

STUDIUL AMPRENTEI FOILOR SEPARATOARE DIN APLICAȚIA DE PALETIZARE A STIVELOR CU FARFURII DIN PLASTIC DE DOUĂ TIPO-DIMENSIUNI PRIN SIMULĂRI DE DINAMICĂ EXPLICITĂ

MANGEAC Constantin Rosmin

Facultatea: IIR, Specializarea: Robotică, Anul de studii: IV, e-mail: rosminmangeac@yahoo.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Cristina PUPĂZĂ**

Această lucrare prezintă studiul unui ansamblu din structura unei celule de paletizare, ansamblu format dintr-un carton separator, ultimul strat cu stive de farfurii din plastic și cartonul superior ce acoperă acest strat. Prin studiul realizat s-a urmărit deformarea și transmiterea prin structură a forțelor și momentelor rezultate prin presarea paletului în timpul înfolierii dar și rezistența componentelor în timpul ciclului. Printr-o serie de simulări succesive am obținut rezultate cu privire la valoarea optimă a forței de apăsare pentru ca materialul cartonului superior să se muleze pe stratul de produse în timp ce cartonul separator să aibă o rezistență cât mai bună.

1. Introducere

Procesul de înfoliere analizat are ca și elemente active presa și sistemul de înfoliere, ambele componente fiind lipsite de un sistem de vedere artificial sau senzori de detecție. Complexitatea, detaliile și întreaga fizică a fenomenului real au putut fi redată în mediul virtual cu ajutorul unui solver performant de dinamică explicită. Prin parcurgerea unor etape predefinite, acest solver ne-a oferit rezultate în seama cărora putem trage concluzii în vederea îmbunătățirii procesului de înfoliere fără a introduce diferiți senzori sau a detiora produsele ce urmează a fi paletizate.

Aceste etape prezintă o înlănțuire logică și pot fi prezentate astfel

2. Prezentarea mediului de lucru

Cum a fost menționat și anterior, Complexitatea, detaliile și întreaga fizică a fenomenului real au putut fi redată în mediul virtual cu ajutorul unui solver performant de dinamică explicită în inginerie asistată. Acest solver se găsește ca și componentă a pachetului ANSYS și poartă numele de Explicit Dynamics. Este un instrument care oferă funcționalități avansate pentru simulări foarte neliniare care se desfășoară în perioade de timp foarte scurte sau la care se pierde stabilitatea structurală.

2.1 Pregătirea modelului de calcul

Modelul geometric în format virtual la dimensiuni reale a fost realizat în modulul numit Design Modeler. În acest modul au fost construite cele trei componente, cartonul separator cu o dimensiune de 100x100cm, obiectele ce însumează un număr de 16 stive de farfurii cu diametrul de 25cm și cartonul separator cu o dimensiune de 120x120 și tăiat la colțuri pentru o modelare cât mai bună, acesta urmând să fie îndoit peste ultimul strat de produse. Au fost efectuate o serie de modificări topologice în vederea obținerii unor suprafețe cât mai bune pentru discretizare.

2.2 Discretizarea elementelor

Analizele explicite calculează undele de efort dinamice pe măsură ce se propagă în întreaga rețea. Astfel, a fost necesară parametrizarea discretizării folosind dimensiuni ce aproximează cât mai bine

rețeaua de noduri (În cazul nostru a fost aleasa dimensiunea de 30 mm) și modalități de discretizare cu hexaedre pentru a obține o precizie maximă.

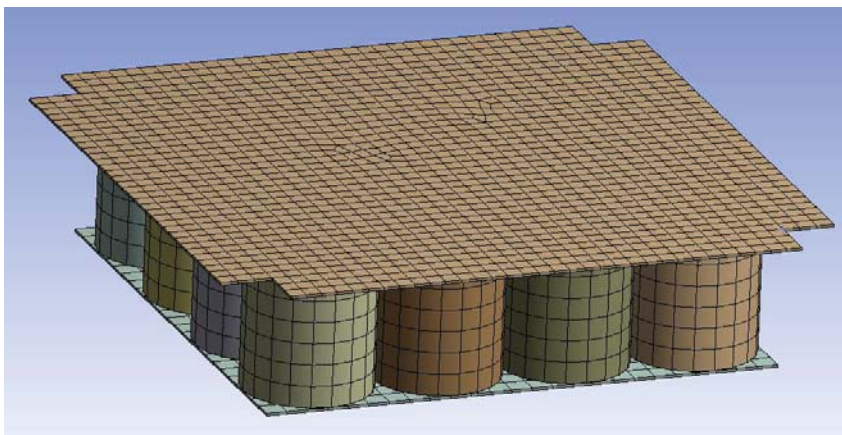


Fig 1. Structura în urma discretizării

3. Condiții de simulare

MATERIALUL - A fost ales un material cu caracteristicile similare cu ale cartonului (Elastomer) și pentru o simulare cât mai realistă au fost modificate proprietățile plastice cât și elastice. Acest material a fost asignat cartonului superior cât și separatorului.

ADĂUGAREA FORȚEI GRAVITAȚIONALE - A fost introdusă forța gravitațională în centrul de greutate al obiectelor. (Figura 2)

ADĂUGAREA FORȚELOR - A fost simulată forța exercitată de presă în momentul procesului de înfoliere. Forța acționează doar pe cele 4 suprafețe ce urmează a fi îndoite și prinse de folie, cartonul în acest punct capătă o formă de capac și imobilizează ultimul strat de produse din palet. (Figura 3)

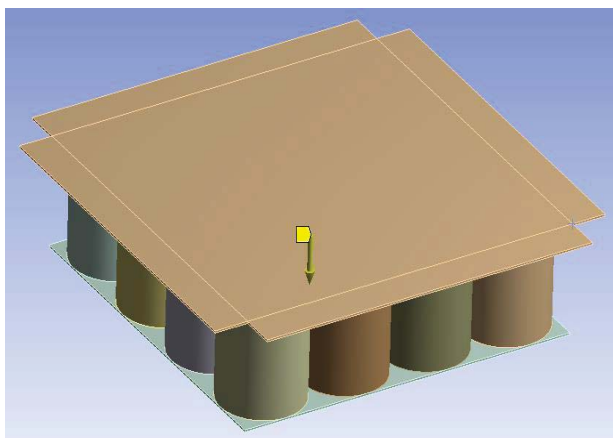


Fig 2. Adăugarea forței gravitaționale

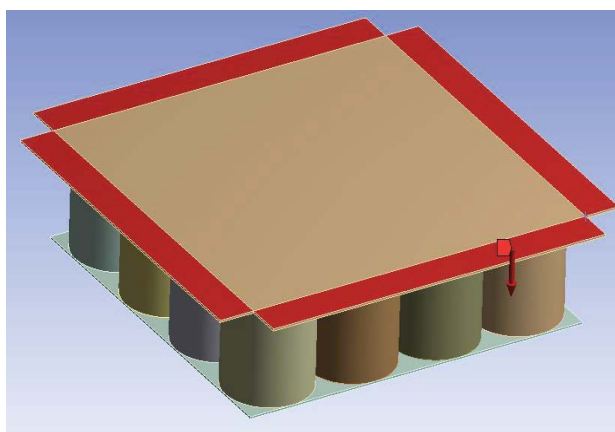


Fig 3. Adăugarea forței pe structură

4. Soluționarea și interpretarea rezultatelor

Rezolvarea explicită a ecuațiilor de mișcare are ca principal avantaj faptul că nu se calculează matricea de rigiditate (care ocupă cea mai mare parte din timpul de calcul al unei analize implicite). Se reduce astfel semnificativ timpul de calcul. În prima etapă se calculează accelerațiile nodale la momentul n , apoi se determină vitezele la momentul $n+1/2$, iar în final deplasările la momentul $n+1$. Cu ajutorul

deplasărilor nodale se calculează deformațiile specifice, apoi tensiunile. Și ciclul se repetă până la soluționarea completă. O scurtă prezentare a logicii de calcul este prezentată în continuarea capitolului.

Conservarea energiei este exprimată prin:

$$\dot{e} = \frac{1}{\rho} (\sigma_{xx} \dot{\epsilon}_{xx} + \sigma_{zz} \dot{\epsilon}_{zz} + 2\sigma_{xy} \dot{\epsilon}_{xy} + 2\sigma_{yz} \dot{\epsilon}_{yz} + 2\sigma_{zx} \dot{\epsilon}_{zx}) \quad (1)$$

unde \dot{e} reprezintă energia, iar $\dot{\epsilon}_{ij}$ - derivatele în raport cu timpul ale deformațiilor specifice. Pentru fiecare pas de timp aceste ecuații sunt rezolvate în mod explicit, pentru fiecare element din model, pe baza valorilor de intrare de la sfârșitul etapei anterioare.

Solverul Explicit Dynamics utilizează o schemă de integrare numerică în timp (metoda Leapfrog). După ce forțele, care rezultă din tensiunile interne, contact sau condiții la limită au fost calculate în noduri, se calculează accelerațiile nodale prin împărțirea forței la masă:

$$\ddot{x}_i = b_i + \frac{F_i}{m} \quad (2)$$

unde \ddot{x}_i sunt componentele accelerațiilor nodale, F_i sunt forțele care acționează în noduri, b_i sunt componentele accelerației corpului și m este masa. Cu accelerațiile la momentul $n - 1/2$ se calculează vitezele la momentul $n + 1/2$:

$$\dot{x}_i^{n+1/2} = \dot{x}_i^{n-1/2} + \ddot{x}_i^n \Delta t^n \quad (3)$$

În final sunt calculate deplasările la timpul $n + 1$ prin integrarea vitezelor:

$$x_i^{n+1} = x_i^n + \dot{x}_i^{n+1/2} \Delta t^{n+1/2} \quad (4)$$

Cerințe analiză

A fost cerută soluționarea deplasării totale, a deformației elastice echivalentă și tensiunea echivalentă

Rezultate la deplasări totale – Valoare maximă 156,9 mm

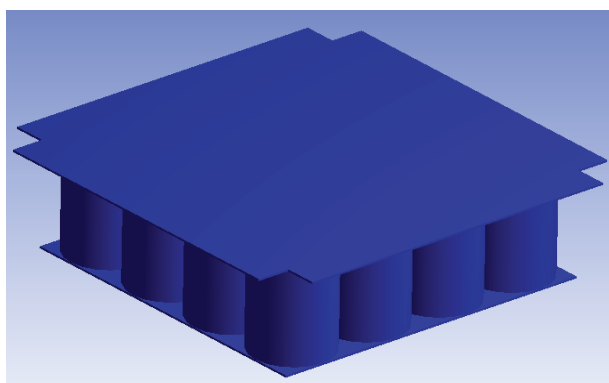


Fig 4 – Structura înainte de simulare

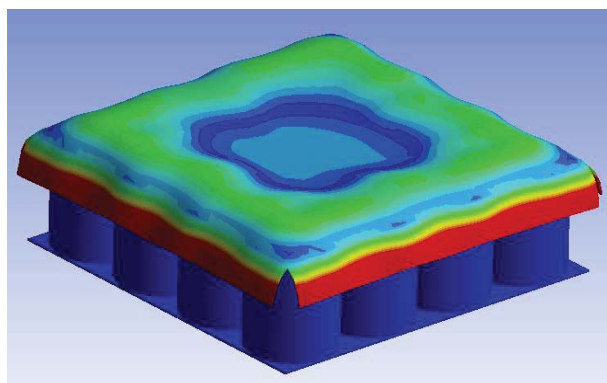


Fig 5 – Structura după de simulare

Rezultate la deformația elastică echivalentă– Valoare maximă 0,021 mm/mm (2,1%)

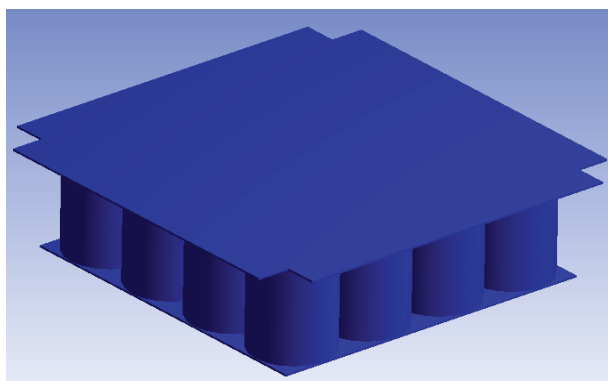


Fig 6 – Structura înainte de simulare

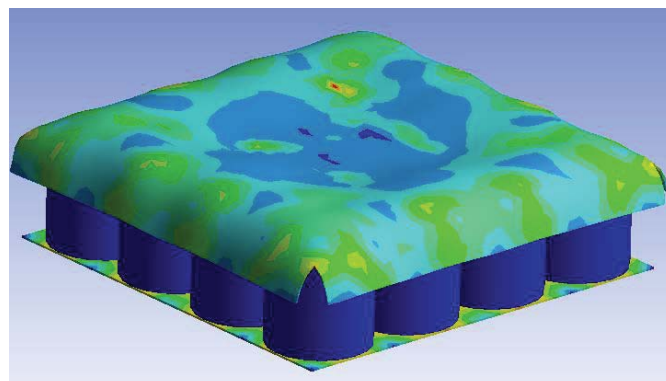


Fig 7 – Structura după de simulare

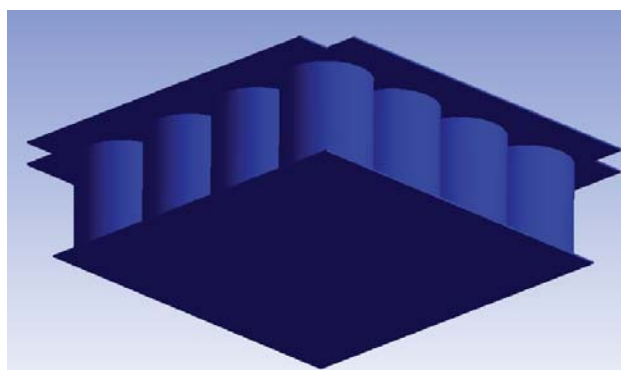


Fig 8 – Structura înainte de simulare
Vedere dintr-un unghi secund

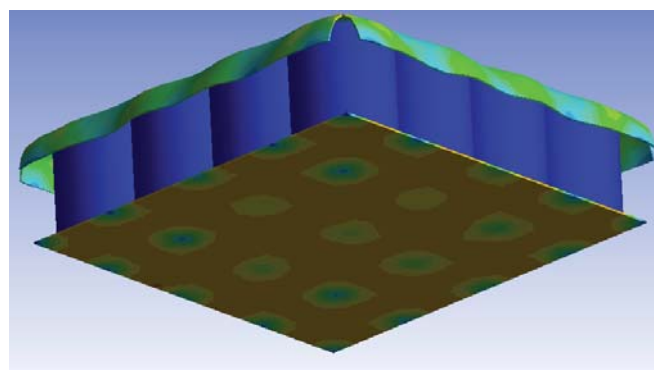


Fig 9 – Structura după de simulare
Vedere dintr-un unghi secund

Rezultate la tensiunea echivalentă– Valoare maximă 0,21 MPa

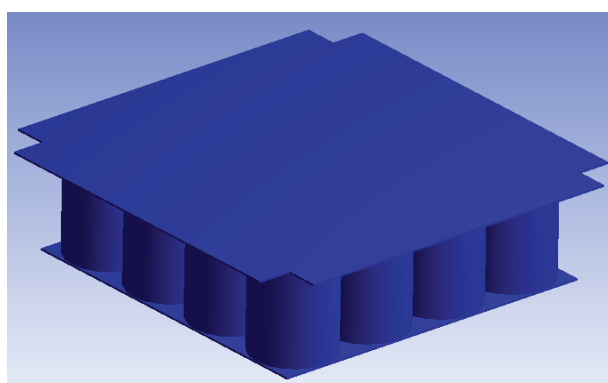


Fig 10 – Structura înainte de simulare

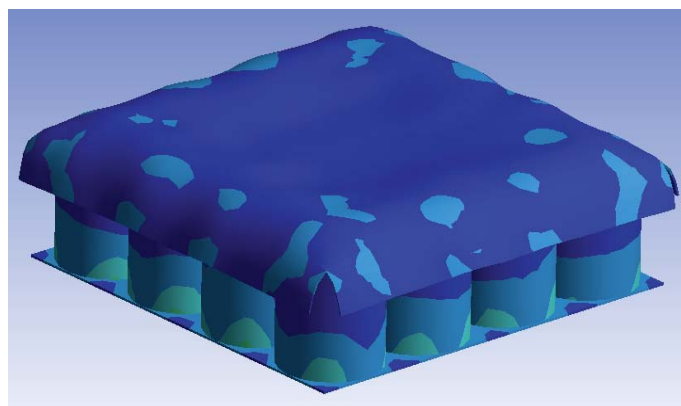


Fig 11 – Structura după de simulare

Studiu comparativ

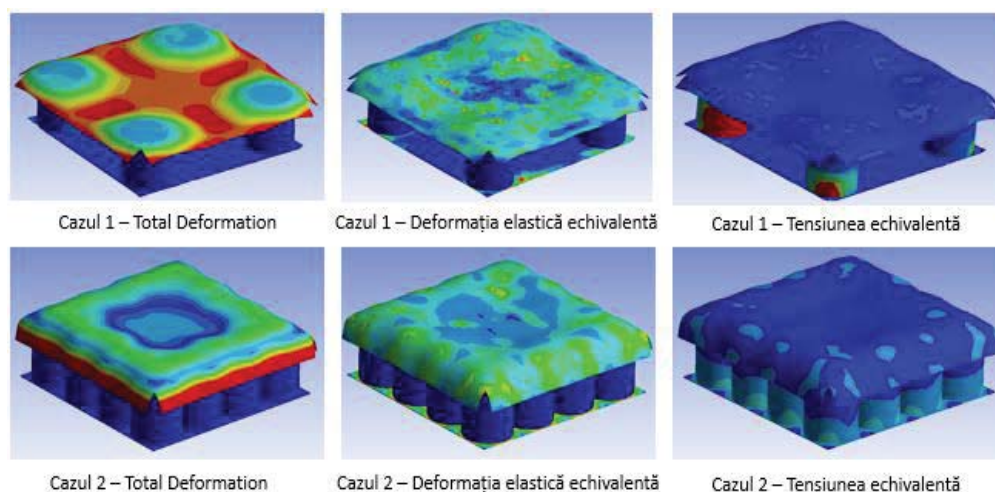


Fig 12. – Studiu comparativ cu o structură diferită (Sunt utilizate doar 4 stive)

Pentru o exemplificare cât mai bună a procesului au fost abordate mai multe tipuri de geometrie printre care și o geometrie ce folosește doar 4 stive de farfurii poziționate pe colțurile cartonului. (Acest studiu a fost evidențiat în **Fig.10**)

5. Concluzii

- Distribuția simetrică a obiectelor pe ultimul strat permit presei să deformeze cartonul fără a deteriora produsele.
- Folosind simularea confirmăm observațiile inițiale din studiul sistemului de presare și infoliere a paletului.
- Complexitatea, detaliile, întreaga fizică a fenomenului real au putut fi redată în mediul virtual cu ajutorul unui solver performant și anume cel de dinamică explicită.
- Prin simulări succesive s-a stabilit valoarea optimă a forței de apăsare pentru ca materialul cartonului superior să se muleze pe stiva de produse dar și în vederea rezistenței cartonului separator.

6. Bibliografie

- [1]. Suport de curs IAC1 & IAC2 – Prof. Dr. Ing. Cristina PUPĂZĂ
- [2]. Suport de curs IRISP – Prof Dr. Ing. Adrian NICOLESCU
- [3]. ANSYS-CD-2017-Structures-III-Explicit-Dynamics (PDF)
- [4]. Explicit-STR_16.0_L03_Explicit_Dynamics_Basics (PDF)
- [5]. Informații oferite de echipa ANSYS pe site-ul acestora;