

OPTIMIZING THE DENSITY OF STITCH AT ASSEMBLING LEATHER PATTERNS

OPTIMIZAREA DESIMII DE ASAMBLARE A DETALIILOR DIN PIELE NATURALĂ

Cristian Constantin MATENCIUC*, Stan MITU, Marta Catalina HARNAGEA, Ionut DULGHERIU

Faculty of Textiles-Leather and Industrial Management, Iași, emails: cmatenciuc@tex.tuiasi.ro, smitu@tex.tuiasi.ro,

charnagea@tex.tuiasi.ro, idulgheriu@tex.tuiasi.ro

OPTIMIZING THE DENSITY OF STITCH AT ASSEMBLING LEATHER PATTERNS

ABSTRACT. The paper presents experimental researches on the density of stitch optimization for the leather patterns of clothes for women and men, leather goods etc. For this purpose the authors have created a database with experimental data regarding the load and the elongation at break corresponding to main assembling class, values that have been compared to the ones specific to "reference" samples, non-assembled through sewing. In order to introduce comparison elements, the database covers values and limits in correspondence to the material's thickness, the thread and needle fineness and the stitch. The connections result from the mathematical models obtained through 2D and 3D processing, from the bar charts and the graphics that allow comparative analysis and that highlight optimization elements. With view to the paper objectives, it can be appreciated that the graphics and the bar charts illustrate the limits of load and elongation at break; it results that the standard sample has values considered to be optimal for a density of 5 stitches/cm. This is confirmed as well by testing the mean parameters obtained through mathematical models.

KEY WORDS: optimization, load at break, stitching, leather, 2D and 3D processing.

OPTIMIZAREA DESIMII DE ASAMBLARE A DETALIILOR DIN PIELE NATURALĂ

REZUMAT. Lucrarea se bazează pe cercetări experimentale referitoare la optimizarea desimii de asamblare a detaliilor din piei naturale specifice jachetelor și hainelor pentru bărbați și femei, produselor de marochinărie etc. În acest scop, autorii au întocmit o bază de date experimentale privind valorile sarcinii și alungirii la rupere corespunzătoare clasei principale de asamblare folosită, valori care au fost comparate cu cele specifice pentru „etalon”, pentru epruvetele neasamblate. Pentru introducerea elementelor de comparație s-a urmărit ca baza de date să cuprindă valori și limite în raport cu grosimea materialelor, finețea aței și a acelor și pasul cusăturii. Toate aceste conexiuni rezultă din modelele matematice obținute ca urmare a prelucrărilor în sistemele 2D și 3D, din histogramme și grafice ce permit analize comparative și care evidențiază elemente de optimizare. Având în vedere obiectivele lucrării, se poate aprecia faptul că prin evidențierea în grafice și histogramme a limitelor pentru sarcina și alungirea la rupere pe linia de asamblare, este scos în relief faptul că varianta etalon are valori specifice variantei considerate optime ce corespunde desimii de 5 pași/cm, fără ca aceasta să depășească 7 împunsături/cm. Acest lucru este confirmat și de testarea modelelor matematice, cu valorile medii ale parametrilor menționați.

CUVINTE CHEIE: optimizare, sarcina la rupere, asamblare, piele naturală, prelucrare 2D și 3D.

L'OPTIMISATION DE LA DENSITÉ DU POINT AU MONTAGE DES MOTIFS DE CUIR

RÉSUMÉ. L'article est basé sur la recherche expérimentale sur l'optimisation de la densité d'assemblage des détails spécifiques au vestes de et vêtements en cuir naturel pour les hommes et les femmes, aux articles en cuir, etc. À cette fin, les auteurs ont compilé une base de données expérimentales sur les valeurs de la charge et de l'allongement à la rupture correspondant à la classe principale utilisée pour l'assemblage, ces valeurs ont été comparées avec celles qui sont spécifiques, "standard" pour les spécimens non-montés. Pour introduire les éléments de comparaison, la base de données contient des valeurs et des limites par rapport à l'épaisseur des matériaux, la finesse du fil et des aiguilles et le point de couture. Toutes ces connexions résultent des modèles mathématiques obtenus à la suite de travailler en des systèmes 2D et 3D, des histogrammes et des graphiques qui permettent une analyse comparative et soulignent les éléments de l'optimisation. Compte tenu des objectifs de l'œuvre, on peut apprécier que par mettre en évidence les limites de charge et de l'allongement à la rupture de la chaîne de montage dans les graphiques et des histogrammes, on souligne que la variante standard a des valeurs spécifiques pour la variante considérée optimale correspondant à une densité de 5 points/cm, mais qui ne dépasse pas sept points/cm. Ceci est confirmé par l'essai des modèles mathématiques, avec des valeurs moyennes des paramètres spécifiés.

MOTS CLÉS: optimisation, la charge à la rupture, assemblage, cuir, 2D et 3D opération.

THEORETICAL CONSIDERATIONS

Regardless of the coat and its material, the most frequent load during wearing is the tensile extension that can be analyzed under laboratory conditions, as to observe the material's behaviour to the limit of tension and break, and as well the behaviour of assembled

CONSIDERAȚII TEORETICE

Indiferent de produsul vestimentar și de materialul din care este realizat, solicitarea cea mai frecventă din timpul purtării este cea de întindere și poate fi analizată și în condiții de laborator vizând comportarea materialelor până la limita de elasticitate

* Correspondence to: Cristian Constantin MATENCIUC, Faculty of Textiles-Leather and Industrial Management, Iași, email: cmatenciuc@tex.tuiasi.ro

samples with standard dimension. This is imposed due to the fact that after the load, the product has to regain its initial shape, irrespective of its dynamic, the assembly class, the direction of assembling, the material properties etc.

The complex technology of manufacturing and the multiple processes from wearing are taken into consideration, being subject to a series of loadings such as: extension, compression, bending, repeated loads, abrasion, the action of the chemical substances and weatherability etc. Thus further research is imposed in order to testify the behaviour of the materials and the assembling lines, and also of the areas opened to treatments such as lasting and dimensional stability.

The load and elongation at break can be determined under different conditions of assembling; the thread fineness and the stitch density can be adopted with view to the basic material properties which impose the fineness and the type of needles.

Thus, punching the material and creating thread breaks are avoided. As the number of punches grows on length (thus diminishing the stitch between certain limits) the stitch strength increases, but the optimum domain for the stitch length is required, as above some limits of the stitch density undesired issues appear, such as needle break, increased elongation of the material and deformations beyond the flexibility limit.

The tensile load of the seams cannot be studied regardless of their elongation, both being influenced by the thread elongation, dependent on its tension, variable as function of stages creating the seam.

The dependence between these parameters can be registered at the tensile testing machine through the load-distance graph and it allows gathering all the necessary parameters (maximum load at break, relative and absolute elongation, the mechanical work at break, the specific load at break, length at break etc.). The load distance graph has a limited area that presents interest from the theoretical and experimental point of view [1]. As it results, research has been extended for three natural leather variants, used in manufacturing products for exterior use.

sau rupere, cât și comportarea asamblărilor realizate pe mostre cu dimensiuni standard. Acest lucru se impune și datorit faptului că, după solicitare, produsul trebuie să-și recapete forma inițială, indiferent de dinamica acestuia, clasa asamblării, direcția de asamblare, proprietățile materialelor etc.

Se are în vedere tehnologia complexă de realizare și multiplele procese din timpul întreținerii și purtării, când produsele vestimentare sunt supuse unui ansamblu de solicitări cum ar fi: întindere, compresiune, încovoiere, solicitări repetate, frecare, acțiunea substanțelor chimice și a intemperiei etc. Se impun, astfel, cercetări ample care să ateste comportarea, nu numai a materialelor și a liniilor de asamblare, ci și a zonelor supuse unor tratamente de formare spațială și stabilitate dimensională.

Sarcina și alungirea la rupere pot fi determinate în condiții diferite de asamblare, în sensul că poate fi adoptată atât finețea firelor, cât și desimea cusăturii, ținând seamă și de proprietățile materialului de bază, care impune pe lângă aceste caracteristici și finețea și tipul acelor.

Astfel, sunt evitate în mod curent perforarea materialului de către ac și ruperi de fire ce compun elementele de structură ale acestuia.

Odată cu creșterea numărului de împunsături pe unitatea de lungime, deci prin micorarea pasului cusăturii în anumite limite, rezistența asamblării crește, dar se impune cunoașterea domeniului optim pentru lungimea pasului, deoarece peste anumite limite de desime apar fenomene nedorite însoțite de spargeri la ac, alungiri mari ale materialului și deformații peste limita de elasticitate.

Sarcina la rupere a imbinărilor prin coasere nu poate fi studiată independent de alungirea acestora, ambele fiind influențate de alungirea din ata acului, dependent de tensiunea acesteia, variabilă în raport și cu desfășurarea fazelor de formare ale cusăturii.

Dependenta dintre acești parametri poate fi înregistrată și la mașina de încercat la traciune, prin diagrama efort-alungire, și permite prelevarea tuturor parametrilor de calcul (sarcina maximă la rupere, alungirea relativă și absolută, lucrul mecanic la rupere, sarcina specifică la rupere, lungimea la rupere etc.). Zona ce interesează din punct de vedere practic din această diagramă este limitată și prezintă mai mult interes din punct de vedere teoretic și experimental [1]. Așa cum rezultă din cele ce urmează, cercetările au fost extinse pentru trei variante de piele naturală, destinate realizării produselor exterioare.

METHOD, RESULTS AND INTERPRETATION

The reference samples have the shapes and dimensions mentioned in Figure 1a, the tests being done under the laboratory conditions mentioned in SR EN ISO 3376:2003.

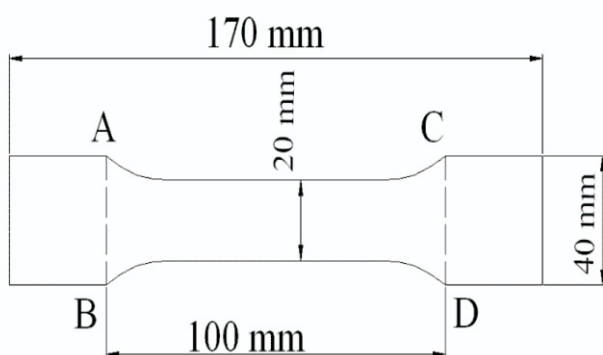


Figure 1a. The shape and dimensions of sample
Figura 1a. Forma și dimensiunile epruvetei

The present paper presents experimental research on the manner in which the leather behaves at sewing with 301 stitch, when modifying the stitch density in correspondence to the limits imposed by their structure particularities. The assembly has been done in two steps, as it is shown in Figure 1b, first the SS assembling, and then LS, taking into account the fact that this is the most common in manufacturing leather coats and leather substitutes. The two samples assembled through sewing have a rectangle shape with dimensions of 30x100 mm.

The assembly is sewn in two steps, as Figure 1b shows, taking into account the fact that this type of sewing is often present in manufacturing natural leather and leather substitutes clothing.

The samples tested were natural leather (pig, sheep, calf), and for breaking a cutting knife has been used as in Figure 1a.

The sewing is done with 301 stitch, synthetic thread of polyester, of Nm 65/3 fineness and needle with a lenticular section of the needle point and cutting point at 45° towards the stitch direction, type P Nm 90

MOD DE LUCRU, REZULTATE ȘI INTERPRETĂRI

Se precizează ca, în condiții de laborator, mostrele pentru proba etalon au forma și dimensiunile din Figura 1a, respectându-se indicațiile din SR EN ISO 3376:2003.

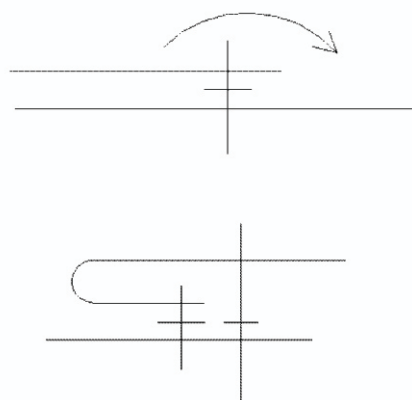


Figure 1b. The assembly
Figura 1b. Etapele de obținere și forma asamblării

Cercetările experimentale din prezenta lucrare au fost axate asupra modului în care se comportă pieile naturale la asamblare, folosind cusătura 301, reglând desimea corespunzător limitelor impuse de particularitățile de structură ale acestora. Asamblarea s-a realizat în două etape, așa cum rezultă din Figura 1b, mai întâi asamblare SS, apoi LS, cu precizarea că aceasta deține o pondere mare la confecționarea hainelor din piele naturală și înlocuitorii de piele cu aceeași destinație. În acest caz, cele două probe asamblate au avut formă dreptunghiulară cu dimensiunile de 30x100 mm.

Pentru efectuarea determinărilor s-au folosit epruvete din piele naturală (porcine, ovine, vițel), iar pentru testarea epruvetelor etalon s-a folosit un cuțit de tip halteră, conform indicațiilor din Figura 1a.

Pentru realizarea îmbinărilor s-au folosit cusătura 301, așa sintetică, mai precis din poliester, cu finețea Nm 65/3 și ac cu secțiunea vârfului transversală lenticulară cu punct de tăiere la 45° față de direcția cusăturii, respectiv ac de Nm 90 (diametrul tije inferioare de 0,9 mm) [2, 3].

(blade's diameter is 0.9 mm) [2, 3].

After sewing, the samples have been stressed at the tensile testing machine SATRA (STM 466), with 466F attachment, and SATRA software, providing quick and simple-to-understand results.

The tension of the samples is done at a speed of the inferior claw of 100 ± 10 mm/min, and the load and elongation at break are registered.

Considering the thickness of patterns that join, the blade's diameter can be chosen with the help of the following empirical formula [2, 3]:

$$d_T = \frac{2\delta + 1,2}{4} = 0,5\delta + 0,3 \quad (1)$$

where:

d_T - blade's diameter [mm];
 δ - material's thickness [mm].

După coasere, epruvetele au fost solicitate la aparatul de încercare la tracțiune SATRA (STM 466), cu dispozitiv atașat STM 466F, cu control PC și program sub Windows care asigură culegerea, analiza statistică și interpretarea datelor.

Solicitarea epruvetelor s-a făcut la o viteză de deplasare a clemei inferioare de 100 ± 10 mm/min, fiind înregistrate forța maximă la ruperea cusăturii și alungirea la rupere.

În funcție de grosimea reperelor ce se îmbina, se poate alege diametrul tijei inferioare a acului de cusut, utilizând următoarea relație empirică [2, 3]:

în care:

d_T - diametrul tijei inferioare [mm];
 δ - grosimea reperelor ce se mbin [mm].

When sewing flexible leather and leather substitutes, needles with different needle point section are used. The shape of the needle's point section is chosen according to the nature and thickness of material. With reference to formula 1, the choice of a 90 needle, with a blade diameter of 0.9 mm is justified.

For example, a superior strength of the material after sewing is obtained when this operation is done with needles with P type point section (punching is done perpendicularly on the sewing direction).

For type S needles, the leather is punched along with the stitch direction; therefore, the material's strength after sewing has the smallest value, aspect illustrated in Figure 2. The type of needle used in the experimental part of the paper is illustrated as well in Figure 2.

La coaserea reperelor flexibile din piele și înlocuitori de piele se folosesc ace de cusut ce prezintă diverse forme ale secțiunii vârfului. Forma secțiunii vârfului acului se va alege în funcție de natura și grosimea materialului. Prin relația de mai sus se justifică alegerea acului cu numărul 90, adică diametrul tijei de lucru de 0,9 mm.

De exemplu, o rezistență superioară a materialului după coasere se obține în cazul în care această operație se realizează cu ace cu secțiunea vârfului de tip P (perforarea se produce perpendicular pe direcția cusăturii).

În cazul acelor de tip S, pielea este perforată în direcția cusăturii, motiv pentru care și rezistența materialului după coasere are cea mai mică valoare. Reprezentarea din Figura 2 este concludentă în acest sens. Din figură rezultă și forma secțiunii transversale lenticulare LR, specifică acului folosit în cercetarea experimentală.

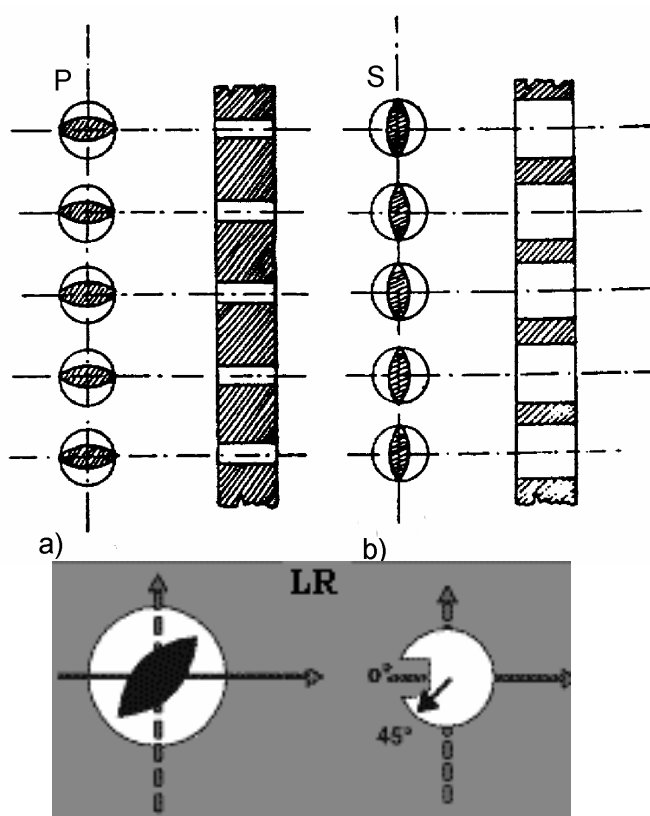


Figure 2. Punching direction
 Figura 2. Direcția de perforare a materialului

In order to obtain a resistant seam, the correspondence between the needle and the thread must be respected, aspect found in the specific scientific literature [2, 3].

As it results from the centralized data, three types of leather have been considered, used to manufacture various articles of clothing from pig, sheep and calf leather.

The Nm 65/3 thread and a needle with the diameter of 0.9 mm have been used.

The assembling lines have been placed perpendicularly on the basic direction, the sewing being done with seven densities of stitch, namely 3; 3.5; 4; 4.5; 5; 5.5 and 6 stitches per cm.

For each characteristic to be measured, a considerable number of tests are needed. The values for the load and elongation at break, corresponding to the assembling lines are drawn out from the load-distance graphs, at the moment of breaking.

În scopul obținerii unei cusături rezistente, este necesară respectarea unei corespondențe între ac și ață, care se regăsește în literatura de specialitate [2, 3].

Așa cum rezultă și din datele centralizatoare, au fost luate în studiu trei tipuri de piei naturale, destinate confecționării jachetelor sau hainelor: porcine, ovine și vițel.

În toate cazurile s-a folosit ață cu Nm 65/3 și ac cu numărul 90, adică cu diametrul de lucru de 0,9 mm.

Cercetările experimentale au fost extinse pe epruvete asamblate conform indicațiilor din Figura 1b cu desimi de 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; și respectiv 6 pași pe cm.

Se menționează că, pentru fiecare caracteristică este necesar un număr apreciabil de determinări, și de aceea, se recomandă completarea unei baze de date necesare prelucrării, conform modelului anexat în lucrare. Valorile pentru sarcina și alungirea la rupere, corespunzătoare liniilor de asamblare, indiferent de direcția acestora și clasa asamblării, se extrag din diagrama efort-alungire, în momentul ruperii, adică valori maxime (P_{max} și Δl_{max}). Este prelevată automat valoarea alungirii exprimată în %.

After processing the data in 2D and 3D, the data base is presented in Tables 1 and 2.

Table 1 presents the load-distance graphs with several examples for the behaviour of the pig leather, Table 2 presents the mean values, useful in the graphics and the mathematical modelling.

These values have been selected from a multitude of variants, and so far, linear models have been tested; there is the certainty that, upon including higher stitch densities, the models will illustrate the decrease of the load at break as the number of stitches per centimetres grows.

Fiind vorba de o prelucrare în 2D și 3D, în lucrare, baza de date experimentale este sintetizată în Tabelele 1 și 2.

În Tabelul 1 se prezintă și modele de diagrame efort-alungire și, în acest sens, se dau exemple pentru comportarea pieilor de porcine, iar Tabelul 2 cuprinde valorile medii, utile în reprezentările grafice și modelarea matematică.

Aceste valori au fost selectate dintr-o multitudine de variante și deocamdată au fost testate modelele liniare, cu certitudinea că, în cazul în care în baza de date ar fi incluse și desimi mai mari, modelele polinomiale ar evidenția scăderea sarcinii la rupere la creșterea numărului de împunsături pe linia de asamblare.

Table 1: Experimental variants
Tabelul 1: Variante experimentale

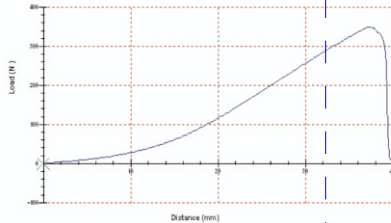
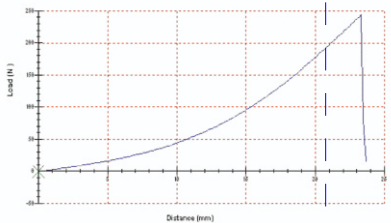
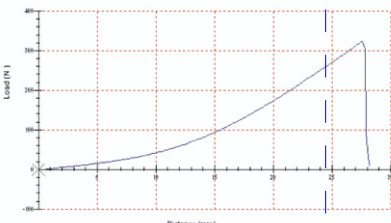
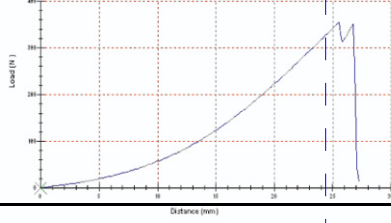
Category <i>Sortiment</i>	Test no. <i>Nr. test</i>	Needle fineness <i>Finete ac</i>	Thread fineness Nm <i>Finete ață Nm</i>	Thickness (mm) <i>Grosime (mm)</i>	Stitch density stitch/cm <i>Desime pași/cm</i>	Maximum force (N) <i>Forța maximă (N)</i>	Elongation (%) <i>Alungirea la rupere (%)</i>	Load-distance graph <i>Graficul forță-alungire</i>
Pig leather, standard sample <i>Piele porcine, etalon</i>	1			1.2		349.100	39.050	
Pig leather <i>Piele porcine</i>	2			1.2	3	244.100	23.300	
Pig leather <i>Piele porcine</i>	3			1.2	3.5	324.000	27.575	
Pig leather <i>Piele porcine</i>	4			1.2	5	354.100	26.750	

Table 2: Experimental values
Tabelul 2: Valori experimentale

No. Nr.crt.	Variant Varianta	Fineness <i>Finețea</i> [Nm]	Load at break <i>Sarcina la rupere</i> [N]	Elongation <i>Alungirea</i> [%]	Density <i>Desimea</i> [stitch/cm] <i>[pași/cm]</i>
Pig leather <i>Piei de porcine</i>					
1		65/3	244.1	23.3	3.00
2			270.3	24.95	3.50
3			300.5	27.2	4.00
4			330.4	29.3	4.50
5			360.7	31.15	5.00
6			395.3	33.5	5.50
7			427.2	35.825	6.00
			349.1	36.55	standard <i>etalon</i>
Sheep leather <i>Piei de ovine</i>					
1		65/3	255.5	31.075	3.00
2			270.3	34.9	3.50
3			294.5	37.575	4.00
4			330.2	41.25	4.50
5			360.2	45.3	5.00
6			380.1	48.2	5.50
7			410.3	52.12	6.00
			359	39.05	standard <i>etalon</i>
Calf leather <i>Piei de vițel</i>					
1		65/3	271.3	26.775	3.00
2			290.1	29.3	3.50
3			310.2	31.2	4.00
4			320.1	32.5	4.50
5			335.4	34.5	5.00
6			350.24	36.1	5.50
7			359.3	38.775	6.00
			319.5	36.39	standard <i>etalon</i>

The reference values are obtained for the non-assembled samples:

- pig leather - maximum force at break 349.1 N, elongation 36.55 %;
- sheep leather - maximum force at break 359.0 N, elongation 39.05 %;
- calf leather - maximum force at break is 319.5 N, elongation 36.39 %.

Differences exist as well due to material's thickness. Thus the pig leather has a thickness of 1.2 mm, the calf has 1 mm thickness, and the sheep leather has 0.9 mm thickness.

The problem is finding the analytical representation of the researched functional dependence, thus choosing a formula as to describe the experiment results.

For 2D processing of data, the y variable corresponds either to the load at break or to the elongation, and the x variable corresponds to the stitch density, and when processing in 3D system the load and elongation at break have been joined with the stitch density, as the graphics below show. It is mentioned that the measurement results do not contain mass errors, as these errors have been identified and eliminated, because they were due to the inattention at transcript of the experimental data.

Even though in order to draw a line it is necessary to accurately know the position of two points, when an error comes along, tens of points are necessary, as illustrated in Table 2. The graphics go together with the analytical expression of interdependence and correlation coefficient. This results both from 2D representations, done with Excel software as well as from 3D illustrations. The limit values for load and elongation at break allow a standardization of these values, according to the material particularities, the thread and needle fineness. The model presented in this paper shows orientation in this sense and creates assumptions for further research.

In several cases it is necessary to establish statistical correlations between two or three experimentally determined values. These correlations are determined through processing a large amount of measurements, as the classical methods of estimation assume a considerable work volume. The 3D diagrams

Valorile etalon au fost considerate cele obținute pe mostre neasamblate, acestea fiind:

- piei porcine - forța de rupere egală cu 349,1 N, alungirea 36,55 %;
- piei de ovine - forța de rupere egală cu 359,0 N, alungirea 39,05 %;
- piei de vițel - forța de rupere egală cu 319,5 N, alungirea 36,39 %.

Este necesar să se facă precizarea că sunt diferențe și în ceea ce privește grosimea materialelor. Astfel, pielea de porcine are grosimea de 1,2 mm, pielea de vițel are grosimea de 1 mm, iar cea de ovine are grosimea de 0,9 mm.

Problema care se pune în acest caz este de a găsi reprezentarea analitică a dependenței funcționale căutate, adică de a alege o formulă care să descrie rezultatele experimentului.

Pentru prelucrarea în sistemul 2D, variabila y corespunde fie sarcinii la rupere, fie alungirii, iar variabila x corespunde desimii, iar în cazul prelucrării în sistemul 3D au fost realizate cuplaje între sarcina și alungirea la rupere cu desimea liniei de asamblare. De fapt, reprezentările ulterioare confirmă acest lucru. Se face precizarea că rezultatele măsurătorilor supuse prelucrării matematice nu conțin erori grosolane, deoarece acestea au fost depistate și eliminate, întrucât proveneau ca urmare a neatenției în transcrierea rezultatelor experimentale.

Deși se cunoaște că, în mod normal, pentru a construi o dreaptă, este suficient să fie cunoscute cu exactitate două puncte de pe ea, în prezența unei erori sau a unui „zgomet” mai mult sau mai puțin semnificativ, pentru același scop sunt necesare zeci de puncte, așa cum rezultă atât din Tabelul 2, cât și din reprezentările grafice ulterioare. Reprezentările grafice sunt însoțite de expresia analitică a interdependenței, cât și de coeficientul de corelație. Acest lucru rezultă atât din reprezentările 2D, program Excel, cât și din reprezentările 3D. Limitele valorilor pentru sarcina și alungirea la rupere permit standardizarea acestor valori, în funcție de particularitățile materialelor, finețea aței și finețea acelor. Modelul dezvoltat în lucrare reprezintă orientări în acest sens și creează premisele extinderii cercetării.

În multe cazuri este necesară stabilirea unor corelații statistice între două sau trei mărimi determinate experimental. Aceste corelații se determină prin prelucrarea statistică a unui volum mare de măsurători, metodele clasice de calcul presupunând, așa cum s-a precizat, un volum de muncă considerabil.

Reprezentarea diagramelor 3D s-a realizat cu

were illustrated with the help of *TableCurve 3D v2*, from *Jandel Scientific Software*. Data can be introduced directly in the *TableCurve 3D editor* window or it can be imported from software like *Excel*, *Quattro Pro Windows* or *Lotus Windows*.

The results of the experimental research are shown in Table 2 and are the basis of the mathematical modelling of interdependence and respecting a procedure. Regarding the variation of load and elongation at break along with the stitch density, as illustrated in Figures 3 and 4, the growth of these parameters is remarked, the graphics also showing the way in which the leather thickness influence this analytical trend.

The paper proposes to determine some optimization elements for the assembling process that consists in finding the variant in which durability characteristics of the assembling line are close to the ones of materials.

Under these conditions, in order to highlight the optimal variant, thus the best stitch density for each variant, bar charts for the load and elongation at break are obtained, the reference sample being included as well, Figures 5 and 6.

In the bar chart illustrated in Figure 5, the variation of the load at break for the three variants of natural leather, in correspondence to the stitch density of the assembling line are presented through comparison, and the values for the reference sample correspond to a stitch density of 5 stitches /cm. This stitch density does not create problems regarding the elongation (Figure 6), with the exception of sheep leather that has a greater flexibility, the greater value for elongation being thus justified.

In this case as well, the elongation of the reference sample corresponds to stitch density of 5 stitches/cm.

These bar charts are analyzed in correspondence to the graphical representation of the mathematical models from Figures 3 a, b, c and 4 a, b, c, where besides the certified mathematical model, the correlation coefficient is presented as well, which exceeds the value of 0.9. For example, for the pig leathers the relationship between the load at break and the stitch density is:

aplicația *TableCurve 3D v2*, proiectată de firma *Jandel Scientific Software*. Datele pot fi introduse direct în fereastra *TableCurve 3D editor* sau pot fi importate din programe de calcule tabelare cum ar fi *Excel*, *Quattro Pro Windows* sau *Lotus Windows*.

Rezultatele cercetărilor experimentale centralizate în Tabelul 2 au stat la baza estimării modelelor matematice de interdependență și a aplicării unei anumite proceduri care să exprime cât mai fidel veridicitatea acestora. În ceea ce privește variația sarcinii și alungirii la rupere cu desimea, așa cum rezultă și din Figurile 3 și 4, se remarcă creșterea acestor parametri, iar din grafice rezultă și modul în care grosimea pieilor influențează această tendință.

Lucrarea are drept scop și introducerea unor elemente de optimizare a procesului de asamblare, care constă în găsirea variantei unde anumite caracteristici de durabilitate ale liniei de asamblare trebuie să fie foarte apropiate de cele ale materialelor.

În aceste condiții, pentru a evidenția varianta optimă, mai precis desimea optimă de asamblare, pentru fiecare variantă s-au întocmit histogramele forței și alungirii la rupere, unde este inclusă și varianta etalon. Aceste histograme sunt reprezentate în Figurile 5 și 6.

Analizând histograma din Figura 5, unde se prezintă prin comparație variația sarcinii la rupere pentru cele trei variante de piei naturale, corespunzător desimii liniei de asamblare, se constată că sunt valori foarte apropiate pentru acestea, iar valorile pentru etalon se încadrează în limitele specifice desimii de 5 pași/cm, ceea ce corespunde la un număr de 6 împunsături/cm. Această desime de străpungere nu creează probleme nici în ceea ce privește alungirea (Figura 6), cu excepția pieilor de ovine care au o mai mare flexibilitate, justificându-se astfel alungirea mai mare, în limite normale, comparativ cu celelalte variante.

Și în acest caz, alungirea pentru etalon corespunde variantelor pentru desimi de 5 pași/cm și numărului de 6 împunsături/cm.

Aceste histograme se analizează în concordanță cu reprezentarea grafică a modelelor matematice din Figurile 3 a, b, c și 4 a, b, c, unde, în afară de modelul matematic verificabil, se prezintă și coeficientul de corelație care depășește valoarea de 0,9. În cazul pieilor de porcine de exemplu, relația dintre sarcina la rupere și desime este de forma:

$$y = 61,393 x + 56,375 \quad (2)$$

Through substituting the mean value of y (load at break) and x (stitch density), equality is obtained between the two members of the equation (Figure 3a).

In Figures 7, 8 and 9, the surfaces generated as a result of the correlation between the load at break with the stitch density, when maintaining the elongation within the limits mentioned in Table 2 can be observed. This is valid for all the variants, that is, for the three natural leather types. In all the cases a slight decrease of the load at break can be noticed when the stitch density goes beyond the value of 6 stitches/cm for the Nm 65/3 thread, which is true for each variant. This is caused by the fact that by increasing the stitch density, the needle breaks causing damage on the assembling line. As the stitch density influences both the load and elongation at break, on the basis of the experimental data gathered in Table 2, 3D modelling has been adopted.

The mathematical models from the graphics are verifiable and the correlation coefficients with values beyond 0.9 testify the research reliability. Optimizing the stitch density, an important quality parameter corresponds to the situation when the durability indicators, presentation value and comfort have limits very close to the "reference" variant. The mathematical values verified and illustrated together with the Fischer test and the correlation coefficient the symbols have the following meaning:

- z – stitch density (stitches/cm);
- x – maximum force at break (N);
- y – elongation at break (%).

For example, the mathematical modelling for the sheep leather looks like this:

$$z = a + b/x + c/y \quad (3)$$

Considering the fact that $a = 11.157$, $b = 2341.39$ and $c = -568.9$ and changing the mean values for z , x and y , the identity between the two members is

Prin înlocuirea valorilor medii pentru y (sarcina la rupere) și x (desimea liniei de asamblare), se obține egalitate între cei doi membri ai ecuației (Figura 3a).

În Figurile 7, 8 și 9, pot fi urmărite suprafețele generate în urma corelării sarcinii la rupere cu desimea, în condițiile menținerii alungirii în limitele înscrise în Tabelul 2. Acest lucru este valabil pentru toate variantele, adică pentru toate cele trei tipuri de piei naturale. În toate cazurile, corespunzător aței cu finețea Nm 65/3, se observă tendința de scădere ușoară a sarcinii la rupere la creșterea desimii pentru valoarea de peste 6 pași/cm, lucru valabil, de altfel, pentru oricare variantă. Acest lucru se datorează faptului că, prin creșterea desimii, spargerile la ac cauzează distrugerii pe linia de asamblare. În baza precizărilor de mai sus, ținând seamă că desimea liniei de asamblare condiționează atât sarcina, cât și alungirea la rupere, dispunându-se de bază de date experimentale centralizate în Tabelul 2, corespunzător fundamentărilor teoretice prezentate anterior, s-a recurs la modelarea în sistemul 3D și în acest sens reprezentările din Figurile 7, 8 și 9 sunt concludente.

Modelele matematice înscrise în grafice sunt verificabile, iar coeficienții de corelație cu valori de peste 0,9 atestă veridicitatea cercetării. Optimizarea desimii liniei de asamblare, parametru important de calitate, corespunde situației când indicatorii de durabilitate, valoare de prezentare și confort au limite foarte apropiate față de varianta „etalon”. În modelele matematice verificate și afișate, împreună cu testul Fischer și coeficientul de corelație, semnificația notațiilor este următoarea:

- z – desimea cusăturii (pași/cm);
- x – sarcina la rupere (N);
- y – alungirea la rupere (%).

De exemplu, în cazul pieilor de ovine, modelul matematic este de forma:

Ținând seamă că $a = 11,157$, $b = 2341,39$ și $c = -568,9$, prin înlocuirea valorilor medii pentru z , x și y se obține identitate între cei doi termeni (Figura 8).

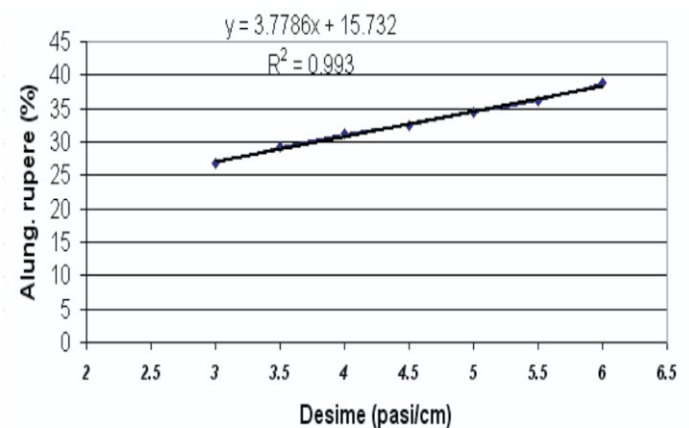
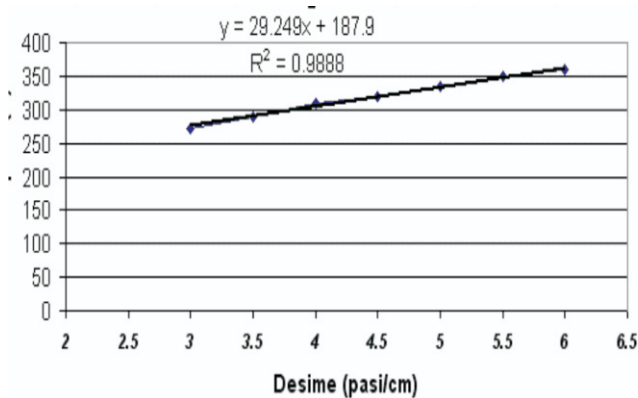
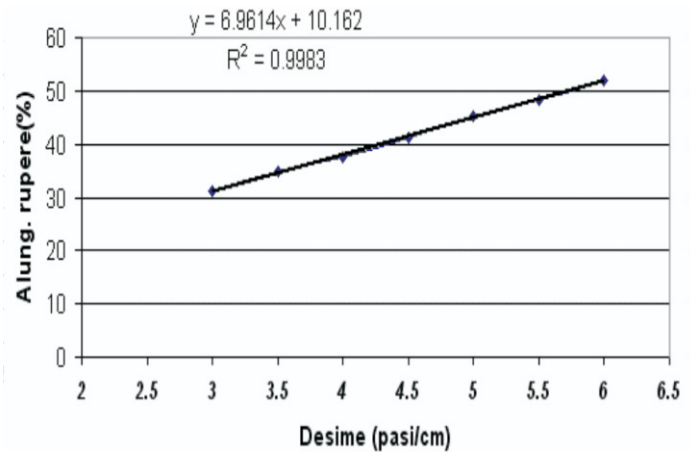
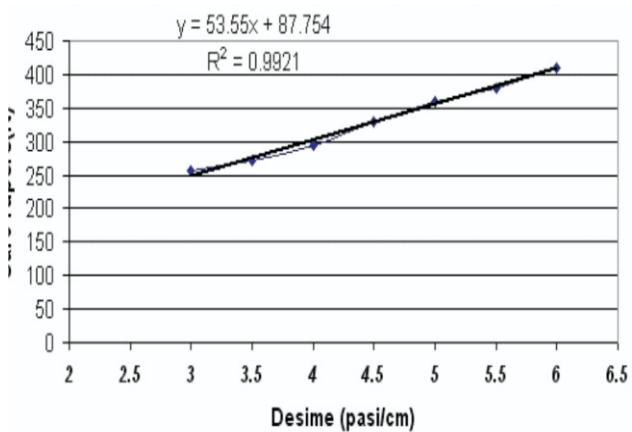
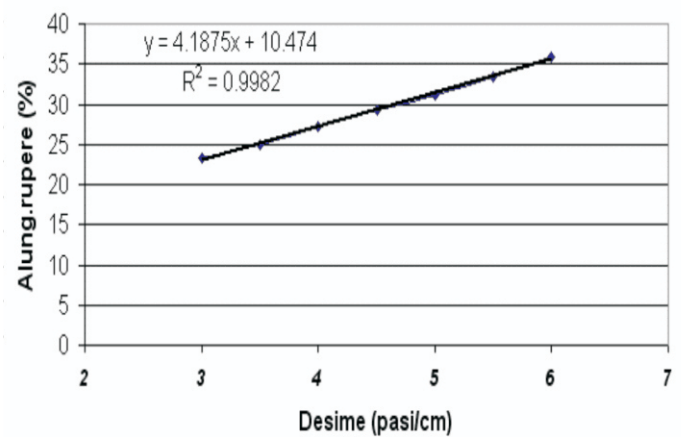
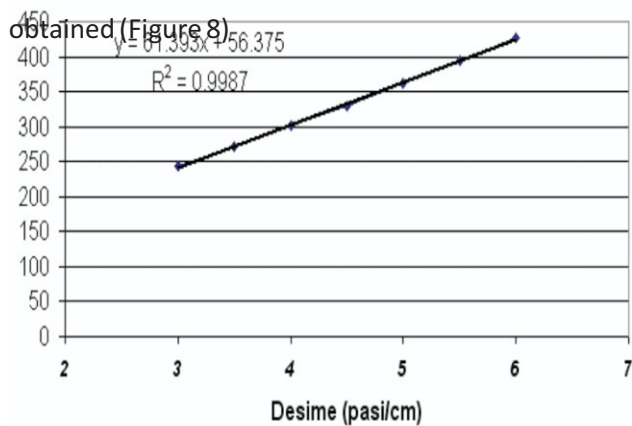


Figure 3. Relationship between the load at break and the stitch density (a-pig leather, b-sheep leather, c-calf)

Figura 3. Graficul relației dintre sarcina la rupere și desime (a-porcine, b-ovine, c-vițel)

Figure 4. Relationship between the elongation at break and the stitch density (a-pig leather, b-sheep leather, c-calf)

Figura 4. Graficul relației dintre alungirea la rupere și desime (a-porcine, b-ovine, c-vițel)

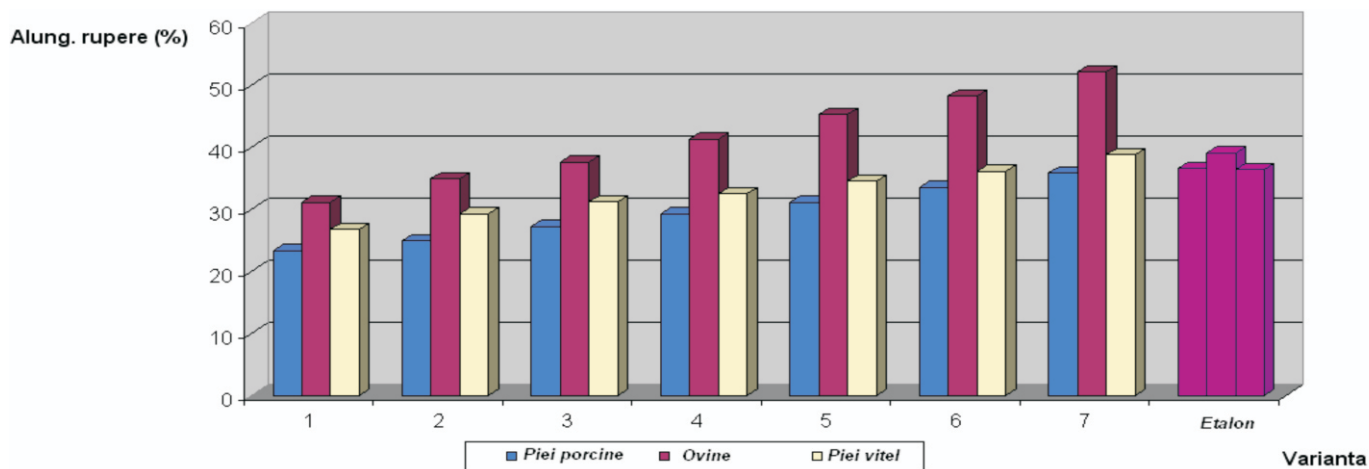


Figure 5. Bar chart of the load at break
Figura 5. Histograma sarcinii la rupere

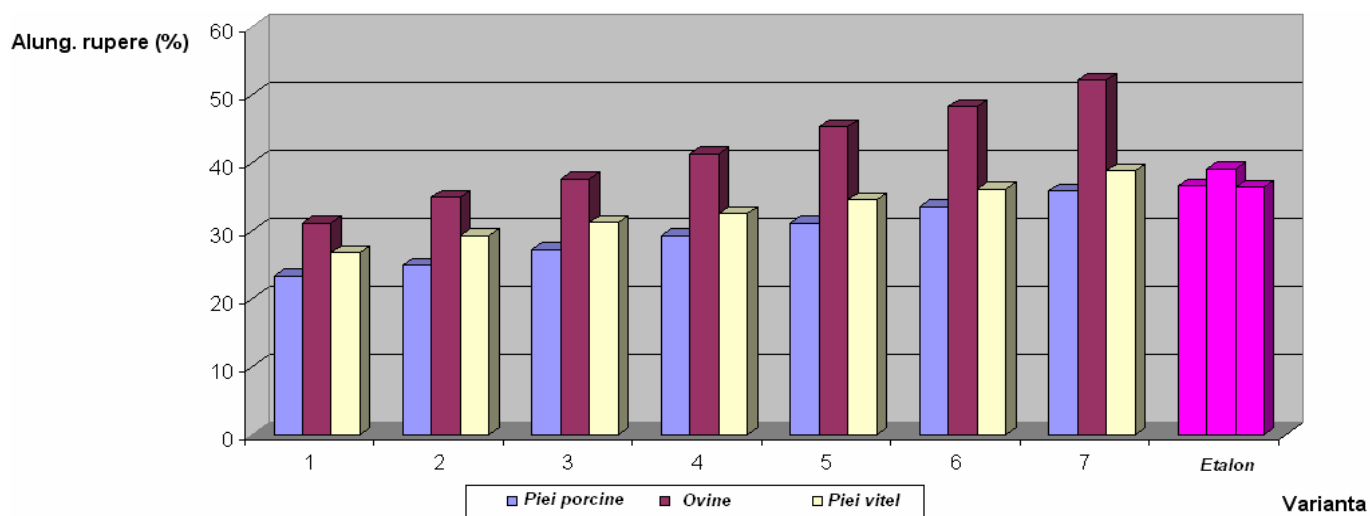


Figure 6. Bar chart of the elongation at break
Figura 6. Histograma alungirii la rupere

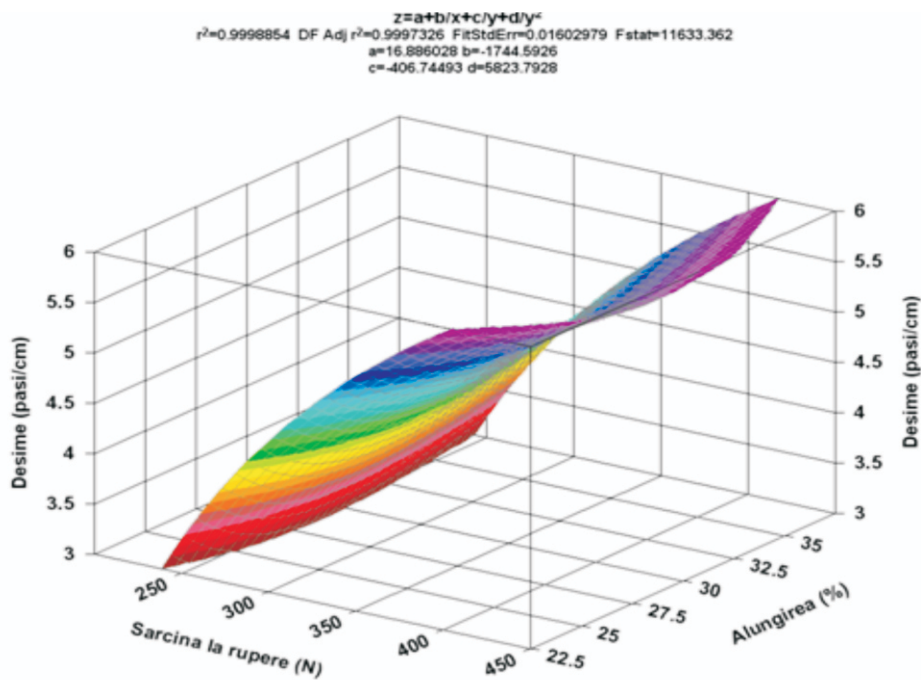


Figure 7. Relationship between the density of stitch, the load and elongation at break (pig leather)

Figura 7. Relația dintre desimea liniei de asamblare, sarcina și alungirea la rupere (porcine)

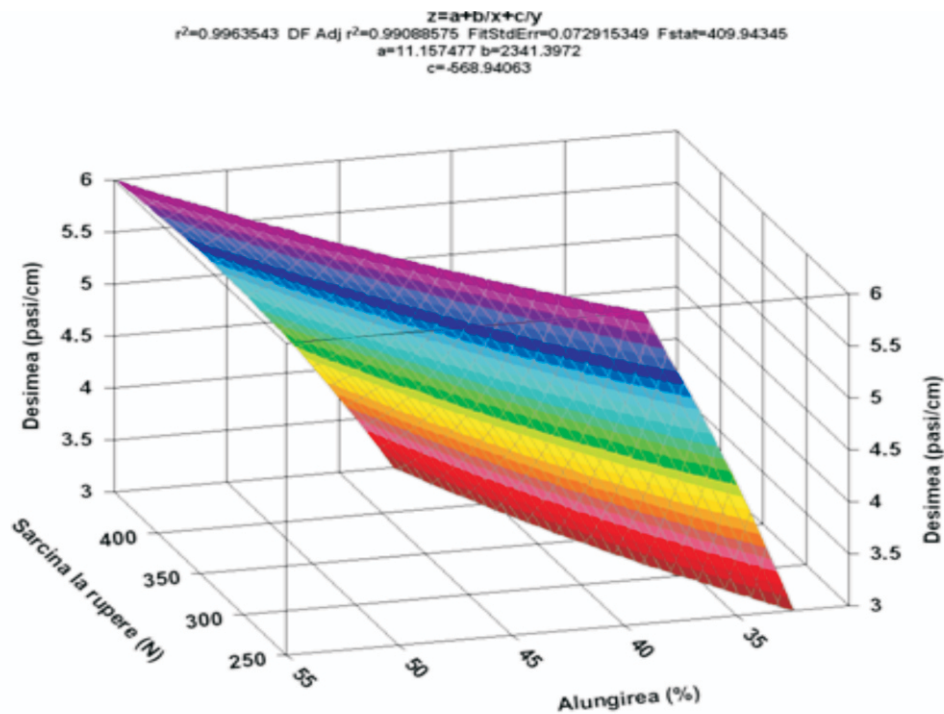


Figure 8. Relationship between the density of stitch, the load and elongation at break (sheep leather)

Figura 8. Relația dintre desimea liniei de asamblare, sarcina și alungirea la rupere (ovine)

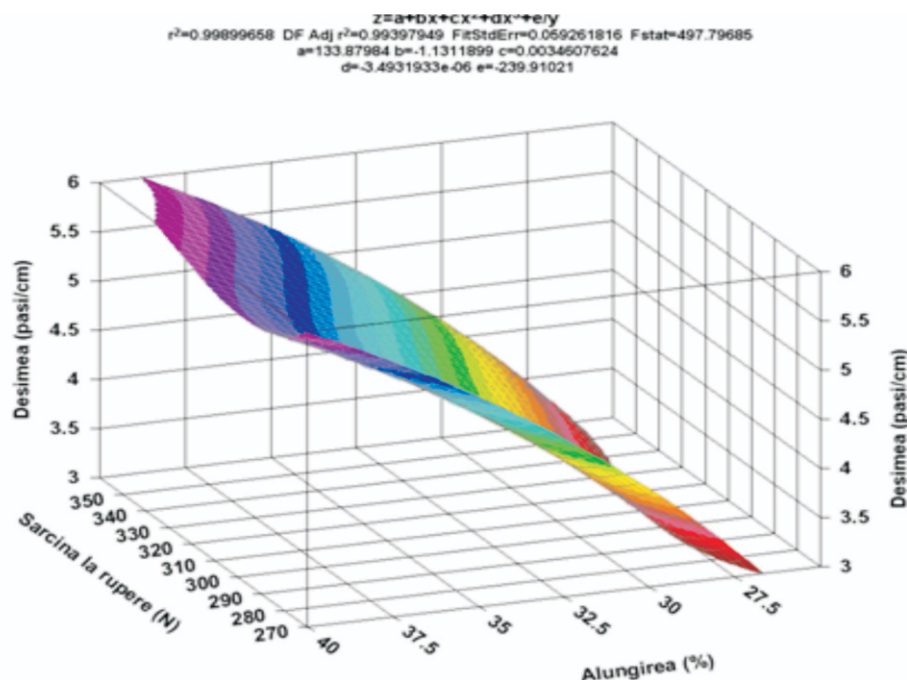


Figure 9. Relationship between the stitch density, the load and elongation at break (calf leather)

Figura 9. Relația dintre desimea liniei de asamblare, sarcina și alungirea la rupere (vițel)

CONCLUSIONS

Considering the theoretical and experimental research, the following conclusions can be mentioned:

- The seam strength, regardless of the materials that are assembled, is dependent, to a large extent, on the load at break of the thread, the stitch density, as well as the needle fineness and the needle's point section, especially in the case of flexible materials, such as the natural leather and leather substitutes;

- It is very important, as it results from the paper and dealing with flexible materials, to correlate the shape of the needle's section shape with the material's thickness, and the punching must be done perpendicularly on the sewing direction;

- In the case of type S needles, the punching is done along the sewing line leading to a higher length of punching the material and thus the tensile strength and elongation at break decrease as shown in Figure 2. With view to this aspect, type P needles, as well as lenticular needles present an advantage, aspect illustrated in the present paper;

- Mathematical models established can be essential to optimizing the process of sewing and can be adapted

CONCLUZII

În baza cercetărilor teoretice și experimentale efectuate, pot fi conturate următoarele concluzii și orientări:

- Rezistența îmbinărilor prin coasere, indiferent de materialele care se assemblează, depinde în mare măsură de valoarea sarcinii la rupere a aței de cusut, de desimea cusăturii precum și de finețea și forma secțiunii acelor, mai ales în cazul materialelor flexibile, cum sunt pieile și înlocuitorii;

- Este foarte important, așa cum rezultă și din cuprinsul lucrării și fiind vorba de materiale flexibile, să se coreleze forma secțiunii acului cu grosimea materialului, iar perforarea să se facă perpendicular pe direcția liniei de asamblare;

- Acele de tip P prezintă acest avantaj, comparativ cu acele de tip S, unde străpungerea se face de-a lungul liniei de asamblare, ceea ce duce la o lungime mult mai mare de perforare a materialului și la scăderea rezistenței și alungirii la rupere. Reprezentarea din Figura 2 este destul de concludentă în acest sens. Cercetările experimentale din prezenta lucrare au demonstrat că și acele de tip lenticular prezintă același avantaj ca și acele de tip P;

- Modelele matematice stabilite pot sta la baza optimizării procesului de coasere și pot fi adaptate și altor

for other research variants where, according to the material and its destination, the stitch density and the thread fineness can be verified.

- All the threads in an assembly that have the fineness correlated both with the needle's number and fineness and with the material characteristics, can be used; therefore it is important to highlight the associated interdependencies through graphics and analytical models. The assembly strength grows along with the thread fineness decrease;

- Taking into account the large amount of experimental values, graphics and interdependence models are imposed for testing and furthermore the adequate model is accepted;

- As the paper illustrates, a simple model in 2D and complex models in 3D system have been done. In all situations, it can be noticed that sewing with a thread of Nm 65/3 fineness made of PES 100%, leads to higher values both for the load and elongation at break of the sewing line;

- A correlation between the leather's thickness, the fibrous composition of the sewing thread is recommended, as well as a scientific correlation of the thread fineness with the needle's fineness that has to possess fineness related to the particularities of the tested leathers;

- The present case recommends the use of needles with a fineness of 90, needle's point section lenticular and thread Nm 65/3 when assembling materials for leather goods manufacturing (articles of clothing, bags etc.).

- The bar charts distinguish the reference samples for a density of stitch of 5 stitches/cm, value that fits all the variants, aspect that constitutes an important element of optimization..

variante de cercetare, în condițiile în care, în funcție de material și destinația sa, desimea cusăturii și finețea firelor utilizate după asamblare pot fi verificate;

- Toate firele folosite la asamblare, ce au fineți corelate atât cu numărul sau finețea acelor cât și cu caracteristicile materialelor, pot fi folosite pentru asamblarea acestora; prin urmare, este important să se evidențieze în grafice și prin modele analitice interdependențele aferente. Astfel, crește în limite admise rezistența îmbinării odată cu scăderea fineții firelor;

- Fiind vorba de un volum mare de valori experimentale, se impune concentrarea acestuia în grafice și modele de interdependență care pot fi testate pe măsura extinderii acestuia și acceptării modelului adecvat;

- După cum rezultă și din cuprinsul lucrării, s-a testat atât un model simplu, în sistemul 2D, cât și modele complexe prin prelucrarea în sistemul 3D. Se remarcă în toate situațiile faptul că asamblarea cu ață cu finețea de 65/3 din PES 100% conduce la valori mai mari, atât pentru sarcina, cât și pentru alungirea la rupere a liniei de asamblare;

- Se recomandă totuși realizarea pentru asamblare a corelației dintre grosimea pieilor, compoziția fibroasă a aței de cusut și, de asemenea, o corelare științifică a fineței aței cu cea a acelor, care, la rândul lor, trebuie să aibă o finețe adecvată particularităților pieilor testate;

- În cazul de față, se recomandă ca asamblarea materialelor destinate confecționării produselor din piele naturală (haine, jachete, marochinărie etc.) să se efectueze cu ace de finețe 90, cu secțiunea vârfului lenticulară și ață cu Nm 65/3. Modul de calcul a fost prezentat și justificat în cuprinsul lucrării;

- Reprezentările din histograme scot în evidență faptul că valorile pentru etalon se încadrează, pentru toate variantele, în limitele specifice desimii de 5 pași/cm, ceea ce corespunde la un număr de 6 împunsături/cm. Acest lucru este valabil pentru toate variantele și constituie un element important de optimizare.

REFERENCES

1. Mitu, S., Pintilie, E., Mitu, M., Textile Clothing Technology Fundamentals, Guidelines for Practical Works (in Romanian), **2003**, Performantica Publishing House, Iași, 363-372.
2. Cociu, V., Malureanu, G., Leather and Leather Substitute Product Technology Fundamentals (in Romanian), **1993**, Rotaprint I.P. Publishing House, Iași,
3. Harnagea, F., Technology of Leather Articles (in Romanian), **2002**, Performantica Publishing House, Iași, 152, 166-167.
4. Mitu, S., Matenciuc, C.C., Modifying Comfort Parameters Using Natural Leather in Clothing Items (in Romanian), **2009**, *Textile Industry*, 1, 26-33.
5. Harnagea, F., The Influence of the Needle on the Seam Strength in Footwear Manufacturing, **2007**, Technical University of Moldova Publishing House, 1, 484-487.