Suprafața utilă și pierderea tehnologică pentru noul model de cofraj

Noul model de cofraj folosește judicios materia primă necesară reducând pierderile foarte mult. Astfel pentru obținerea tot a 2 produse se folosește o coală de carton cu dimensiunile 470×620 mm, cu o suprafață totală de 0,2914 mp. Din totalul acestei suprafețe pierderea tehnologică este de 9 % (Fig. 5).

Din această perspectivă apreciem că noua variantă de cofraj este mult mai eficientă din punct de vedere economic.

#### 5. Eficientizarea procesului de fabricație

Noul model de cofraj, datorită construcției lui, reduce o serie de dificultăți întâmpinate anterior în procesul de fabricație a cofrajului, în special la etapa de ștanțare.

Prin renunțarea la decupajele în unghi ascuțit, din zonele de închidere finală a cofrajului și înlocuirea acestora cu decupaje dreptunghiulare se elimină reglaje consumatoare de timp, și mai ales, ștanțări imperfecte sau necorespunzătoare (Fig. 6).

De asemenea, noua formă de cofraj, elimină două etape, consumatoare de timp, din procesul tehnologic, anume debavurarea (îndepărtarea resturilor de material rezultate în urma ștanțării) și paletizarea manuală (Fig. 7).

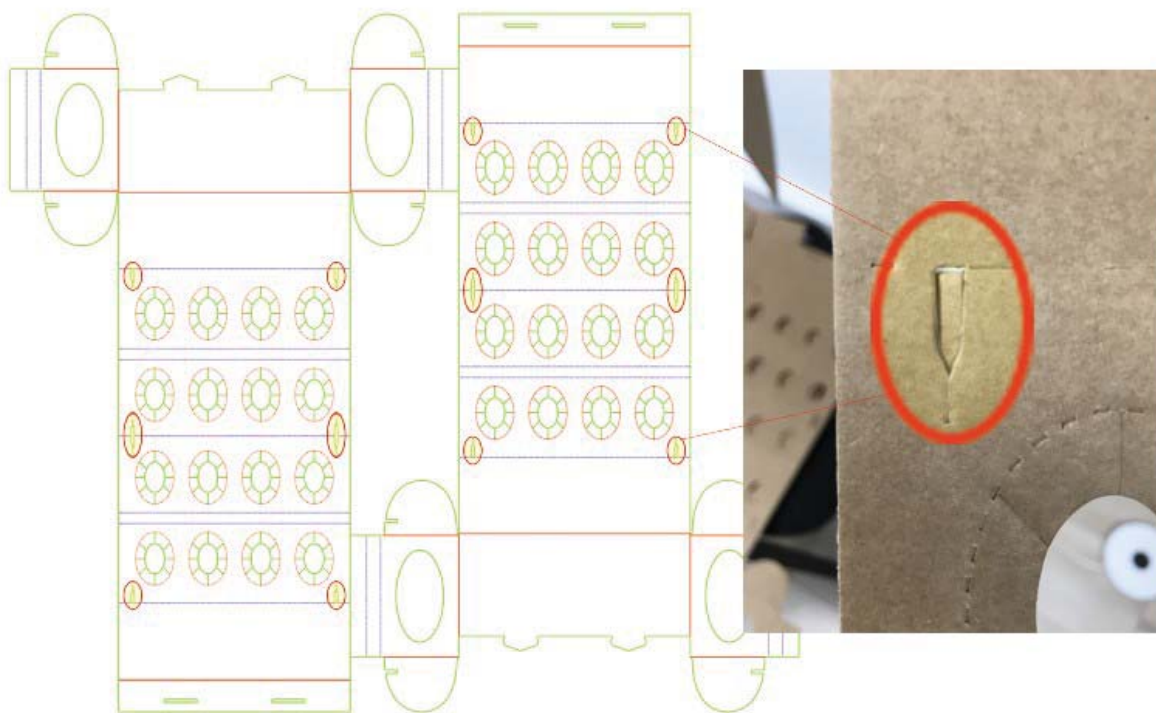


Fig. 6. Zonele critice pentru ștanțare, eliminate la modelul nou de cofraj

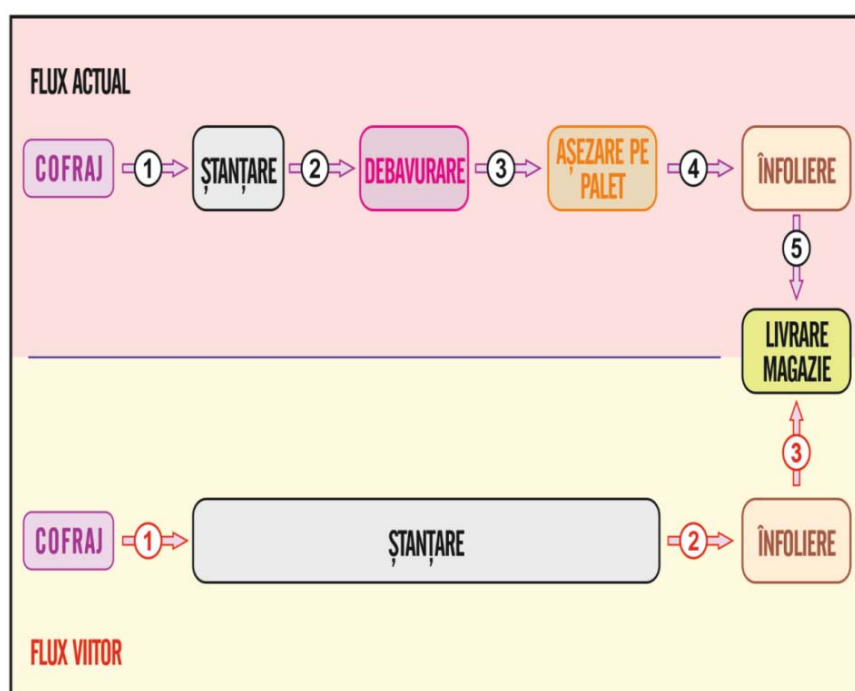


Fig. 7. Comparație între cele două fluxuri tehnologice: actual și viitor



Datorită construcției sale, noul cofraj nu mai necesită debavurare, produsul ștanțat putând fi direct ambalat, nemaexistând resturi de material care trebuie îndepărtate manual ulterior.

Această îmbunătățire a fluxului de fabricație va determina o scădere a costului de producție și o creștere a productivității. Se economisesc astfel timp și resurse materiale și umane, care pot fi alocate altor proiecte ale companiei, creând astfel plus valoare.

### 5.1. Calculul prețului final

În cazul modelului inițial, prețul de vânzare al produsului, compus din valoarea materiei prime, a materialelor, a manoperei, a cheltuielilor indirecte și a adaosului comercial era de X ron. Noul model de cofraj, deși folosește o materie primă mai scumpă, are un preț de vânzare cu circa 41% mai mic (Fig. 8).

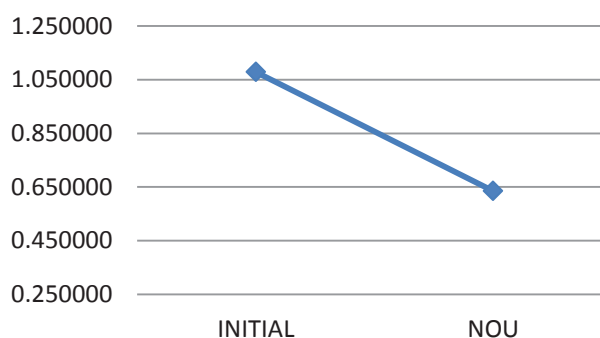


Fig. 8. Comparație între prețul cofrajului inițial și al celui nou propus

Această diferență apare datorită utilizării eficiente a materiei prime, scăderii numărului de resurse umane alocate și reducerii duratei de fabricație. Scăderea prețului produsului ar fi și mai mare dacă s-ar modifica numărul de cuiburi pe ștanță, de la 2 la 4 cuiburi (dimensiunile ștanței permit această modificare). Astfel s-ar înjumătății timpul alocat principalei operații din procesul de fabricație, ar crește productivitatea și, implicit, ar scădea prețul final al produsului.

### 5.2. Timpul de formare a cofrajului

Durata relativ mare de formare a cofrajului inițial este cea care a determinat studiul prezentat în această lucrare, fiind principala problemă a beneficiarului (Fig. 9). În pofida numeroaselor îmbunătățiri aduse designului inițial și a instructajelor asupra modalității de formare a cofrajului, clientul a continuat să întâmpine dificultăți în realizarea acestuia, fapt care ne-a determinat să modificăm designul produsului.

Noul design al cofrajului îmbunătățește semnificativ timpul de formare al produsului. Fiind un concept modular, este ușor de format, și nu mai necesită operații complicate de îndoire a cartonului ondulat. Principalele etape de formare a noului cofraj sunt prezentate în Fig. 10.

În cadrul compartimentului tehnic al societății s-a realizat o serie de teste pentru a se măsura timpul de formare pentru cele două modele de cofraj.

Pentru primul model, cel mai bun timp de formare înregistrat a fost de 1 min 15 s. Acest timp mare se datorează, pe de o parte, rigidității intrinseci a materialului, rigiditate care crește odată cu scăderea umidității cartonului, iar, pe de altă parte, numeroaselor operații de îndoire și modelare a produsului.

În cazul noului model structural propus, timpul mediu de formare a fost de 35 s. Acest timp scăzut de formare a fost obținut datorită faptului că au fost eliminate operațiile complicate de modelare a cartonului.

În Fig. 11 este prezentată grafic diferența de timp de formare a celor două modele de cofraje. Această scădere semnificativă a duratei de formare a cofrajului este determinată de simplitatea designului și reprezintă dezideratul principal al clientului.

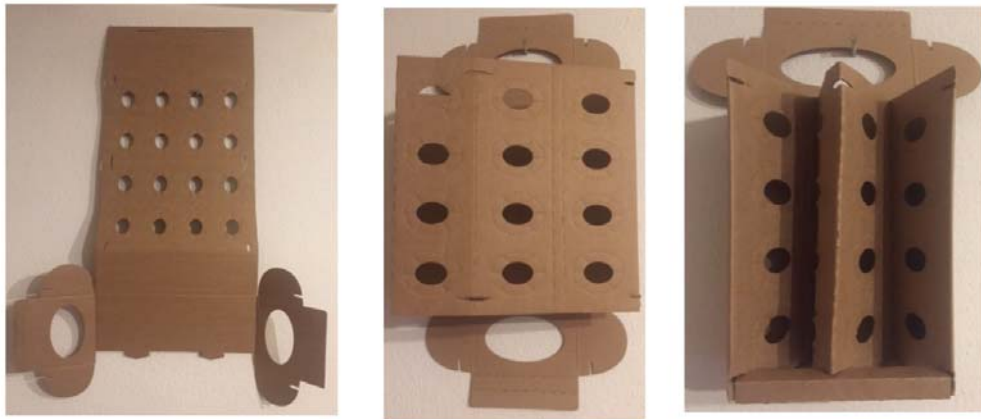


Fig. 9. Etapele de formare ale cofrajului inițial

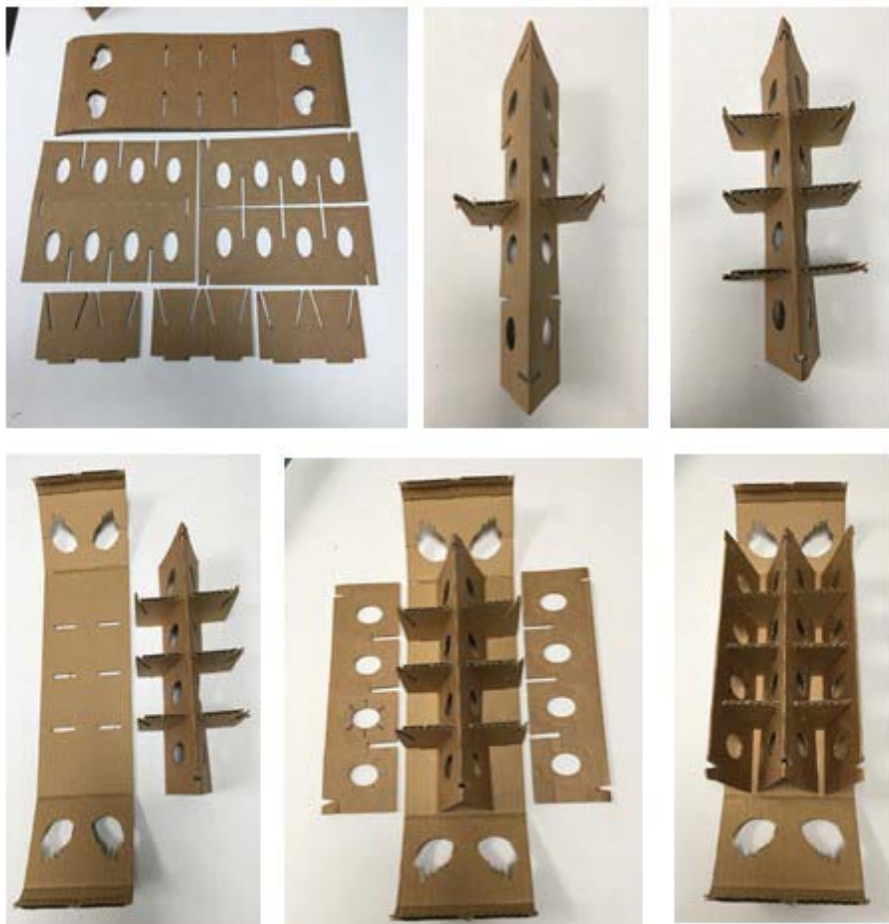


Fig. 10. Etape de formare a noului model de cofraj

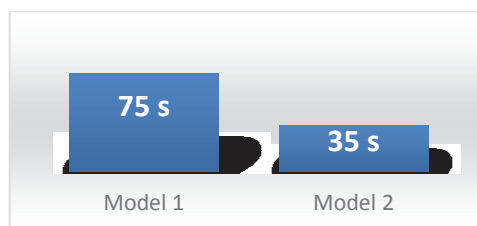


Fig. 11. Timp formare cofraje

## 6. Concluzii

Schimbarea modelului structural conduce la economii substanțiale de materie primă, resurse umane și materiale implicate în procesul de fabricație.

Noul model de cofraj este mult mai simplu și, totodată, mai rezistent din punct de vedere mecanic, asigurând o protecție mai bună a conținutului, extrem de fragil, permițând astfel manipularea acestuia în condiții de siguranță crescută.

Prin scăderea cantității de deșeuri rezultată în urma procesului de fabricație este un produs prietenos cu mediul.

Prețul scăzut al noului model îl face extrem de atractiv pentru client, acesta realizând economii substanțiale atât la achiziția produsului, cât și la timpul alocat pentru ambalarea produsului final.

Se apreciază că prin schimbarea designului structural al produsului se obțin modificări majore atât în procesul de fabricație al acestuia, cât și din punct de vedere financiar și al îndeplinirii dezideratelor clientului.

## 7. Bibliografie

- [1] Pascu, Nicoleta-Elisabeta, (2017), *Designul produselor poligrafice. Note de curs*, Univ. Politehnica București.
- [2] Mattson, B., Sonesson, U., (2000), *Environmentally-friendly food processing*, CRC Press LLC, Corporate Blvd, NW Boca Raton FL 33431 USA
- [3] Moskowitz, H. R., Reisner, M., *Packaging research in food production design and development*, Blackwell Publishing, 2009
- [4] \*\*\* *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*, John Wiley & Sons, Ltd, 2008.
- [5] Han, J., *Innovations in Food Packaging*, Elsevier Ltd, 2005.
- [6] \*\*\* *Paper and Paperboard Packaging Technology*, Blackwell Publishing, 2005.
- [7] \*\*\* *Food Packaging Technology*, Blackwell Publishing, 2003.
- [8] Watkins, T., *Corrugated board packaging*, Woodhead Publishing Ltd, 2012.
- [9] Hernandez, R.J., Selke, S.E., *Packaging: corrugated paper*, 2000.
- [10] Ekuan, K., *Of eggs and packaging*, Design Management Journal, Fall, 2000
- [11] Seydim, A.C., Dawson, P.L., *Packaging Effects on Shell Egg Breakage Rates During Simulated Transportation*, Poultry Science, 1999.
- [12] \*\*\* *Designing Packaging with Certainty*, A best practice guide – SUN Chemical, 2011
- [13] [www.dunapack-packaging.com/ro/ro/products/advantages-of-corrugated-cardboard-packages/](http://www.dunapack-packaging.com/ro/ro/products/advantages-of-corrugated-cardboard-packages/)
- [14] Turoi, M., *Materiale de ambalaj și ambalaje pentru produse alimentare*, Ed. Alma, Galați, 2000, p. 103-118
- [15] [www.fefco.org/sites/default/files/files/FEFCO\\_ESBO\\_codes\\_of\\_designs.pdf](http://www.fefco.org/sites/default/files/files/FEFCO_ESBO_codes_of_designs.pdf). (2018).
- [16] <http://jayce-o.blogspot.com/2013/01/egg-packaging-design-ideas-egg-boxes.html>
- [17] <http://www.packtest.com/product/crush-tester-rct-fct-ect-pat>
- [18] <https://thebusinessprofessor.com/knowledge-base/edge-crush-test-explained/>
- [19] Gavrilesco, Dan, (2013), *Cu privire la rezistența la stivuire a cutiilor din carton ondulat*, Univ. Tehnică "Gh. Asachi" Iași.
- [20] \*\*\* *Corrugated design factors*, Module 5, Part 1, <https://www.msu.edu/course/pkg/322/>
- [21] Besen A. H., *Design and Production of Corrugated Packaging and Displays*, Jelmar Publishing Co, 1990, p. 112.
- [22] [www.rossmann.ro](http://www.rossmann.ro)
- [23] [www.biopack.ro](http://www.biopack.ro)
- [24] [www.tpp.ro](http://www.tpp.ro)
- [25] [https://ro.wikipedia.org/wiki/Carton\\_ondulat](https://ro.wikipedia.org/wiki/Carton_ondulat)
- [26] [https://ro.wikipedia.org/wiki/Ambalaj\\_din\\_carton\\_ondulat](https://ro.wikipedia.org/wiki/Ambalaj_din_carton_ondulat)
- [27] <https://www.treehugger.com/sustainable-product-design/egg-box-redesign-otilia-andrea-erdelyi.html>
- [28] <https://www.pinterest.com/andgoliath/eggs/>
- [29] <https://www.eggbox.de/en/>
- [30] Beldiman, B., Pascu, N.E., *Redesign-ul și optimizarea unor ambalaje din carton ondulat*, Revista "Inginerie Industrială", 2018.