

Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iasi

**Contract de cercetare exploratorie**

***PN II ID\_589, nr. 376/2007***

***Tricoturi cu structuri inovative caracterizate prin dispunerea  
3D a ochiurilor, generată de starea specifică de tensiune***

**- Faza 2/2008 -**

Colectiv:

S.I. dr. ing. Luminita Ciobanu

Prof. Dr. ing. Constanta Comandar

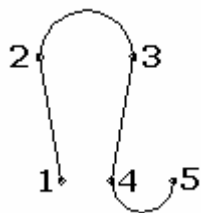
Conf. Dr. ing. Mioara Cretu

Drd. Ing. Ancuta Tulbure

# I. Cercetări fundamentale privind geometria ochiurilor de tricot din batătură

## 1. Descrierea și reprezentarea 3D a diferitelor tipuri de ochiuri

**Ochiul de tricot** reprezintă elementul constituent al structurii tricotelor. Un ochi de tricot în batătură este alcătuit din următoarele elemente (figura 1):



1-2 și 3-4 = flancuri  
2-3 = bucla de ac  
4-5 = bucla de platină

Figura 1. Ochiul de tricot din batătură – elemente constituente

Practic, ochiul este o buclă care se leagă de o buclă produsă de același ac în ciclul anterior de tricotare. Ochiurile se dispun pe direcție orizontală (direcția de tricotare, în cazul tricotelor din batătură) și pe direcție verticală, formând rânduri, respectiv șiruri de ochiuri.

Funcție de poziția relativă din punctele de legare (de contact) a firelor formând două ochiuri succesive pe direcția șirului, ochiurile sunt considerate:

- Cu **aspect față**, dacă flancurile sunt în prim plan în raport cu bucla de ac și bucla de platină (figura 2.a)
- Cu **aspect spate**, dacă bucla de ac și bucla de platină sunt în prim plan în raport cu flancurile (figura 2.b)

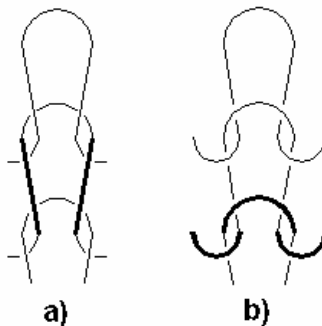


Figura 2. Ochiuri cu aspect față și spate

Din punct de vedere tehnologic, ochiurile sunt produse pe ace, care pot fi plasate în una sau două fonturi. Acele fonturii față produc ochiuri cu aspect față, în timp ce acele fonturii spate produc ochiuri cu aspect spate. Poziția relativă a acelor din cele două

fonturi – intercalate sau unul în dreptul celuilalt - influențează poziția relativă a ochiurilor cu aspect față și spate.

Ochiurile de tricot se clasifică în baza tipurilor de legături specifice tricoturilor din bătătură. Modul particular de evoluție a firelor în cadrul unei legături determină particularități de dispunere a elementelor constitutive a ochiului.

Fiecare tip de ochi prezintă o dispunere specifică a unuia dintre elementele sale constitutive. Din acest punct de vedere există:

- **Ochi glat** – legătura glat se obține lucrând pe o singură fontură; ochiurile se dispun într-un singur plan); acest tip de ochi se caracterizează prin **dispunerea buclei de platină într-un plan paralel cu cel al corpului ochiului** (determinată de formarea ochiurilor pe aceeași fontură) – figura 3;
- **Ochi patent** – legătura patent se obține lucrând pe ambele fonturi, conform unui anumit raport; ochiurile sunt dispuse în planul față (generat de acele din fontura față) și planul spate (generat de acele din fontura spate); acest tip de ochi se caracterizează prin **dispunerea buclei de platină într-un plan care face un anumit unghi cu planul ochiurilor față și planul ochiurilor spate** (determinată de formarea ochiurilor alternativ pe cele două fonturi) – figura 4;
- **Ochi lincs** – legăturile lincs se obțin lucrând alternativ pe fontura față și spate; acest tip de ochi se caracterizează prin **dispunerea înclinată a flancurilor ochiurilor**, între planul ochiurilor față și planul ochiurilor spate (determinată de formarea ochiului pe o fontură și transferul acestuia pe fontura opusă) – figura 5.

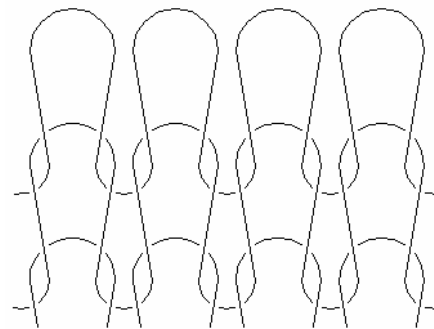


Figura 3. Ochi glat – formarea ochiurilor pe mașină și reprezentare structurală 2D

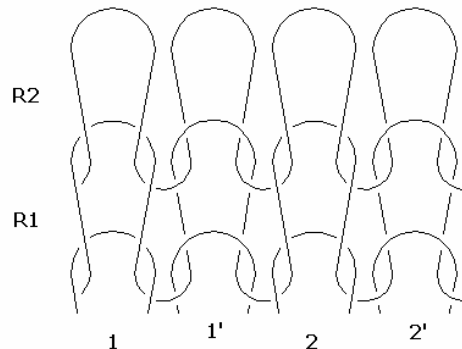


Figura 4. Ochi patent – formarea ochiurilor pe mașină și reprezentare structurală 2D

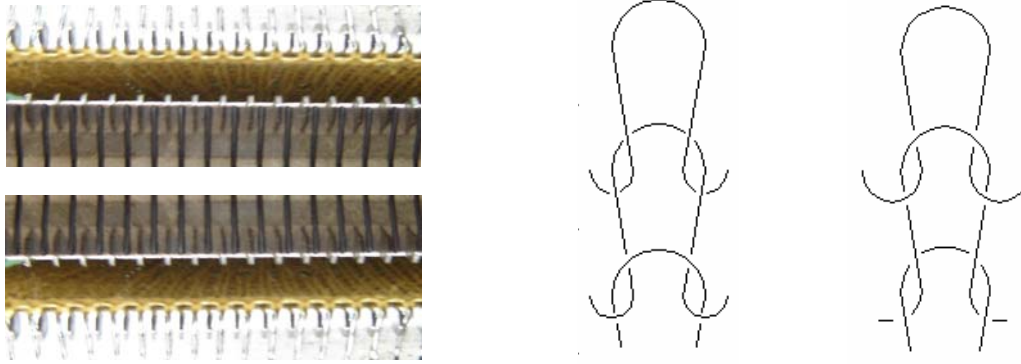


Figura 5. Ochi linc – formarea ochiurilor pe mașină și reprezentare structurală 2D

Reprezentarea structurală a tricoturilor poate fi:

- Reală – se prezintă evoluția reală a firelor în structură; deși este cel mai complet mod de reprezentare, este dificil, consumator de timp, mai ales în cazul structurilor complexe
- Teoretică – reprezentările teoretice pornesc de la ipoteze simplificatoare privind geometria firelor în structură – firul este reprezentat printr-o simplă linie, neglijându-se diametrul firelor; ochiurile se dispun conform unor forme geometrice de tip segment de dreaptă (flancuri) și semicercuri (bucle de ac și de platină); se neglijează dispunerea suprapusă a ochiurilor patent, etc.

Această abordare bidimensională a geometriei ochiurilor de tricot este simplificatoare și se bazează pe ipoteza unei dispuneri plane nu numai a corpului ochiului, dar și a structurii acestuia în ansamblu. În reprezentarea structurală 2D, poziția relativă a firelor din ochiurile succesive în punctele de legare se definește prin întreruperea firului aflat în plan secund. Ea neglijează dispunerea reală a ochiurilor de tricot în structură, sugerând o dispunere plană, care în realitate nu există nici măcar în cazul ochiurilor glat.

O reprezentare reală este necesară pentru a putea crea modele care să respecte geometria tridimensională a ochiurilor de tricot și care să fie folosite ulterior în modelarea și simularea formei și aspectului tricoturilor sau a comportării acestora la diferite solicitări. Utilizarea unei reprezentări spațiale a ochiurilor trebuie să țină cont de specificitatea dispunerii elementelor constitutive, așa cum a fost precizată mai sus pentru fiecare tip de legătură de bază.

### 1.1. Definirea geometriei 3D a ochiurilor

În cele ce urmează se va caracteriza dispunerea ochiurilor în tricot specifică celor trei legături de bază, necesară definirii modelelor 3D.

În cazul legăturii **glat**, ochiurile se formează pe o singură fontură și în consecință sunt considerate a se dispune în același plan. Ochiurile își păstrează aspectul pe ambele direcții (direcția rândurilor și a șirurilor). Ochiul glat este cel mai simplu ochi de tricot și este caracterizat de lungimea cea mai redusă.

Geometria dispunerii firului în ochi este prezentată în figura 6, unde se evidențiază următorul aspect, comun tuturor tipurilor de ochiuri: în realitate, firul din corpul ochiului de tricot se dispune după curbă spațială, pentru care variază valoarea pe axa Oz; reprezentarea 2D este practic proiecția acestei curbe în planul xy.

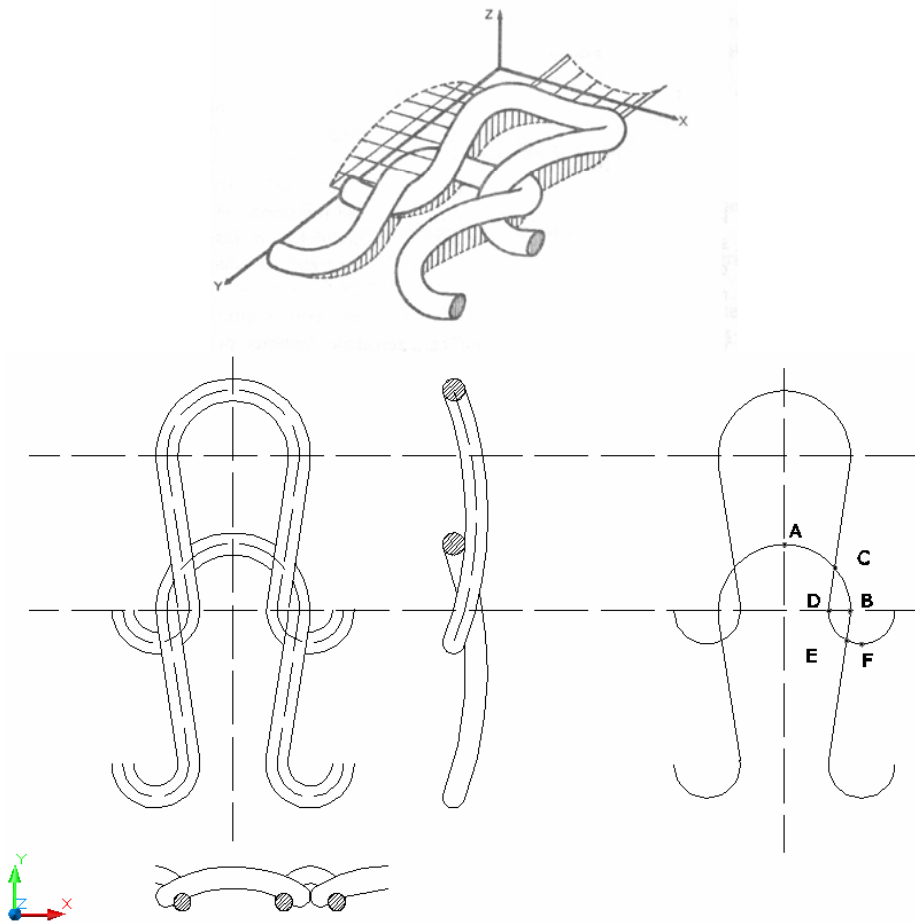


Figura 6. Dispunerea 3D a ochiului glat

Legătura **patent** este caracterizată de formarea ochiurilor pe două fonturi, ceea ce generează o dispunere a ochiurilor față și spate în două planuri paralele, cu bucla de platină într-un plan dispus sub un anumit unghi și care tinde să devină perpendicular în raport cu cele planul ochiurilor față și spate. Astfel, la geometria 3D a corpului ochiului descrisă anterior se adaugă și plasarea ochiurilor cu aspect diferit la două nivele în raport cu axa Oz.

Distanța dintre planul ochiurilor față și planul ochiurilor spate determină lungimea buclei de platină a ochiurilor și grosimea tricotului. Figura 7 prezintă dispunerea ochiurilor cu aspect față și aspect spate în planuri diferite și poziția specifică a buclei de platină.

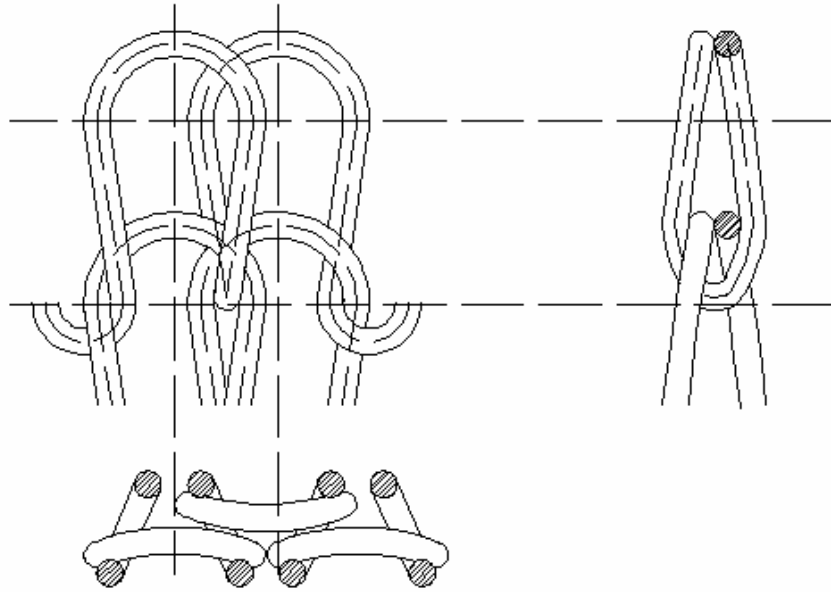


Figura 7. Dispunerea ochiurilor patent

Trebuie precizat că în cazul legăturilor patent de alte rapoarte decât 1x1, în cuprinsul raportului evoluției se întâlnesc și ochiuri de tip glat.

În cazul legăturii **lincs**, succesiunea de rânduri cu aspect față și spate implică transferul ochiurilor după încheierea ciclului, pe fontura opusă. Deoarece se lucrează pe două fonturi, ochiurile se vor dispune în două planuri.

Transferul face ca baza ochiului să se plaseze într-un plan, iar partea superioară în celălalt plan. În consecință, flancurile ochiurilor se dispun sub un anumit unghi în raport cu cele două planuri, așa cum rezultă din figura 8. Înclinarea în sensuri opuse a flancurilor ochiurilor cu aspect față și spate duce la apropierea buclelor de ac ale ochiurilor cu aspect spate și acoperirea ochiurilor cu aspect față.

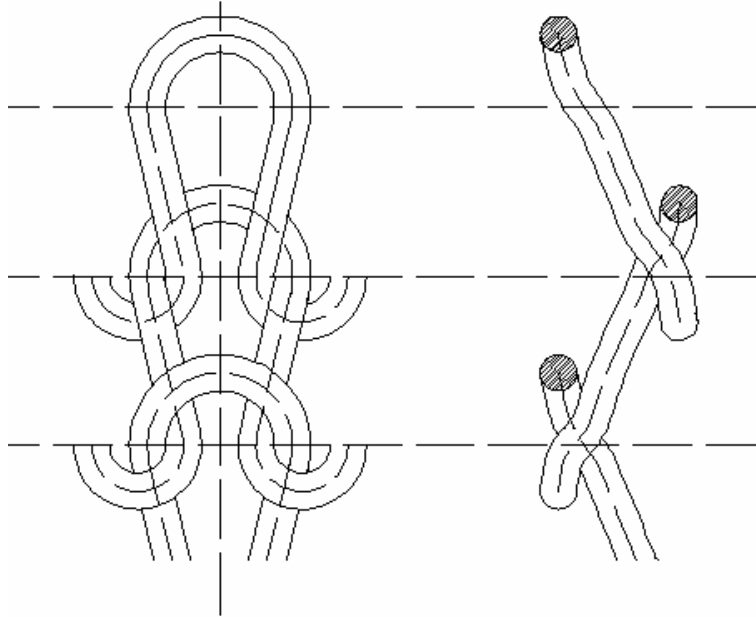


Figura 8. Dispunerea ochiurilor lincs

Și în cazul legăturii lincs, alte rapoarte decât 1x1 includ și rânduri de ochiuri glăt.

## 1.2. Reprezentarea 3D a ochiurilor de tricot

În general, modelele 3D pot fi clasificate în:

- modele orientate pe muchii (wireframe)
- modele orientate pe suprafețe (surface models)
- modele orientate pe volume (solid models)

Din punct de vedere al acurateții geometriei modelelor, cele mai precise sunt **modelele solide**. Ele pornesc de la forme geometrice 3D elementare (cilindri, prisme, conuri, etc) sau forme geometrice 2D elementare care ulterior sunt folosite pentru a genera suprafețe 3D prin rotație, extrudare, etc. Modelele cu un grad sporit de complexitate necesită însă forme primitive create conform cerințelor. Prin prelucrarea ulterioară a primitivelor complexe 1D sau 2D se pot genera suprafețe 3D, respectiv volume. Cea mai simplă metodă este atribuirea de grosime formelor plane.

Cel mai utilizat mod de definire a unor entități sintetice este **funcția spline cubică**. Avatajele folosirii curbilor spline se referă la precizia reprezentării punctelor de pe curbă, prin care se evită riscul apariției oscilațiilor între punctele de trecere. Totodată, o curbă spline poate fi definită în plan sau în spațiu.

Modelarea 3D a geometriei ochiurilor se bazează pe modelele geometrice, care definesc dispunerea firelor în ochiul de tricot în stare relaxată, considerând că elementele constituente ale ochiurile de tricot au forme geometrice determinate - segmente de dreaptă și curbe.

Modelarea presupune următoarele etape:

1. analiza preliminară a sistemului sursă (ochiul de tricot) și definirea parametrilor relevanți și a legăturilor dintre ei
2. stabilirea structurii modelului

3. stabilirea parametrilor definatorii modelului.

### 1.3. Generarea unui model 3D a unui ochi de tricot

S-au realizat 2 proiecții bidimensionale a ochiului de tricot, după care s-a realizat planimetrarea curbelor 2D. Proiecțiile bidimensionale sunt ilustrate în figura 9.

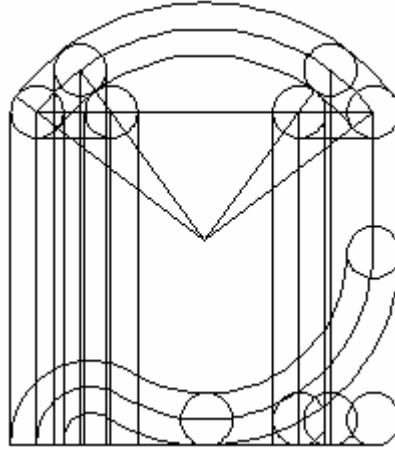


Figura 9. Proiecțiile bidimensionale ale unui ochi

S-a folosit modelarea tridimensională volumică a ochiului de tricot bazată pe baleerea spațială (o secțiune plimbată prin spațiu după o curbă tridimensională - un cerc reprezentând diametrul firului). Figura 10 ilustrează curba tridimensională pe care s-a aplicat baleerea.

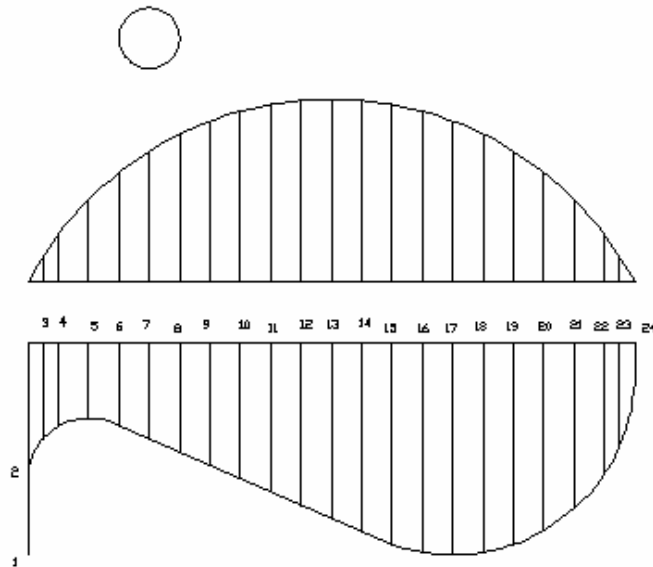


Figura 10. Curbele care au fost planimetrare



Generarea curbei tridimensionale a fost realizată prin planimetri, obținând coordonatele carteziene X Y Z a unor puncte situate pe curba în cele 24 de intervale stabilite anterior. Modul de definire a coordonatelor carteziene este ilustrat în figura 11.

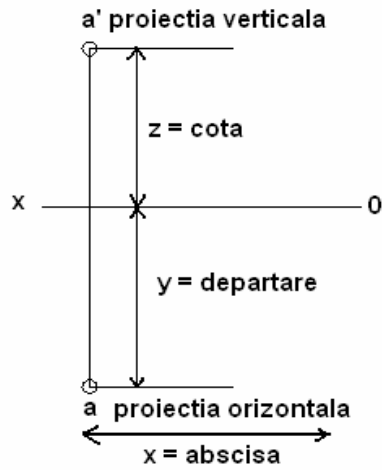


Figura 11. Valorile punctelor citite pe cele 3 axe (X, Y, Z)

Generarea curbei tridimensionale a fost realizată prin intermediul unui fișier script (care a permis generarea automată). S-a obținut jumătate din ochiul de tricot apoi prin comanda mirror și o operație baleeană de reuniune (union) s-a creat ochiul de tricot. Figura 12 exemplifică jumătatea de ochi obținută prin planimetrare, în timp ce figura 13 prezintă aspectul ochiurilor de tricot obținute.

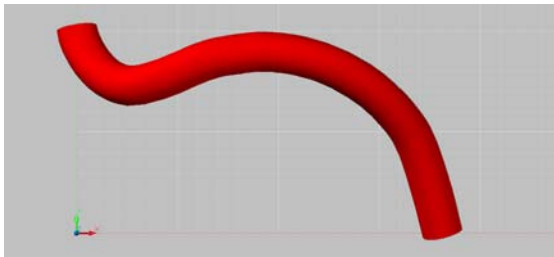


Figura 12. Aspectul modelului rezultat după planimetrare

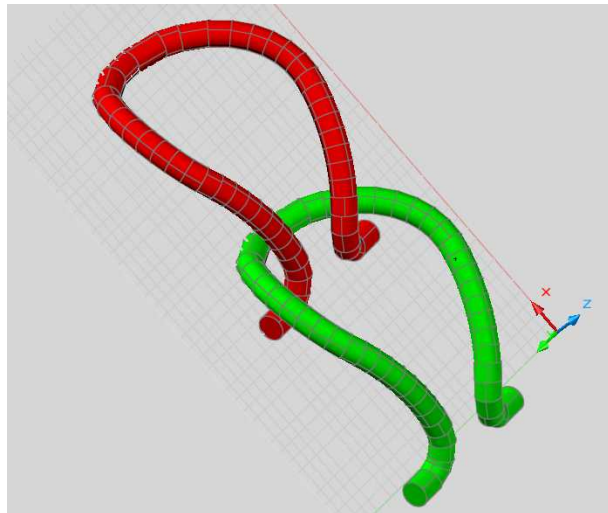


Figura 13. Aspectul modelului final

## 1.2. Definirea ipotezelor de calcul pentru secțiunea transversală a firului

Toate modelele de calcul a lungimii de fir din ochi se bazează pe dimensiunile ochiului (pas și înălțime) și pe diametrul firului folosit. Există autori care exprimă lungimea de fir din ochi exclusiv funcție de diametrul firului. Nu numai atât, dar și valoarea desimii pe orizontală și implicit a pasului ochiurilor depinde în principal de corelația finețe fir-finețe utilaj.

Din acest motiv este importantă definirea corectă a formei secțiunii transversale a firelor din ochiul de tricot și a dimensiunii acesteia.

Industria tricotajelor prelucrează în prezent o mare varietate de fire, pure sau în amestec. Gama de fire prelucrate se mărește constant, incluzând fire clasice, fire de efect și fire compozite, fire naturale, sintetice sau în amestec. Datorită modului specific de obținere firele sintetice au secțiune transversală controlabilă. Problema stabilirii formei și dimensiunilor secțiunii transversale se pune în principal în cazul firelor filate.

Indiferent de natura și tehnologia lor de obținere, pentru realizarea tricoturilor din bătătură se folosesc următoarele tipuri de fire filate:

- **Fire simple**, filate clasic, OE-rotor sau utilizând alte tehnologii – astfel de fire, caracterizate de o finețe mai mare se folosesc pe mașini de tricotat cu finețe ridicată, fie mașini circulare, a căror finețe se află în intervalul  $14E \div 32E$ , fie pe mașini rectilinii de tricotat cu finețe în intervalul superior
- **Fire răsucite**, obținute prin răsucirea a două sau mai multe fire simple – acest tip de fire se folosește deseori la mașini rectilinii de tricotat, datorită fineții mai scăzute, rezultată din răsucire.
- **Fire dublate, alimentate în paralel** – alimentarea în paralel este folosită în cazul firelor cu finețe mai ridicată, utilizate pe mașini de finețe scăzută, în general  $3 \div 8E$ , pentru a obține o compactitate normală a tricoturilor. Alimentarea în paralel se poate face atât cu fire simple, cât și cu fire răsucite. De altfel, prin alimentarea în paralel, modificarea poziției relative a firelor în conducător, cauzată de variația de tensiune în fire și de desfășurarea de pe bobine a acestora determină o ușoară torsionare a acestora în structura tricotului.

### 1.2.1. Definirea secțiunii firelor simple filate

În cazul **firelor simple**, secțiunea transversală a firului se poate considera a fi circulară, de diametru  $D$ . Formula de calcul a a diametrului firului definită în literatura de specialitate [ ] este:

$$D = \frac{c_1 \sqrt{T_{\text{tex}}}}{31,6} \quad (1)$$

Unde  $c_1$  = coeficient depinzând de materia primă

$\rho$  = densitatea firului [ $\text{g/cm}^3$ ]

$T_{\text{tex}}$  = finețea firului [tex]

Literatura de specialitate [3, 4] indică faptul că pentru firele simple, filate clasic sau OE, variația tensiunii, a torsiunii fibrelor și a fineții firului determină o modificare a formei

secțiunii transversale a acestuia, considerată circulară. De fapt, se poate considera că secțiunea are un contur poligonal neregulat, care poate fi aproximat cel mai bine cu o elipsă cu axe  $a$  și  $b$ .

Determinarea prin măsurare directă a dimensiunilor secțiunii transversale eliptice a firelor simple presupune defomarea firului și deci introducerea de erori. O metodă indirectă de stabilire a secțiunii firelor este măsurarea, folosind o sursă de lumină de diametru  $d$ , a proiecțiilor secțiunii firului care este rotit succesiv. Figura 14 prezintă principiul acestei metode [3].

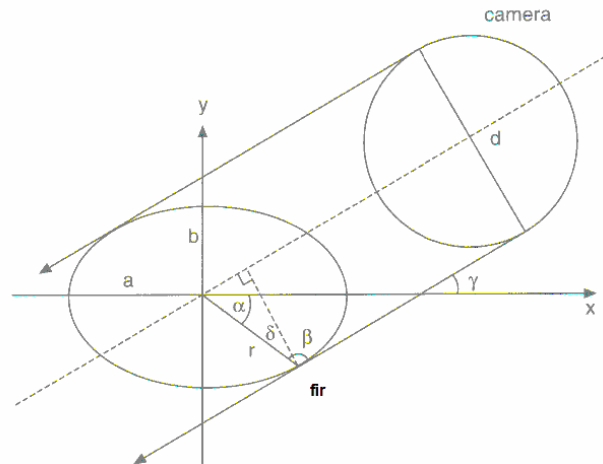


Figura 14. Metoda de determinare prin proiectie a secțiunii eliptice a firelor

Excentricitatea firului, care reprezintă practic raportul între cele două axe, este dată de relația:

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \quad (2)$$

Diametrul real al firului se calculează cu relația lui Tsai și Chu [4].

$$\frac{d^2}{4} = \frac{b^2 + a^2 \tan^2 \gamma}{1 + \tan^2 \gamma} \quad (3)$$

### 1.2.2. Definirea secțiunii transversale a firelor răsucite și dublate

În cazul **firelor răsucite**, firul include două sau mai multe fire simple. Figura 15 prezintă dispunerea în secțiune a unui fir obținut din două fire simple.

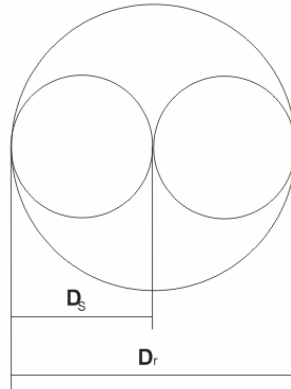


Figura 15. Dispunerea firelor simple în firul răsucit

Formula folosită pentru firele simple, bazată pe ipoteza că firul este un corp cilindric omogen nu mai are justificare. Diametrul firelor răsucite este influențat de:

- Diametrul firelor simple  $D_s$
- Numărul firelor simple folosite  $N$
- Gradul de răsucire aplicat, care determină unghiul de înclinare a firelor față de axa firului răsucit

Firul este considerat a avea un diametru  $D_r$ , calculat cu următoarea formulă [2]:

$$D_r = D_s (1 + 1/\sin \pi/N) \quad (4)$$

unde  $D_s$  este diametrul firelor simple după răsucire, care are o valoare mai mică decât diametrul în stare liberă (recomandat 5-10%).

Dacă se iau în considerare torsiuni mai mari, unghiul de înclinare al firelor simple componente se mărește, modificându-se secțiunea acestora. Firele simple pot fi considerate ca având secțiune eliptică, cu axe  $D \square$  și  $D \square / \cos \beta_r$ , așa cum rezultă din figura 16.a. Figura 16.b ilustrează dispunerea firelor simple cu secțiune transversală eliptică în firul răsucit.

Diametrul firului răsucit se va calcula în acest caz cu relația:

$$D_r^2 = \frac{1}{\sin^2 \varphi} \left( \frac{D^2}{1 - \pi D^2 T_R^2 \text{ctg}^2 \varphi} \right) \quad (5)$$

Considerând că masa firului răsucit este egală cu masa firelor simple de lungime identică, rezultă diamterul firului răsucit:

$$D_R = \frac{1,13}{\sqrt{Nm_R} \sqrt{\rho_R \cos \beta_R}} \quad (6)$$

Unde:  $Nm_R$  este finetea firului răsucit  
 $\rho_R$  este densitatea firului răsucit  
 $\beta_R$  este unghiul de răsucire.

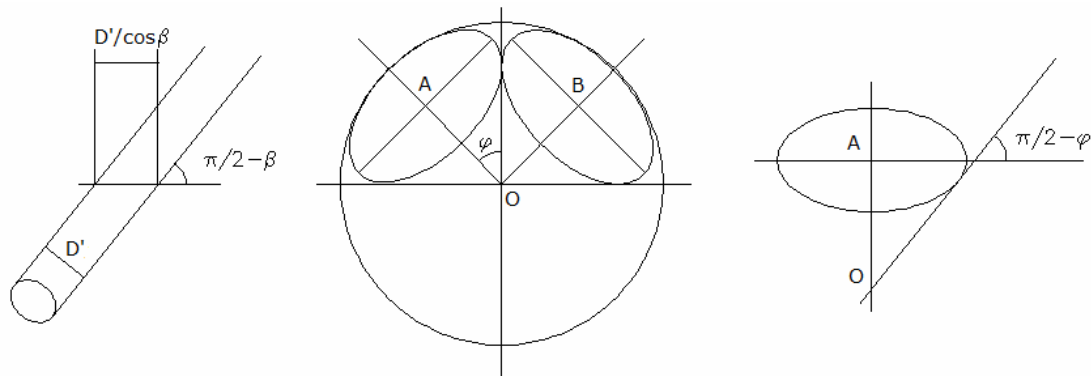


Figura 16. Dispunerea firelor simple în firul răsucit în ipoteza secțiunii eliptice a firelor simple

Dispunerea firelor răsucite în structura unui tricot este influențată și de fenomenul de detorsionare/supratorsionare care apare în flancurile ochiului pe durata tricotării și care face ca firul să aibe practic un diametru variabil, iar aspectul firului în ochiul de tricot să fie neuniform, mai vizibil în cazul structurii glat.

Definirea formei secțiunii transversale a **firelor alimentate în paralel** în ochiul de tricot este și mai dificilă. Teoretic, firele alimentate în paralel se comportă ca fire răsucite, iar diametrul firelor se calculează cu aceeași relație (2).

Pe durata procesului de tricotare, firul este supus la două tipuri de solicitări:

1. de întindere, pe traseul de alimentare al firului și prin tragere
2. de încovoiere, la realizarea ochiurilor de tricot, când firul depus pe ac este convertit în bucle

La aceste solicitări se adaugă și frecarea între fir și organele de producere a ochiurilor și fir pe fir, în punctele de legare. În mod normal, procesul de tricotare este reglat de așa manieră încât solicitările la care sunt supuse firele rămân în domeniul elastic.

În cazul firelor simple, care pot fi asimilate unor corpuri cilindrice, se poate afirma că tensiunile generate în fire prin tricotare vor conduce la o întindere a acestora, cu păstrarea formei circulare a secțiunii transversale, dar cu micșorarea diametrului. Practic, are loc o redistribuire a fibrelor în fir.

Există o aplatizare a firelor răsucite în ochi, identificată în special la nivelul buclei de ac și de platină, ilustrată în figura 17 pentru un fir răsucit din două fire.

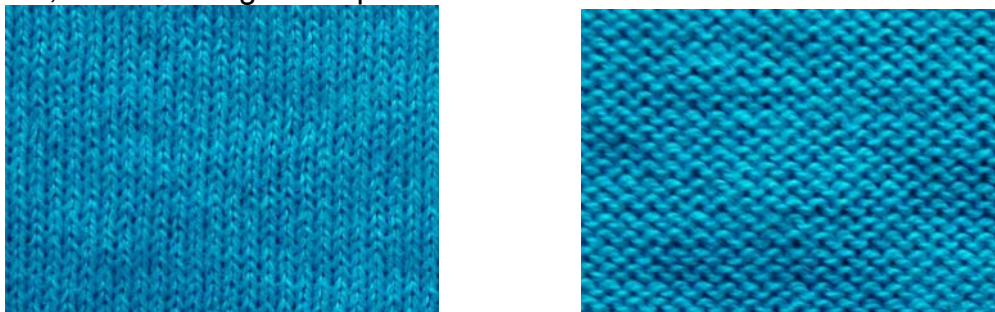


Figura 17. Dispunerea firului răsucit în ochiul de tricot – aspect față și spate

Redistribuirea firelor simple componente se face în punctele de legare. În această situație firele simple se pot plasa

- în planul ochiului, fiind toate vizibile la nivelul buclelor sau
- într-un plan perpendicular sau sub un anumit unghi cu planul ochiului de tricot, caz în care doar secțiunea firului răsucit să poată fi considerată eliptică.

### 1.3. Elaborarea de modele de calcul în noi ipoteze de dispunere a elementelor ochiului

Legătura lincs se caracterizează prin alternanța **rândurilor** de ochiuri cu aspecte diferite - un rând de ochiuri cu aspect față este urmat de un rând de ochiuri cu aspect spate, după care evoluția firului se repetă. Numărul de rânduri de ochiuri cu aspect față și spate determină raportul evoluției lincs.

Reprezentarea structurii (figura 18) pune în evidență că flancurile ochiurilor au poziții diferite în puncte de legare inferioare și superioare, ceea ce are ca efect dispunerea lor într-un plan pe direcția grosimii tricotului.

Așadar, elementul caracteristic care definește **ochiul lincs** în constituie flancurile, plasate într-un plan ce formează un unghi oarecare cu planul tricotului.

În *stare liberă*, tricotul are înmagazinată o energie de deformare care tinde spre o valoare minimă, astfel că generează forțe care măresc razele de curbură și la care se opun forțele de reacțiune. Datorită poziției lor caracteristice, flancurile ochiurilor cu aspect față se înclină într-un sens, iar flancurile ochiurilor cu aspect spate, în sens contrar, astfel că bucele de platină plasate în același plan tind să se atingă.

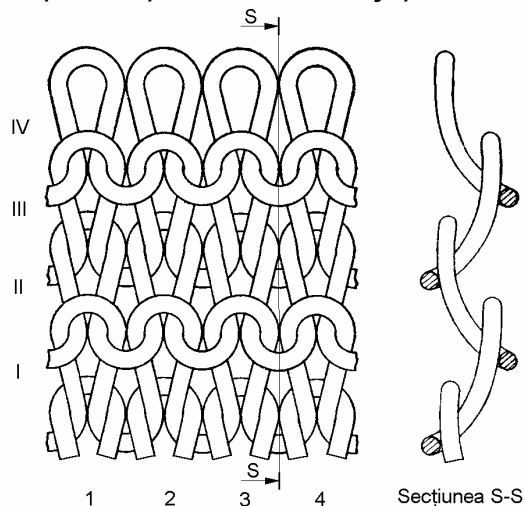


Figura 18. Lincs 1x1 - Reprezentare analitică și secțiune tehnică longitudinală

Din această cauză, în dispunerea reală, rândurile de ochiuri cu aspect față sunt mai puțin vizibile, fiind acoperite de rândurile de ochiuri cu aspect spate, la care bucele de ac și de platină apar în prim plan (figura 19).

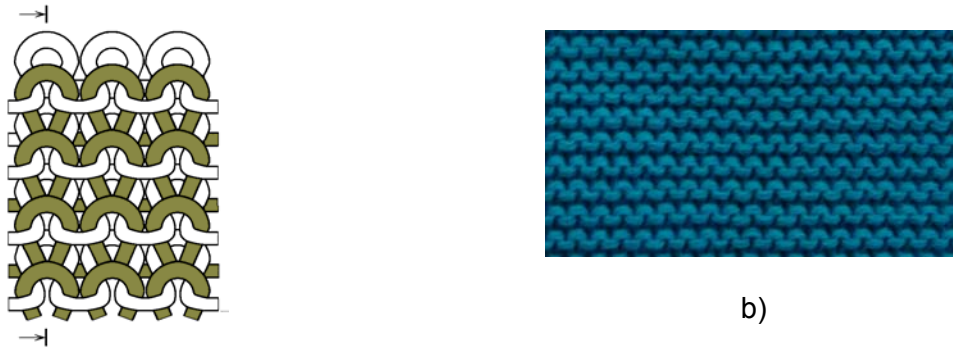


Figura 19. Reprezentarea legăturii linc 1x1 în stare relaxată (a) și aspectul tricotului (b)

### 1.3.1. Modelarea geometriei ochiurilor linc

Asa cum rezultă din cele prezentate anterior, particularitățile de dispunere ale ochiului linc sunt determinate de poziția flancurilor care unesc buclele de ac și de paltină plasate în planele extreme ale grosimii tricotului.

Pentru stabilirea parametrilor de structură, care caracterizează geometria ochiurilor linc, s-a avut în vedere gradul de împachetare pe direcțiile principale, reprezentate de înălțimea ochiurilor și grosimea tricotului.

Astfel, au fost identificate 3 ipoteze de dispunere a elementelor specifice:

- Împachetare maximă, caracterizată de valori minime atât ale înălțimii ochiului  $B_{\min} = 2F$  cât și ale grosimii tricotului  $t_{\min} = 3F$ ;  $\gamma \approx 45^\circ$  (vezi figura 20);
- Împachetare maximă pe direcție longitudinală, caracterizată de valori minime pentru înălțimea ochiului (buclele de paltină și de ac ale ochiurilor linc intră în contact)  $B_{\min} = 2F$  și valoare maximă pentru grosimea tricotului;  $\gamma \approx 30^\circ$  (vezi figura 21);
- Împachetare medie, caracterizată de valori oarecare pentru înălțimea ochiului și grosimea tricotului;  $\gamma \approx 60^\circ$  (vezi figura 22).

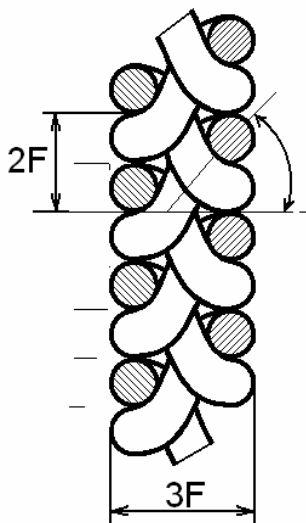


Figura 20. Împachetare maximă pe ambele direcții

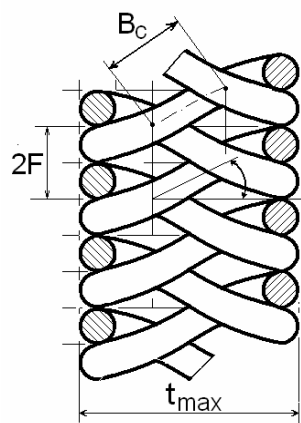


Figura 21. Împachetare maximă pe direcție longitudinală

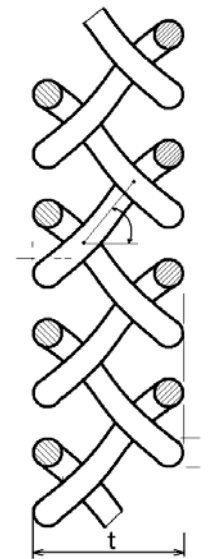


Figura 22. Împachetare medie

Unghiul  $\gamma$  este determinat de flancurilor ochiului și a fost aproximat folosind funcția tangent. În practică se întâlnește numai ultima situație, primele două putând fi considerate doar ca referință. Valoarea unghiului  $\gamma$  este plasată în intervalul  $30^{\circ} \div 60^{\circ}$  din următoarele considerente:

- valoarea unghiului crește cu scăderea gradului de împachetare;
- valorile adoptate simplifică calculul;
- diferențele dintre valoarea reală și cea adoptată nu generează erori de calcul semnificative, valoarea sinus fiind mai mică decât înălțimea ochiului.

Algoritm de calcul pentru lungimea de fir a ochiului linc s-a definit în baza ipotezei gradului mediu de împachetare (vezi figura 22).

Înălțimea convențională a ochiului  $B_c = B / \sin \gamma$

lungimea de fir din ochi  $l$  se calculează cu una din următoarele relații:

$$l = 1.57(A/2 + F) + 2\sqrt{B_c^2 + F^2} + 3\pi F / 2 \quad (7)$$

$$l = 1.57(A/2 + F) + 2B_c + 3\pi F / 2 \quad (8)$$

Relația (5) s-a obținut în baza următoarelor ipoteze:

- bucla de ac se consideră ca jumătate de elipsă cu axele  $(A/2-F; 3F/2)$ , în timp ce bucla de platină se definește ca un semicerc, cu diametru  $3F/2$ ;
- flancurile se consideră segmente cu proiecțiile  $B_c$  și  $F$ ;

Relația (6) reprezintă o variantă simplificată, în care se neglijează proiecția orizontală a flancurilor.

6. Masa unității de suprafață se calculează cu relația

$$M = l \cdot T_{\text{tex}} / A \cdot B \quad [\text{g/m}^2] \quad (9)$$



## II. Cercetări experimentale privind parametrii de structură ai tricotelor cu legături de bază

### 2.1. Elaborarea programului experimental și măsurarea răspunsurilor

Modelele geometrice de calcul pentru lungimea de fir din ochi se bazează pe anumite ipoteze restrictive în ceea ce privește condițiile inițiale. Din acest motiv apare necesitatea verificării modelelor existente și introducerii de noi modele, cu noi ipoteze privind geometria dispunerii firelor în ochiuri, care să fie cât mai aproape de realitate.

Definirea unor noi modele geometrice de calcul pentru lungimea de fir din ochi necesită verificarea practică a valorilor obținute. Validarea modelelor definite pentru **lungimea de fir din ochiul lincs** se va face prin compararea valorilor proiectate (calculate în baza modelelor propuse) cu cele determinate pe mostre și interpretarea comparativă a rezultatelor.

#### 2.1.1. Definirea programului experimental

Pentru construirea unei baze de date practice pentru parametrii de structură ai tricotelor glat și lincs s-a conceput un program experimental, în care s-au considerat două variabile independente:

- Poziția camei de buclare (adâncimea de buclare), notată în cod mașină NP
- Viteza valțurilor de tragere (implicit forța de tragere), notată în cod mașină WM.

Justificarea alegerii acestor parametri tehnologici ca variabile independente se bazează pe importanța lor în definirea procesului de tricotare, precum și pe faptul că literatura de specialitate îi indică ca având influența cea mai importantă asupra parametrilor de structură.

Intervalele de variație selectate sunt intervale specifice acestor tipuri de structuri (glat și lincs), asigurând tricotarea fără probleme și buna calitate a tricotelor. Aceste intervale sunt:

- Pentru poziția camei de buclare NP = (10,5÷12,2)
- Pentru viteza valțurilor de tragere WM = (5÷7)

S-a definit un experiment compus centrat rotabil de ordinul II, cu 5 nivele pentru cele două variabile independente precizate, așa cum rezultă din tabelul 1. Pe lângă valorile cod, în tabel sunt prezentate și valorile reale, folosite în programarea utilajului.

Tabel 1. Matricea experimentală

Cod variantă	x <sub>1</sub> – poziție camă de buclare (NP)		x <sub>2</sub> – viteza de tragere (WM)	
	cod	valoare	cod	valoare
1	-1	11,0	-1	5,5
2	-1	11,0	+1	6,5
3	+1	11,8	-1	5,5
4	+1	11,8	+1	6,5
5	0	11,4	0	6,0
6	0	11,4	0	6,0
7	0	11,4	0	6,0
8	0	11,4	0	6,0
9	0	11,4	0	6,0

10	+1,414	12,2	0	6,0
11	-1,414	10,5	0	6,0
12	0	11,4	-1,414	5,0
13	0	11,4	+1,414	7,0

Au fost tricotate conform programului experimental mostre de tricot glat și lincs 1x1, utilizând două tipuri de fire, care sunt tipice industriei de tricotaje: fire simple și fire răsucite, alimentate singular sau în paralel. Astfel sunt incluse toate posibilitățile de alimentare a firelor, cu trimitere spre posibilitățile de distribuție a firelor în structură și calculul diametrului acestora. În scopul menținerii unei compactități normale, firele alimentate singular au fost prelucrate pe o mașină de finețe mai ridicată, în timp ce pentru firele alimentate în paralel s-a folosit o mașină de tricotat de finețe mult mai redusă.

Firele utilizate pentru tricotarea mostrelor sunt:

- **Fire răsucite**, amestec 80% bumbac cardat + 20% PAN, filate clasic, sens de torsiune Z.
- **Fire simple**, amestec 90% bumbac + 10% PAN. Aceste fire sunt fire tip bumbac cardat, obținut dintr-un amestec eterogen de bbc și PNA. Firul este torsionat în sens Z. Ca urmare a faptului că este un fir filat pe masina de filat cu rotor apar înfășurări sub forma unor inele dispuse pe corpul firului. Din acest motiv firul lasă impresia că apar ambele sensuri de torsiune.

Pentru firele folosite s-a determinat densitatea de lungime (finețea), torsiunea și diametrul în stare liberă și s-a măsurat diametrul firului în stare liberă. Valorile obținute sunt prezentate în tabelul 2.

Tabel 2. Caracteristicile firelor folosite

	Finețe [ $T_{tex}$ ]		Torsiune [tors/m]	Diametru în stare liberă [mm]
	Reală	Nominală		
Fir răsucit	2x29,94	2x31	292	0,40
Fir simplu	70,1	72	290,8	0,42

## 2.2.2. Realizarea experimentului

Mostrele de tricot au fost realizate pe mașini rectilinii de tricotat Stoll cu selectare electronică. Programele pentru tricotarea mostrelor au fost făcute pe o stație M1. Tabelul 3 prezintă mașinile de tricotat folosite și caracteristicile tehnice specifice.

Tabelul 3. Caracteristicile tehnice ale utilajelor

	Tipul mașinii	Caracteristici tehnice
1	Model CMS 530 TC Multigauge	Finețe – 12E Număr ace în lucru – 2x590 Număr sisteme – 3 Cu pieptene de început
2.	Model CMS 330 TC	Finețe – 5E Număr ace în lucru – 2x290 Număr sisteme – 3 Cu pieptene de început

Figura 23 exemplifică ecranul programului de tricotare pentru structurile lincs. În stânga imaginilor se prezintă liniile de programare a parametrilor tehnologici a mașinii. Transferul rândurilor lincs s-a realizat în două etape, pentru a nu tensiona suplimentar firele.

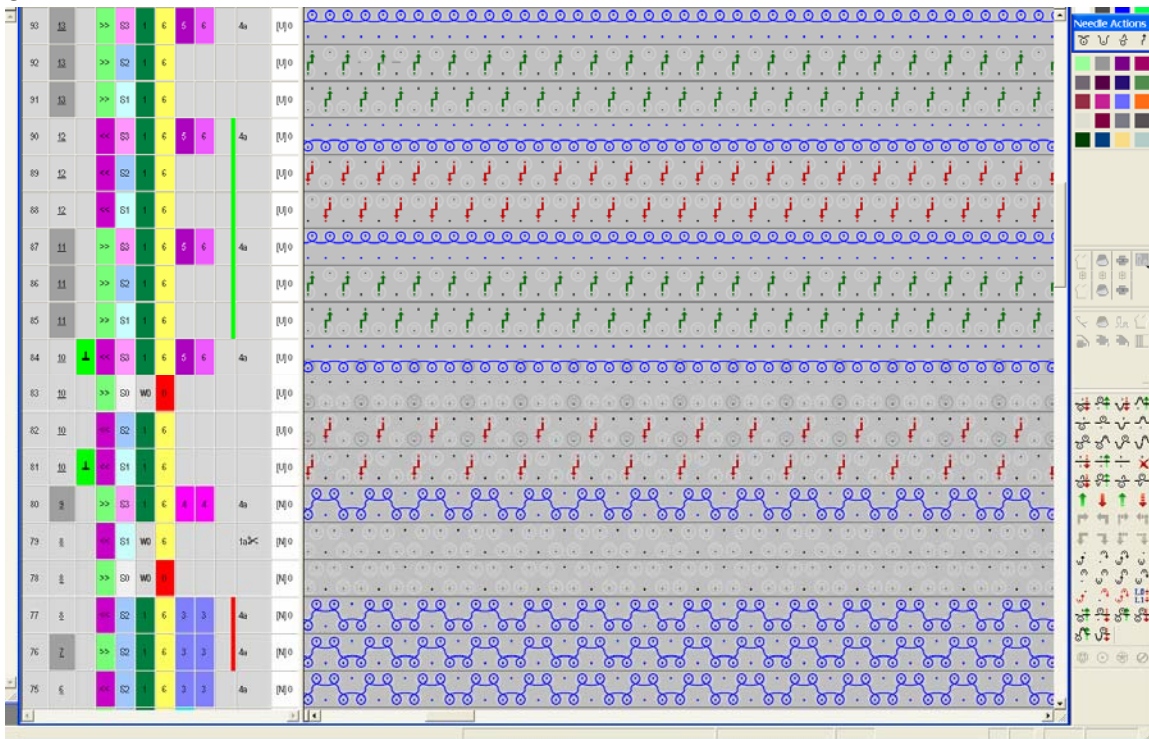


Figura 23. Structura lincs 1x1 – program de tricotare

Dupa tricotare, mostrele au fost lasate să se relaxeze timp de 120 de ore, în atmosferă standard, în stare liberă. S-a preferat relaxarea la rece și nu aplicarea unor tratamente umido-termice pentru a evita introducerea unor factori suplimentari de variație. În cazul tricotelor lincs 1x1, relaxarea completă a presupus apropierea, iar în cazurile în care desimea a fost mai mare tangența buclelor de ac a ochiurilor din rândurile cu aspect spate.

După relaxarea mostrelor până când nu s-au mai întâlnit variații dimensionale, s-au determinat următorii parametri de structură:

- **Desimea pe orizontală și desimea pe verticală** – s-a determinat numărul de ochiuri pe unitatea de lungime (100 mm), considerat pe direcție orizontală, respectiv verticală, tricotelor fiind în stare relaxată
- **Lungimea de fir din ochi** – s-a folosit metoda deșirării și măsurarea lungimii de fir pentru un număr prestabilit de ochiuri, sub acțiunea unei greutăți pentru întinderea firului buclat prin tricotare (prevăzută în standard, conform fineții firelor);
- **Masa unității de suprafață** – s-a folosit metoda cântăririi unei suprafețe de tricot cunoscute, folosind o balanță de precizie.

Determinările s-au făcut conform standardului BS 5441 [7], care prevede modul de măsurare a parametrilor menționați.

## 2.2. Proiectarea tricotelor folosind modelele anterioare

Proiectarea tricotelor cu legături de bază se face folosind un algoritm general, particularizat la nivelul lungimii de fir din ochi, datorită geometriei specifice a fiecărui tip de ochiuri, precizată anterior. Algoritmul cuprinde următorii pași:

1. calculul diametrului firului - firul este considerat un corp cilindric omogen, al cărui diametru se calculează cu relația

$$D = \frac{c_1 \sqrt{T_{\text{tex}}}}{31,6} \quad (10)$$

2. calculul dimensiunilor ochiului - pasul A și înălțimea B, care se definesc în funcție de diametrul firului și coeficienți specifici, care reflectă compactitatea tricotelor

$$A = k_A \times F \quad (11)$$

$$B = k_B \times F \quad (12)$$

$k_A$  este coeficientul pasului ochiului, care pentru legături de bază este  $k_A \geq 4$ , iar  $k_B$  reprezintă coeficientul înălțimii ochiului, cu valoarea minimă  $2F$ . Adoptarea coeficienților se face în funcție de gradul de compactitate dorit, ținând cont de corelația finețe fir – finețe utilaj, care recomandă anumite intervale pentru respectivii coeficienți.

3. calculul desimii pe orizontală  $D_o$  și pe verticală  $D_v$ , care exprimă numărul de ochiuri în unitatea de lungime (50 mm pentru standardul românesc, 100 mm pentru standardul european), considerat pe direcția rândului și a șirului de ochiuri.

$$D_o = 50/A \quad [\text{șiruri}/50 \text{ mm}] \quad (13)$$

$$D_v = 50/B \quad [\text{rânduri}/50 \text{ mm}] \quad (14)$$

În cazul legăturii lincș, dispunerea specifică a ochiurilor determină înclinarea acestora pe direcție verticală și plasarea în două plane a ochiurilor. Este necesară exprimarea desimii pe verticală pe ambele părți ale tricotelor:  $D_v$  și  $D_v''$ .

Cu ajutorul desimilor se calculează coeficientul desimilor C, cu relația:

$$C = D_o/D_v = B/A \quad (15)$$

Coeficientul desimilor C prezintă intervale de variație specifice fiecărei legături în parte și poate fi folosit pentru a stabili gradul de compactitate al tricotelor:

- glat – se consideră  $C = 0,5 \div 0,865$
- lincș – se consideră  $C = 0,4 \div 0,6$

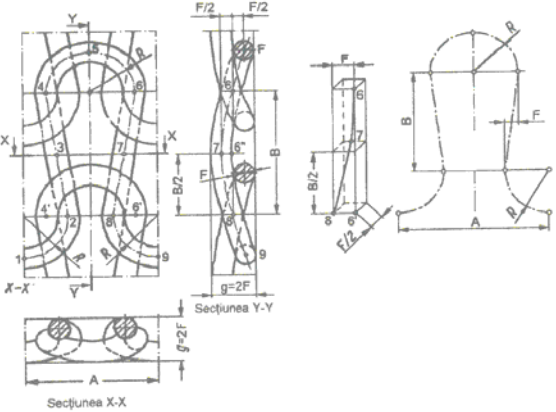
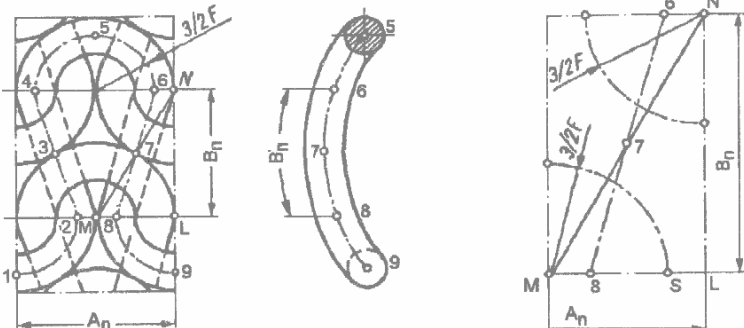
4. calculul lungimii de fir din ochi

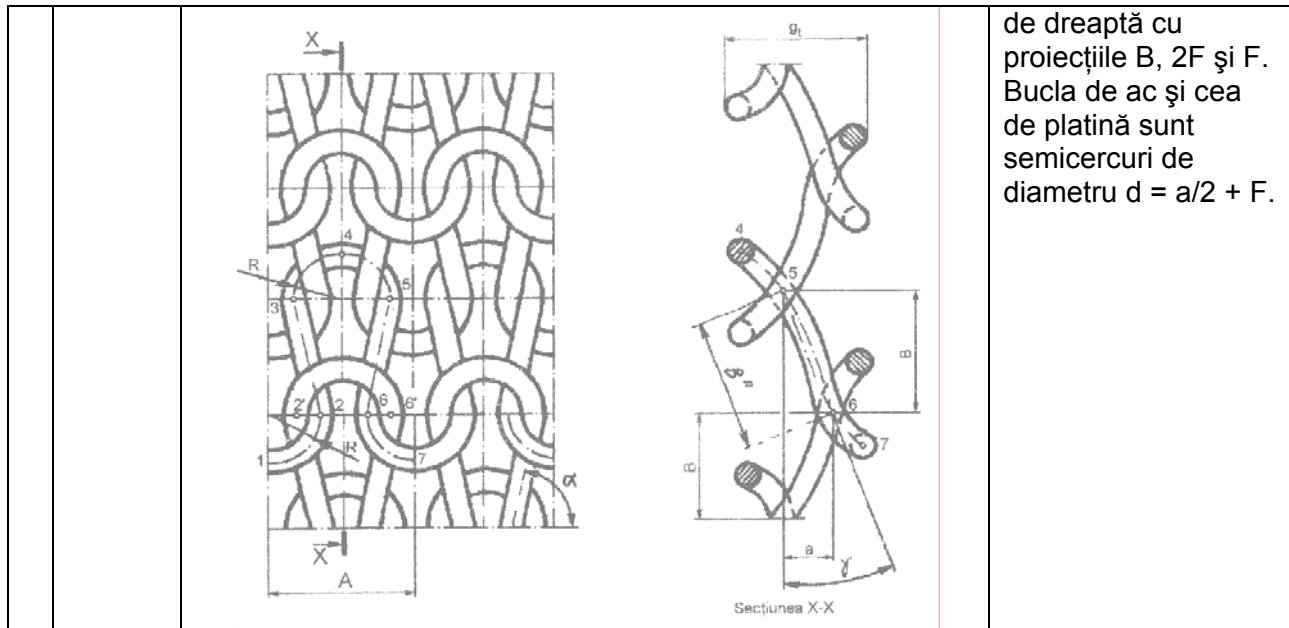
Lungimea de fir din ochi se calculează pe tipuri de ochiuri și așa cum s-a menționat se poate stabili în baza unor modele geometrice, care consideră numai geometria firului în ochi și modele mecanice, care iau în considerație forțele și momentele care apar în ochiul de tricot.

Modelele geometrice pornesc de la ideea unei anumite dispuneri a firului în ochiul relaxat. Fiecare element constituent se dispune cu o formă geometrică prestabilită, care este apoi descrisă matematic. Lungimea de fir din ochi rezultă din suma lungimilor elementelor acestuia.

Ochiul de tip **glat**, fiind cel mai simplu din punct de vedere constructiv prezintă cele mai multe modele geometrice de calcul, dintre care s-au selectat cele mai cunoscute. Pentru ochiul **lincș** se prezintă modelul Dalidovici. Modelele sunt centralizate în tabelul 4.

Tabel 4. Modele de calcul pentru ochiul glat și ochiul lincș

	Tipul ochiului	Model	Ipoteze de calcul
1		<p>Dalidovici plan: <math>l_g = 1,57A + 2B + \pi F</math></p> 	<p>Ochiul are o dispunere plană. Flancurile sunt asimilate cu segmente de dreaptă de lungime B. Bucla de ac și cea de platină sunt semicercuri de diametru <math>d = a/2 + F</math>.</p>
2	Glat	<p>Dalidovici spațial</p> $l_g = \sqrt{\frac{A^2}{4} + A \times F + 2F^2} + 2\sqrt{B^2 + 2F^2}$	<p>Flancurile se consideră segmente de dreaptă cu proiecțiile F, B și F/2. Bucla de ac și cea de platină sunt semicercuri de diametru <math>d'</math>, cu proiecțiile <math>d</math> și F/2.</p>
3		<p>Pierce Chamberlain: <math>l_g = A + 2B + 5,94F</math></p> 	<p>Pornind de la situația în care elementele constituente ale ochiului se dispun tangent, pasul și înălțimea ochiului se majorează funcție de diametrul firului și compactitatea tricotului.</p>
4	Lincș	<p>Dalidovici: <math>l_l = 1,57A + 2\sqrt{B^2 + 5F^2} + \pi F</math></p>	<p>Flancurile se înclină cu un anumit unghi <math>\gamma</math>, înălțimea ochiului <math>B'</math> fiind mai mare decât cea proiectată în plan vertical B. Flancurile se consideră segmente</p>



5. calculul masei unității de suprafață  $M/m^2$  – masa unității de suprafață se calculează în funcție de masa unui raport, multiplicată cu numărul de rapoarte cuprinse în unitatea de suprafață. În cazul tricoturilor fără desene (cu legături de bază și derivate) se definește masa și suprafața raportului legăturii, iar pentru tricoturile cu desen se ia în considerație masa și suprafața raportului de desen.

Masa unui raport se calculează cunoscând lungimea de fir consumată, pe tipuri de ochiuri și numărul de ochiuri din fiecare tip din raport și finețea firului  $T_{tex}$ :

$$M_{rap} = L_{rap} \times T_{tex} \times 10^{-6} = (\sum n_i l_i) \times T_{tex} \times 10^{-6} \quad (17)$$

Numărul de rapoarte pe unitatea de suprafață este:

$$N_{rap/m^2} = 10^6 / S_{rap} = 10^6 / (h_{rap} \times b_{rap}) \quad (18)$$

Unde suprafața raportului este definită de lățimea și înălțimea raportului  $b_{rap}$  respectiv  $h_{rap}$  care se determină funcție de numărul de șiruri  $b$  și de rânduri  $h$  din raport, pasul și înălțimea ochiului.

Masa unității de suprafață devine:

$$M/m^2 = \frac{L_{rap} \times T_{tex}}{h_{rap} \times b_{rap}} \quad (19)$$

6. calculul coeficienților complecși ai parametrilor

Coeficienții parametrilor de structură sunt indicatori sintetici ai geometriei dispunerii ochiurilor de tricot în structură. Se definesc următorii parametri complecși:

- coeficientul linear de acoperire – reprezintă raportul dintre lungimea de fir din ochi și diametrul firului

$$\bar{d}_l = l / F \quad (20)$$

- coeficientul superficial de acoperire - reprezintă raportul dintre suprafața ocupată de fir și suprafața ochiului și reflectă compactitatea tricotului (gradul de acoperire cu fir al suprafeței ochiului)

$$\delta_s = \frac{S_{\text{fir}}}{S_{\text{ochi}}} \quad (21)$$

- coeficientul volumetric de acoperire - reprezintă raportul dintre volumul firului dispus în ochi și volumul firului. Este un coeficient care surprinde mult mai precis situația reală, având în vedere geometria spațială a ochiului. Problema apare la calculul și în special în practică la determinarea grosimii tricotului, care în metoda clasică presupune aplicarea unei presiuni pe suprafața de măsurare.

$$\delta_v = \frac{V_{\text{fir}}}{V_{\text{ochi}}} = \frac{\pi F^2 l}{4ABg_t} \quad (22)$$

- factorul cover – permite interpretarea dispunerii lineare a firului în ochi, fiind în relație de inversă proporționalitate cu  $\delta_l$ , coeficientul linear de acoperire.

$$K = \frac{\sqrt{T_{\text{tex}}}}{l} \quad (23)$$

## 2.3. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor în vederea validării modelelor

### 2.3.1. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor experimentale

Urmare a tricotării mostrelor în structură glat și lincs 1x1 pe mașini de finețe 12 E și 5 E și a măsurării parametrilor de structură s-a realizat o bază de date experimentale, structurată funcție de firul folosit și finețea utilajului. Pentru variantele 5-9, caracterizate de aceeași combinație de valori ale variabilelor independente s-au calculat valori medii pentru parametrii de structură măsurați.

Pe lângă valorile determinate prin măsurare pentru parametrii de structură precizați, sunt prezentate și valorile calculate pentru: pasul și înălțimea ochiurilor A și B, coeficientul desimilor C și factorul cover, pentru care formulele au fost precizate în definirea algoritmului de calcul.

Valorile medii determinate sunt centralizate în tabelele 5-8 pentru mostrele produse pe mașina 530 TC Multigauge, finețe 12E și în tabelele 9-12 pentru mostrele produse pe mașina 330 TC, finețe 5E.

Din datele experimentale obținute se pot sublinia următoarele aspecte, care se referă la influența variabilelor independente selectate și la modul de variație a parametrilor de structură măsurați.

Tabel 5. Valori experimentale și calculate- glat, fir răsucit 2x31 tex, utilaj 530 TC Multigauge, 12 E

Cod mostră	x <sub>1</sub> (NP)	x <sub>2</sub> (WM)	D <sub>o</sub> [ș/100 mm]	D <sub>v</sub> [r/100 mm]	l <sub>ochi</sub> [mm]	M/m <sup>2</sup> [g]	Parametri de structură calculați					
							A [mm]	B [mm]	C	kA	kB	K
G1_12R	11,0	5,5	64	93,5	5,59	199,5	1,56	1,07	0,68	4.17	2.85	1.41
G2_12R	11,0	6,5	64	93,5	5,56	199,5	1,56	1,07	0,68	4.17	2.85	1.42
G3_12R	11,8	5,5	60	78	6,28	175,5	1,67	1,28	0,77	4.44	3.42	1.25
G4_12R	11,8	6,5	60	78	6,36	177	1,67	1,28	0,77	4.44	3.42	1.24
G5_12R	11,4	6,0	63	84	6,01	190	1,59	1,19	0,75	4.23	3.17	1.31
G6_12R	11,4	6,0	63	84			1,59	1,19	0,75			
G7_12R	11,4	6,0	63	84			1,59	1,19	0,75			
G8_12R	11,4	6,0	63	84			1,59	1,19	0,75			
G9_12R	11,4	6,0	63	84			1,59	1,19	0,75			
G10_12R	12,2	6,0	58	70	6,87	168	1,72	1,43	0,83	4.60	3.81	1.15
G11_12R	10,5	6,0	67	100	5,3	222	1,49	1,00	0,67	3.98	2.67	1.49
G12_12R	11,4	5,0	63	84	6	190	1,59	1,19	0,75	4.23	3.17	1.31
G13_12R	11,4	7,0	63	84	6,01	191	1,59	1,19	0,75	4.23	3.17	1.31

Tabel 6. Valori experimentale și calculate - glat, fir simplu, 72 tex, utilaj 530 TC Multigauge, 12 E

Cod mostră	x <sub>1</sub> (NP)	x <sub>2</sub> (WM)	D <sub>o</sub> [ș/100 mm]	D <sub>v</sub> [r/100 mm]	l <sub>ochi</sub> [mm]	M/m <sup>2</sup> [g]	Parametri de structură calculați					
							A [mm]	B [mm]	C	kA	kB	K
G1_12S	11,0	5,5	61	98	5,72	230	1,64	1,02	0,62	4.10	2.55	1.46
G2_12S	11,0	6,5	61	98	5,69	227	1,64	1,02	0,62	4.10	2.55	1.47
G3_12S	11,8	5,5	59	78	6,56	198	1,69	1,28	0,76	4.24	3.21	1.28
G4_12S	11,8	6,5	59	78	6,56	205	1,69	1,28	0,76	4.24	3.21	1.28
G5_12S	11,4	6,0	61	87	6,18	221	1,64	1,15	0,70	4.10	2.87	1.36
G6_12S	11,4	6,0	61	87			1,64	1,15	0,70			
G7_12S	11,4	6,0	61	87			1,64	1,15	0,70			
G8_12S	11,4	6,0	61	87			1,64	1,15	0,70			
G9_12S	11,4	6,0	61	87			1,64	1,15	0,70			
G10_12S	12,2	6,0	58	71	6,99	190	1,72	1,41	0,82	4.31	3.52	1.20
G11_12S	10,5	6,0	66	110	5,19	265	1,52	0,91	0,60	3.79	2.27	1.61



G12_12S	11,4	5,0	61	87	6,14	219	1,64	1,15	0,70	4.10	2.87	1.36
G13_12S	11,4	7,0	61	87	6,18	223	1,64	1,15	0,70	4.10	2.87	1.36

Tabel 7. Valori experimentale și calculate lincș 1x1, fir răsucit 2x31 tex, utilaj 530 TC Multigauge, 12 E

Cod mostră	x <sub>1</sub> (NP)	x <sub>2</sub> (WM)	D <sub>o</sub> [ș/100 mm]	D <sub>v</sub> [r/100 mm]		l <sub>ochi</sub> [mm]	M/m <sup>2</sup> [g]	Parametri de structură calculați					
				D <sub>v</sub> '	D <sub>v</sub> ''			A [mm]	B [mm]	C	kA	kB	K
L1_12R	11,0	5,5	57	61	61	5,82	237	1,75	0,82	0,47	4,68	2,19	1,35
L2_12R	11,0	6,5	57	61	61	5,88	239	1,75	0,82	0,47	4,68	2,19	1,34
L3_12R	11,8	5,5	55	48	48	6,66	216	1,82	1,04	0,57	4,85	2,78	1,18
L4_12R	11,8	6,5	55	50	50	6,67	215	1,82	1,04	0,57	4,85	2,78	1,18
L5_12R	11,4	6,0	56	52	52	6,26	225	1,79	0,96	0,54	4,76	2,56	1,26
L6_12R	11,4	6,0	56	52	52			1,79	0,96	0,54			
L7_12R	11,4	6,0	56	52	52			1,79	0,96	0,54			
L8_12R	11,4	6,0	56	52	52			1,79	0,96	0,54			
L9_12R	11,4	6,0	56	52	52			1,79	0,96	0,54			
L10_12R	12,2	6,0	54	42	42	7,1	196	1,85	1,19	0,64	4,94	3,17	1,11
L11_12R	10,5	6,0	59	66	66	5,33	252	1,79	0,76	0,42	4,52	2,02	1,48
L12_12R	11,4	5,0	56	52	52	6,23	231	1,79	0,96	0,54	4,76	2,56	1,26
L13_12R	11,4	7,0	56	52	52	6,3	232	1,79	0,96	0,54	4,76	2,56	1,25

Tabel 8. Valori experimentale și calculate lincș 1x1, fir simplu, 72 tex, utilaj 530 TC Multigauge, 12 E

Cod mostră	x <sub>1</sub> (NP)	x <sub>2</sub> (WM)	D <sub>o</sub> [ș/100 mm]	D <sub>v</sub> [r/100 mm]		l <sub>ochi</sub> [mm]	M/m <sup>2</sup> [g]	Parametri de structură calculați					
				D <sub>v</sub> '	D <sub>v</sub> ''			A [mm]	B [mm]	C	kA	kB	K
L1_12S	11,0	5,5	57	57	57	5,76	277	1,75	0,88	0,50	4,39	2,19	1,45
L2_12S	11,0	6,5	57	57	57	5,77	277	1,75	0,88	0,50	4,39	2,19	1,45
L3_12S	11,8	5,5	55	47	47	6,48	244	1,82	1,06	0,59	4,55	2,66	1,28
L4_12S	11,8	6,5	55	47	47	6,52	245	1,82	1,06	0,59	4,55	2,66	1,29

L5_12S	11,4	6,0	57	53	53	6,2	269	1,75	0,94	0,54	4,39	2,36	1,35
L6_12S	11,4	6,0	57	53	53			1,75	0,94	0,54			
L7_12S	11,4	6,0	57	53	53			1,75	0,94	0,54			
L8_12S	11,4	6,0	57	53	53			1,75	0,94	0,54			
L9_12S	11,4	6,0	57	53	53			1,75	0,94	0,54			
L10_12S	12,2	6,0	54	45	45	7,03	234	1,85	1,11	0,60	4,63	2,78	1,19
L11_12S	10,5	6,0	59,5	65	65	5,31	297	1,68	0,77	0,46	4,20	1,92	1,58
L12_12S	11,4	5,0	57	53	53	6,21	269	1,75	0,94	0,54	4,39	2,36	1,35
L13_12S	11,4	7,0	57	53	53	6,26	268	1,75	0,94	0,54	4,39	2,36	1,34

Tabel 9. Valori experimentale și calculate - glat, fir răsucit, 4x2x31 tex, utilaj 330 TC 5 E

Cod mostră	x <sub>1</sub> (NP)	x <sub>2</sub> (WM)	D <sub>o</sub> [ș/100 mm]	D <sub>v</sub> [r/100 mm]	l <sub>ochi</sub> [mm]	M/m <sup>2</sup> [g]	Parametrii de structură calculați					
							A [mm]	B [mm]	C	k <sub>A</sub>	k <sub>B</sub>	K
G1_5R	11,0	5,5	30	52	11.01	425	3.33	1.92	0.58	3.47	2.14	1.43
G2_5R	11,0	6,5	30	52	11.02	426	3.33	1.92	0.58	3.47	2.14	1.43
G3_5R	11,8	5,5	30	44	12.15	398	3.33	2.27	0.68	3.70	2.53	1.30
G4_5R	11,8	6,5	30	44	12.17	402	3.23	2.27	0.68	3.70	2.53	1.29
G5_5R	11,4	6,0	31	47.5	11.65	422	3.28	2.11	0.64	3.58	2.31	1.35
G6_5R	11,4	6,0	31	47.5			3.28	2.11	0.64			
G7_5R	11,4	6,0	31	47.5			3.28	2.11	0.64			
G8_5R	11,4	6,0	31	47.5			3.28	2.11	0.64			
G9_5R	11,4	6,0	31	47.5			3.28	2.11	0.64			
G10_5R	12,2	6,0	29	41	12.77	377	3.45	2.44	0.71	3.83	2.71	1.23
G11_5R	10,5	6,0	31	58	10.35	462	3.23	1.72	0.53	3.27	1.92	1.52
G12_5R	11,4	5,0	31	48	11.61	428	3.23	2.08	0.64	3.58	2.31	1.36
G13_5R	11,4	7,0	31	48	11.59	427	3.23	2.08	0.64	3.58	2.31	1.36

Tabel 10. Valori experimentale și calculate - glat, fir simplu, 3x72 tex, utilaj 330 TC 5 E

Cod mostră	x <sub>1</sub> (NP)	x <sub>2</sub> (WM)	D <sub>o</sub> [ș/100 mm]	D <sub>v</sub> [r/100 mm]	l <sub>ochi</sub> [mm]	M/m <sup>2</sup> [g]	Parametrii de structură calculați					
							A [mm]	B [mm]	C	k <sub>A</sub>	k <sub>B</sub>	K
G1_5S	11,0	5,5	34	57	10.29	422	2.94	1.75	0.60	3.40	2.03	1.41
G2_5S	11,0	6,5	34	57	10.47	426	2.94	1.75	0.60	3.40	2.03	1.39
G3_5S	11,8	5,5	33	49	11.42	379	3.03	2.04	0.67	3.50	2.36	1.27
G4_5S	11,8	6,5	33	49	11.38	385	3.03	2.04	0.67	3.50	2.36	1.28
G5_5S	11,4	6,0	34	52	11.10	400	2.94	1.92	0.65	3.40	2.22	1.31
G6_5S	11,4	6,0	34	52			2.94	1.92	0.65			
G7_5S	11,4	6,0	34	52			2.94	1.92	0.65			
G8_5S	11,4	6,0	34	52			2.94	1.92	0.65			
G9_5S	11,4	6,0	34	52			2.94	1.92	0.65			
G10_5S	12,2	6,0	32	46	12.19	366	3.13	2.17	0.70	3.61	2.51	1.19
G11_5S	10,5	6,0	36	60	10.13	459	2.78	1.67	0.60	3.21	1.93	1.43
G12_5S	11,4	5,0	34	52	11.00	403	2.94	1.92	0.65	3.40	2.22	1.32
G13_5S	11,4	7,0	34	52	11.01	401	2.94	1.92	0.65	3.40	2.22	1.32

Tabel 11. Valori experimentale și calculate - lincs 1x1, fir răsucit 4x2x31 tex, utilaj 330 TC, 5 E

Cod mostră	x <sub>1</sub> (NP)	x <sub>2</sub> (WM)	D <sub>o</sub> [ș/100 mm]	D <sub>v</sub> [r/100 mm]		l <sub>ochi</sub> [mm]	M/m <sup>2</sup> [g]	Parametrii de structură calculați					
				D <sub>v</sub>	D <sub>v</sub>			A [mm]	B [mm]	C	k <sub>A</sub>	k <sub>B</sub>	K
L1_5R	11,0	5,5	32	33	33	11,19	561	3,13	1,52	0,48	3,47	1,68	1,41
L2_5R	11,0	6,5	32	33	33	11,23	568	3,13	1,52	0,48	3,47	1,68	1,40
L3_5R	11,8	5,5	30	27,5	27,5	12,34	514	3,33	1,82	0,55	3,70	2,02	1,28
L4_5R	11,8	6,5	30	27,5	27,5	12,37	512	3,33	1,82	0,55	3,70	2,02	1,27
L5_5R	11,4	6,0	31	29,5	29,5	11,86	540	3,23	1,69	0,53	3,58	1,88	1,33
L6_5R	11,4	6,0	31	29,5	29,5			3,23	1,69	0,53			
L7_5R	11,4	6,0	31	29,5	29,5			3,23	1,69	0,53			
L8_5R	11,4	6,0	31	29,5	29,5			3,23	1,69	0,53			
L9_5R	11,4	6,0	31	29,5	29,5			3,23	1,69	0,53			
L10_5R	12,2	6,0	29	26	26	13,00	483	3,45	1,92	0,56	3,83	2,14	1,21
L11_5R	10,5	6,0	32,5	35,5	35,5	10,5	622	3,08	1,41	0,46	3,42	1,56	1,50

L12_5R	11,4	5,0	31	29,5	29,5	11,85	541	3,23	1,69	0,53	3.58	1.88	1.33
L13_5R	11,4	7,0	31	29,5	29,5	11,81	541	3,23	1,69	0,53	3.58	1.88	1.33

Tabel 12. Valori experimentale lincs 1x1, fir simplu, 3x72 tex, utilaj 530 TC, 5 E

Cod mostră	x <sub>1</sub> (NP)	x <sub>2</sub> (WM)	D <sub>o</sub> [ş/100 mm]	D <sub>v</sub> [r/100 mm]		l <sub>ochi</sub> [mm]	M/m <sup>2</sup> [g]	Parametrii de structură calculați					
				D <sub>v</sub>	D <sub>v</sub>			A [mm]	B [mm]	C	k <sub>A</sub>	k <sub>B</sub>	K
L1_5S	11,0	5,5	33	34	34	10,7	525	3,03	1,47	0,49	3.50	1.70	1.36
L2_5S	11,0	6,5	33	34	34	10,82	523	3,03	1,47	0,49	3.50	1.70	1.34
L3_5S	11,8	5,5	32	31	31	11,63	498	3,13	1,61	0,52	3.61	1.86	1.25
L4_5S	11,8	6,5	32	31	31	11,78	496	3,13	1,61	0,52	3.61	1.86	1.23
L5_5S	11,4	6,0	32	33	33	11,27	503	3,13	1,52	0,48	3.61	1.75	1.29
L6_5S	11,4	6,0	32	33	33			3,13	1,52	0,48			
L7_5S	11,4	6,0	32	33	33			3,13	1,52	0,48			
L8_5S	11,4	6,0	32	33	33			3,13	1,52	0,48			
L9_5S	11,4	6,0	32	33	33			3,13	1,52	0,48			
L10_5S	12,2	6,0	30	30	30	12,32	466	3,33	1,67	0,50	3.85	1.93	1.18
L11_5S	10,5	6,0	34	38	38	10,04	578	2,94	1,32	0,45	3.40	1.52	1.45
L12_5S	11,4	5,0	32	33	33	11,01	505	3,13	1,52	0,48	3.61	1.75	1.32
L13_5S	11,4	7,0	32	33	33	11,16	500	3,13	1,52	0,48	3.61	1.75	1.30

**Parametrii de structură măsurați nu au prezentat variații semnificative** în cadrul mostrelor de tricot, ceea ce indică o conducere judicioasă a procesului de tricotare.

În cazul lungimii de fir din ochi, pentru care s-au făcut mai multe măsurători – un număr de 20 măsurători per variantă de tricot pentru lincs 1x1 și 15 măsurători pentru glăt, coeficientul de variație nu a depășit 2,5% pentru structurile lincs, în toate cazurile. Pentru structurile glăt realizate prin alimentarea unui singur fir, coeficientul de variație a fost mai ridicat, situându-se în intervalul 3,5 – 6,8% pentru firul răsucit și 5,5 – 8% pentru firul simplu. Justificarea acestor valori mai mari stă în tipul structurii și neregularitatea firilor, în principal al celui simplu.

Datele experimentale sunt consistente cu variabilele independente selectate.

Intervalul de variație ales pentru variabila **viteză/forță de tragere nu prezintă o influență semnificativă asupra parametrilor de structură**. Se poate afirma că tragerea nu introduce deformații suplimentare în fire, acestea rămânând în domeniul elastic. Deși la scoaterea de pe mașină mostrele produse cu aceeași valoare pentru poziția camei de buclare au prezentat diferențe în principal în ceea ce privește lungimea lor, aceste diferențe au dispărut după relaxare, ceea ce sprijină ideea unei mențineri a solicitării firelor în domeniul elastic, așa cum practic este și de dorit. Datele experimentale au arătat diferențe neglijabile între mostrele cu tragere diferită.

Pe de altă parte, valori superioare ale vitezei valțurilor de tragere ar fi putut afecta negativ, în special transferul ochiurilor în cazul structurilor lincs.

Variabila **poziția camei de buclare** (adâncimea de buclare) **prezintă o influență semnificativă asupra parametrilor de structură**. Atât lungimea de fir din ochi cât și masa unității de suprafață depind de adâncimea de buclare folosită, care se reflectă direct în desimea pe verticală (numărul de rânduri pe unitatea de lungime).

Singurul parametru care nu este puternic influențat de această variabilă este desimea pe orizontală  $D_o$ . Intervalele de variație pentru acest parametru sunt foarte restrânse și depind în principal de corelația finețe fir-finețe utilaj, așa cum rezultă și din tabelul 13. Intervalele de variație pentru cele două tipuri de utilaj sunt foarte apropiate sau chiar se suprapun, fiind similare și în cazul celor două legături folosite, mai ales pentru tricourile cu fire alimentate în paralele.

Tabel 13. Variația desimii pe orizontală

Utilaj	Structură, materie primă		Interval de variație $D_o$ [șiruri/100 mm]
530 TC Multigauge, 12 E	Glat	Fir răsucit 2x31 tex	58 ÷ 66
		Fir simplu 72 tex	58 ÷ 66
	Lincs 1x1	Fir răsucit 2x31 tex	54 ÷ 57
		Fir simplu 72 tex	54 ÷ 59,5
330 TC, 5E	Glat	Fir răsucit 4x2x31 tex	29 ÷ 31
		Fir simplu 3x72 tex	32 ÷ 36
	Lincs 1x1	Fir răsucit 4x2x31 tex	29 ÷ 32,5
		Fir simplu 3x72 tex	32 ÷ 34

Datele experimentale sugerează că desimea pe orizontală este influențată și de elasticitatea firelor folosite. Variantele realizate cu valoarea minimă pentru poziția camei

de buclare ( $NP = 10,5$ ) au o desimi foarte mari, mult superioare desimilor specifice mostrelor produse cu celelalte patru nivele ale NP. Această diferență ar putea fi cauzată de o supratensionare a firelor, datorită lungimii de consum extrem de mici.

În cazul **lungimii de fir din ochi**, se vor discuta valorile determinate pentru legătura glat, respectiv lincs 1x1 funcție de finețea mașinii și apoi se vor compara valorile obținute între ele. În primul caz se urmărește influența fineții firului asupra lungimii de consum pe mașină și implicit a lungimii de fir din ochi. În al doilea caz se pornește de la ideea că structura lincs, fiind caracterizată printr-o alternanță de rânduri cu aspect diferit de tip glat, consumul de fir este cel pentru ochiul glat, transferul ochiurilor pe fontura opusă conducând la o redistribuire a firului în ochi și eventual la o alungire a acestuia, cauzată de tensiunile suplimentare generate pe durata transferului. Valorile lungimii de fir au fost comparate pentru cele 5 nivele ale poziției camei de buclare. Pentru variantele experimentale cu același nivel, dar cu valori diferite ale vitezei de tragere s-a considerat o medie pentru lungimea de fir din ochi.

Așa cum era de așteptat, creșterea desimii pe verticală duce la o scădere a lungimii de fir din ochi.

Comparând valorile medii rezultă un interval îngust de variație pentru fiecare din cele două evoluții, așa cum este ilustrat în graficele din figurile 24 și 25. Diferența de finețe/diametru între cele două fire, precum și structura acestora au o influență destul de mică asupra lungimii de fir din ochi. O creștere a diametrului firului, corespunzătoare unei fineți mai reduse duce la o creștere a lungimii de fir din ochi.

În cazul mașinii de finețe 12E diferența de diametru este mai mică și în consecință valorile sunt extrem de apropiate – diferențele nu depășesc 3,7% pentru glat, iar pentru lincs 1x1 sunt și mai mici (până la 2%).

În cazul mașinii de finețe 5E, diferența de finețe/diametru a firelor este mai mare și în consecință și intervalul de variație crește, fără însă a depăși 7% pentru ambele tipuri de legături.

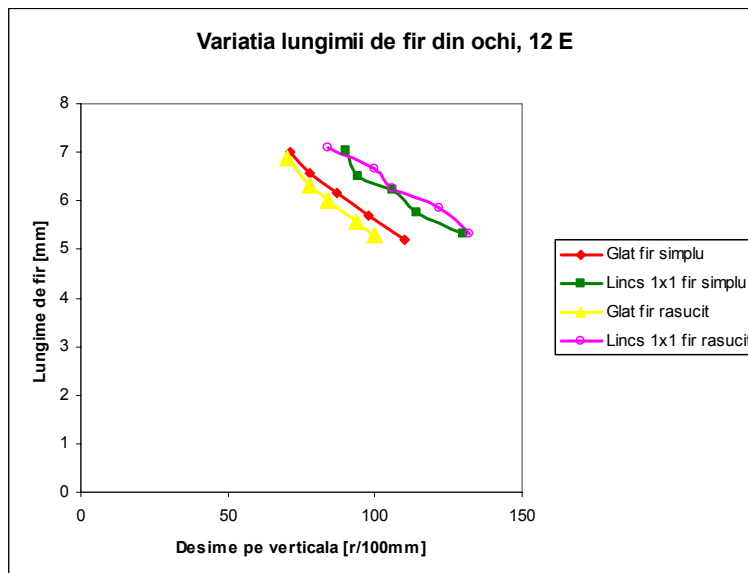


Figura 24. Variația lungimii de fir din ochi, funcție de structură și finețea firului – utilaj 12E

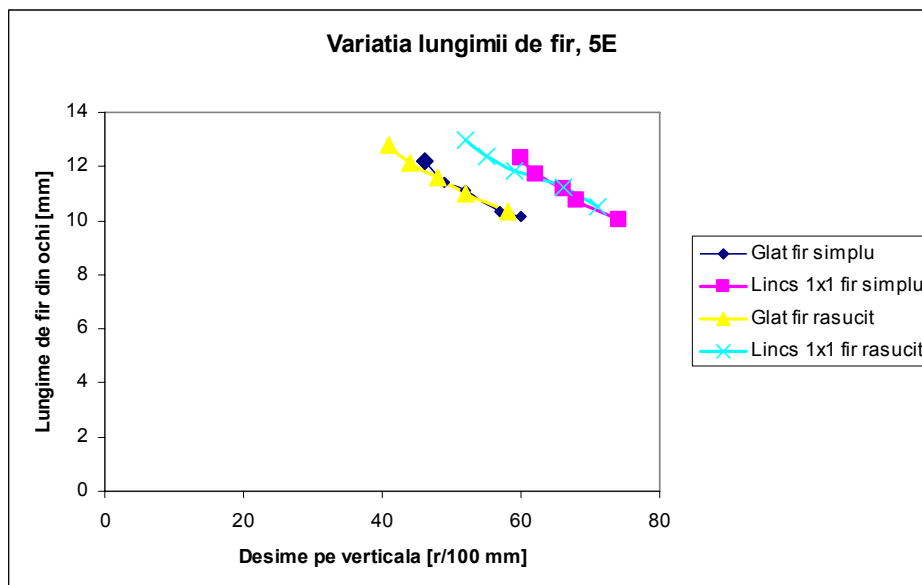


Figura 25. Variația lungimii de fir din ochi, funcție de structură și finețea firului – utilaj 5E

Un aspect interesant este comparația între lungimea de ochi pentru legătura glat și pentru legătura lincs 1x1, produse din același fir, pe același utilaj.

Valorile pentru lungimea de fir din ochiul glat și linc sunt prezentate în tabelele 14 și 15. Pentru precizia comparației s-a menținut și a doua variabilă independentă, valorile fiind însă ordonate în funcție de prima variabilă.

Tabel 14. Compararea valorilor pentru lungimea de fir din ochiul glat și lincs (12E)

	Varianta		Fir simplu 72 tex			Fir răsucit 2x31 tex		
	NP	WM	Glat	Lincs	Diferențe	Glat	Lincs	Diferențe
1	10,5	6,0	5,19	5,31	2,31	5,3	5,33	0,57
2	11	5,5	5,72	5,76	0,70	5,59	5,82	4,11
3	11	6,5	5,69	5,77	1,41	5,56	5,88	5,76
4	11,4	5,0	6,18	6,2	0,32	6,01	6,26	4,16
5	11,4	6,0	6,14	6,21	1,14	6	6,23	3,83
6	11,4	7,0	6,18	6,26	1,29	6,01	6,3	4,83
7	11,8	5,5	6,56	6,48	-1,22	6,28	6,66	6,05
8	11,8	6,5	6,56	6,52	-0,61	6,36	6,67	4,87
9	12,2	6,0	6,99	7,03	0,57	6,87	7,1	3,35

Tabel 15. Compararea valorilor pentru lungimea de fir din ochiul glat și lincs (5E)

	Varianta		Fir simplu dublat 3x72 tex			Fir răsucit dublat 4x2x31 tex		
	NP	WM	Glat	Lincs	Diferențe	Glat	Lincs	Diferențe
1	10,5	6,0	10,13	10,04	-0,89	10,35	10,5	1,43
2	11	5,5	10,29	10,7	3,98	11,01	11,19	1,61
3	11	6,5	10,47	10,82	3,34	11,02	11,23	1,87
4	11,4	5,0	11,1	11,27	1,53	11,65	11,86	1,77
5	11,4	6,0	11,0	11,01	0,09	11,61	11,85	2,03
6	11,4	7,0	11,01	11,16	1,36	11,59	11,81	1,86
7	11,8	5,5	11,42	11,63	1,84	12,15	12,34	1,54
8	11,8	6,5	11,38	11,78	3,51	12,17	12,37	1,62

9	12,2	6,0	12,19	12,32	1,07	12,77	13	1,77
---	------	-----	-------	-------	------	-------	----	------

Din tabele rezultă o lungime mai mare pentru ochiul lincs, excepțiile putând fi datorate variației tensiunii și neuniformității firelor. Diferențele existente sunt se află într-un interval redus, în general până la 4%, pentru cea mai mare parte nedepășind 2%.

Se ridică astfel problema posibilității estimării lungimii de fir din ochiul lincs pornind de la ochiul glat. Pe de altă parte, geometria specifică ochiului glat este diferită de cea a ochiului lincs, datorită înclinării flancurilor. Chiar dacă lungimea de fir este similară, desimea pe verticală nu are valori identice, acest lucru afectând în final masa tricotului pe unitatea de suprafață. În plus, comportarea pe durata relaxării tricoturilor este diferită, cauza fiind nu numai structura, dar și nivelul diferit de tensiune în fir.

Rămâne însă ideea că lungimea de fir pentru ochiul lincs poate fi estimată cunoscând lungimea ochiului glat, pentru restul parametrilor de structură fiind necesară o proiectare separată.

**Masa unității de suprafață  $M/m^2$**  depinde de lungimea de fir din ochi și dimensiunile acestuia. Figurile 26 și 27 prezintă variația masei funcție de evoluție și finețea utilajului.

O comparație a valorilor experimentale obținute pentru acest parametru arată că pentru o anumită finețe de utilaj, masa unității de suprafață variază într-un interval mai restrâns pentru tricoturile glat și mai larg pentru tricoturile lincs. O finețe inferioară a utilajului (5E) presupune fineți mai scăzute pentru fire, ceea ce separă intervalele de variației pentru glat și lincs.

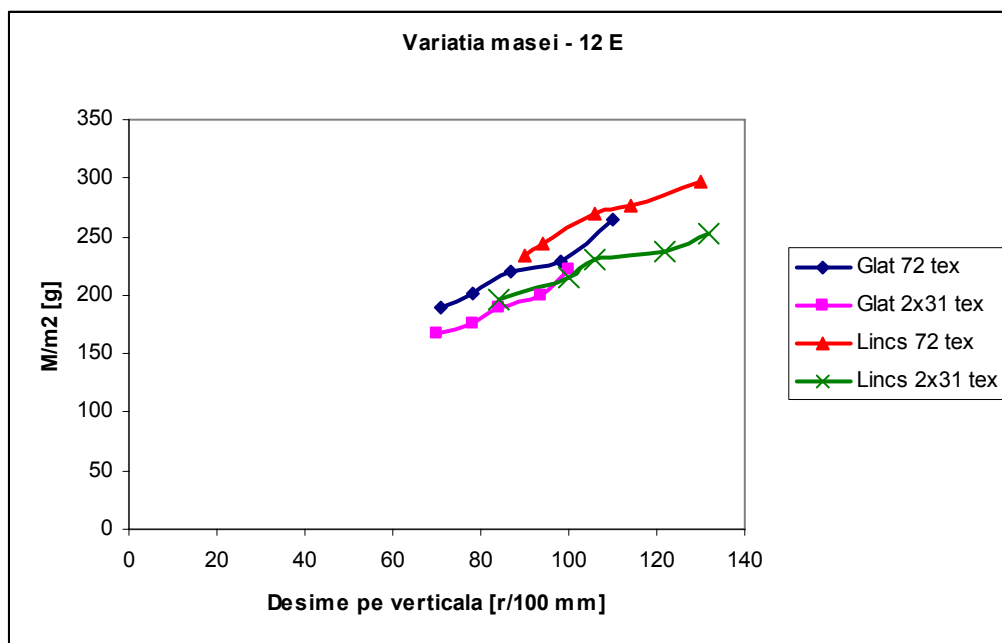


Figura 26. Variația masei unității de suprafață funcție de structură și finețea firului – utilaj 12 E



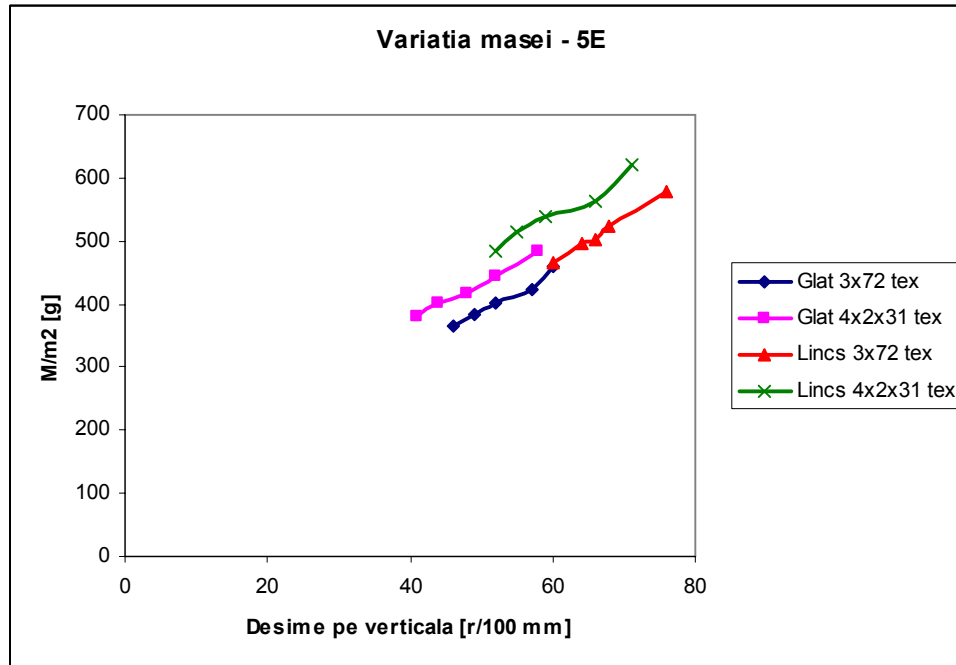


Figura 27. Variația masei unității de suprafață funcție de structură și finețea firului – utilaj 5 E

### 2.3.2. Proiectarea tricotelor glat și lincs folosind modelele de calcul existente

Folosind datele experimentale obținute și în baza algoritmului de calcul prezentat la punctul 2.2, pentru mostrele de tricotel realizate s-au determinat într-o primă etapă:

- coeficientul pasului și înălțimii ochiurilor  $k_A$  și  $k_B$
- coeficientul desimilor  $C$
- factorul cover  $K$

Datele calculate sunt centralizate funcție de structură, în tabelele 5-12, împreună cu valorile experimentale. Calculele s-au efectuat folosind un diametru al firelor diferit de cel în stare liberă, datorită solicitărilor la care este supus firul în ochi. Pentru firele alimentate singular, diametrul în stare întinsă s-a considerat diminuat cu 5-10% față de cel inițial. Pentru firele alimentate în paralel s-a aplicat formula de calcul prezentată pentru fire răsucite. Valorile considerate pentru diametrul firelor sunt prezentate în tabelul 16.

Tabel 16. Diametrul firelor folosit în calculul parametrilor de structură

	Tipul firului	Diametru în stare liberă [mm]	Diametru în stare întinsă [mm]
1	Fir simplu, 72 tex	0,425	0,4
2	Fir răsucit, 2x31 tex	0,4	0,375
3	Fir simplu, alimentat în paralel 3x72 tex	-	0,865
4	Fir răsucit, alimentat în paralel 4x2x31 tex	-	0,905

Analizând valorile calculate pentru parametrii precizați, rezultă că acestea se încadrează în limite normale pentru tricotelile produse dintr-un singur fir, pe mașina de finețe 12 E,

pentru care se verifică condițiile impuse în cazul coeficientului pasului și coeficientului înălțimii ochiului:  $k_A \geq 4$  și  $k_B \geq 2$ . Pentru tricourile glat, coeficientul desimilor C se situează în intervalul 0,6 – 0,83, iar factorul cover K variază în intervalul 1,15 – 1,61. Pentru tricourile lincs 1x1, coeficientul desimilor C se situează în intervalul 0,4 – 0,6, iar factorul cover K variază în intervalul 1,11 – 1,58.

Pentru tricourile la care alimentarea s-a făcut în paralel, coeficientului pasului și coeficientului înălțimii ochiului au valori sub limita inferioară definită teoretică, care se sprijină pe ideea compactității maxime a ochiului fără modificarea diametrului. Datele experimentale sugerează că în cazul alimentării în paralel această limită își poate pierde justificarea, în principal datorită faptului că firele se dispun variabil din punct de vedere al secțiunii transversale, modificând dimensiunile acestora în punctele de legare. Valorile determinate se încadrează în următoarele intervale, definite în tabelul 17. Valorile coeficientului desimilor C și ale factorului cover sunt în limite normale.

Tabel 17. Intervale de variație pentru coeficienții parametrilor de structură

	Structură/fir	$k_A$	$k_B$	C	K
1	Glat, 3x72 tex	3,21 – 3,61	1,93/2,03 – 2,51	0,6 – 0,7	1,19 – 1,43
2	Glat, 4x2x31 tex	3,27 – 3,83	1,92/2,14 – 2,31	0,59 – 0,71	1,23 – 1,56
3	Lincs 1x1, 3x72 tex	4,2 – 4,52	1,52 – 1,93	0,45 – 0,50	1,18 – 1,45
4	Lincs 1x1, 4x2x31 tex	3,42 – 3,83	1,56 – 2,14	0,46 – 0,56	1,21 – 1,50

Se remarcă valorile coeficientului pasului ochiului, inferioare limitei, cu o singură excepție (lincs 1x1, 3x72 tex). Pentru coeficientul înălțimii ochiului în structură glat, acesta este sub limita minimă numai pentru tricourile produse cu cea mai mare desime, în rest valorile fiind normale. Figura 28 prezintă dispunerea firelor alimentate în paralel în ochiurile de tricot glat. Se poate remarca poziția modificată a firelor la nivelul buclei de ac și de platină, care a ca efect o diminuare a dimensiunii secțiunii transversale.



Figura 28. Dispunerea firelor simple alimentate în paralel în ochiul de tricot

Modelele geometrice de calcul pentru lungimea de fir din ochi definite în cadrul algoritmului de proiectare la punctul 2.2 au fost verificate folosind datele experimentale obținute și anume:

- tricot glat – model Dalidovici plan, Dalidovici spațial și Pierce Chamberlaine
- tricot lincs – model Dalidovici

S-a luat în considerare numai variația poziției camei de buclare NP la cele cinci nivele. Tabelele 18 și 19 centralizează valorile experimentale determinate pentru lungimea de fir din ochi și valorile calculate pentru toate variantele de tricot produse.

Tabel 18. Valorile experimentale și calculate pentru lungimea de fir din ochiurile glat

Nr. crt.	Fir, utilaj	NP	Valoare medie măsurată	Model Dalidovici		Model Dalidovici 3D		Model Chamberlaine	
				valoare	diferență [%]	valoare	diferență [%]	valoare	diferență [%]
1	Fir simplu 72 tex, utilaj 12 E	10,5	5,19	5,45	-5,01	5,99	-15,41	5,71	-10,02
2		11,0	5,71	5,87	-2,80	6,36	-11,38	6,06	-6,13
3		11,4	6,16	6,13	0,49	6,59	-6,98	6,31	-2,44
4		11,8	6,56	6,48	1,22	6,92	-5,49	6,64	-1,22
5		12,2	6,99	6,78	3,00	7,19	-2,86	6,92	1,00
6	Fir răsucit 2x31 tex, utilaj 12E	10,5	5,3	5,5	-3,77	4,97	3,58	5,69	-7,36
7		11,0	5,57	5,75	-3,23	5,11	8,26	5,9	-5,92
8		11,4	6,01	6,04	-0,50	5,25	12,65	6,17	-2,66
9		11,8	6,32	6,34	-0,32	5,41	14,40	6,43	-1,74
10		12,2	6,87	6,57	4,37	5,49	20,09	6,68	2,77
11	Fir 3x72 tex, utilaj 5E	10,5	10,13	10,41	-2,76	11,72	-15,70	11,25	-11,06
12		11,0	10,38	10,84	-4,43	12,1	-16,57	11,59	-11,66
13		11,4	11,00	11,18	-1,64	12,38	-12,55	11,93	-8,45
14		11,8	11,40	11,56	-1,40	12,71	-11,49	12,25	-7,46
15		12,2	12,19	11,97	1,80	13,08	-7,30	12,61	-3,45
16	Fir 4x2x31 tex, utilaj 5E	10,5	10,35	10,89	-5,22	12,25	18,36	11,74	-13,43
17		11,0	11,02	11,58	-5,08	12,84	16,52	12,32	-11,80
18		11,4	11,62	12,06	-3,79	13,26	14,11	12,74	-9,64
19		11,8	12,16	12,6	-3,62	13,75	13,08	13,22	-8,72
20		12,2	12,77	13,12	-2,74	14,21	11,28	13,67	-7,05

Tabel 19. Valorile experimentale și calculate pentru lungimea de fir din ochiurile lincs

Nr, Crt,	Fir, utilaj	NP	Valoare măsurată medie	Model Dalidovici	
				valoare	diferență [%]
1	Fir simplu 72 tex, utilaj 12 E	10,5	5,31	6,25	-17,70
2		11,0	5,77	6,52	-13,00
3		11,4	6,22	6,61	-6,27
4		11,8	6,52	6,89	-5,67
5		12,2	7,03	7,02	0,14
6	Fir răsucit 2x31 tex, utilaj 12E	10,5	5,33	6,28	-17,82
7		11,0	5,86	6,3	-7,51
8		11,4	6,27	6,57	-4,78
9		11,8	6,66	6,74	-1,20
10		12,2	7,1	7,02	1,13
11	Fir 3x72 tex, utilaj 5E	10,5	10,04	9,67	3,69
12		11,0	10,76	9,9	7,99
13		11,4	11,15	10,08	9,60
14		11,8	11,71	10,14	13,41
15		12,2	12,33	10,5	14,84
16	Fir 4x2x31 tex, utilaj 5E	10,5	10,5	10,11	3,71
17		11,0	11,21	10,25	8,56
18		11,4	11,84	10,52	11,15
19		11,8	12,35	10,77	12,79
20		12,2	13	11,02	15,23

Din cele două tabele se pot desprinde următoarele concluzii:

1. În cazul evoluției glat modelul Dalidovici 2D a prezentat cea mai mare apropiere față de datele experimentale, urmat de modelul Pierce Chamberlaine și modelul Dalidovici 3D. Se poate spune că modelul Dalidovici 2D este în concordanță cu valorile reale în cazul tricoturilor realizate.
2. În cazul evoluției lincs 1x1 modelul Dalidovici nu coincide cu valorile medii experimentale, diferențele fiind semnificative (în general peste 5%, ajungând și la 17%).
3. Cele mai mari diferențe apar la tricoturile obținute prin alimentarea în paralel a firelor (utilaj 5E). Valorile calculate cu modelul Dalidovici sunt mai mici decât cele reale. Diferențele se amplifică la creșterea înălțimii ochiului.
4. În cazul folosirii unui singur fir (simplu sau răsucit), valorile teoretice sunt mai mari decât cele reale, iar pentru tricoturile produse prin alimentarea în paralel a firelor valorile teoretice sunt inferioare celor reale.
5. Principala motivație pentru această neconcordanță stă în ignorarea gradului de împachetare al tricoturilor lincs, ceea ce afectează valoarea reală a înălțimii ochiului. Utilizarea înălțimii B a ochiului determinată pe verticală se dovedește a defini eronat lungimea flancurilor ochiului lincs.
6. Este necesară folosirea unui alt model geometric, care să țină cont de gradul de împachetare al ochiurilor lincs.

### 2.3.3. Compararea rezultatelor experimentale cu valorile obținute prin proiectare. Validarea modelelor

Modelul propus pentru lungimea firului din ochiul lincș, definit la punctul 1.3 a fost comparat cu valorile reale obținute pentru variantele de tricot.

Deoarece modelul pornește de la gradul de împachetare al ochiurilor de tricot, exprimat prin valoarea unghiului  $\gamma$ , folosind în formulă înălțimea convențională a ochiului  $B_c$ , stabilirea acestui unghi a fost extrem de importantă. Din motivele prezentate la definirea modelului de calcul, s-a considerat o împachetare la un unghi de  $60^\circ$ .

S-au folosit aceleași valori ale diametrelor firelor prezentate în tabelul 16.

Valorile calculate pentru lungimea de ochi lincș și diferențele în raport cu valorile determinate experimental sunt prezentate în tabelul 20.

Tabel 20. Valorile experimentale și calculate pentru lungimea de fir din ochiurile lincș (model propus)

Nr. crt.	Fir, utilaj	NP	Valoare măsurată medie	Model propus	
				valoare	diferență [%]
1	Fir simplu 72 tex, utilaj 12 E	10,5	5,31	5,62	-5,84
2		11,0	5,77	5,93	-2,77
3		11,4	6,22	6,08	2,25
4		11,8	6,52	6,41	1,69
5		12,2	7,03	6,55	6,83
6	Fir răsucit 2x31 tex, utilaj 12E	10,5	5,33	5,7	-6,94
7		11,0	5,86	5,8	1,02
8		11,4	6,27	6,14	2,07
9		11,8	6,66	6,34	4,80
10		12,2	7,1	6,69	5,77
11	Fir 3x72 tex, utilaj 5E	10,5	10,04	10,80	-7,57
12		11,0	10,76	11,23	-4,37
13		11,4	11,15	11,41	-2,33
14		11,8	11,71	11,64	0,60
15		12,2	12,33	11,92	3,33
16	Fir 4x2x31 tex, utilaj 5E	10,5	10,5	11,36	-8,19
17		11,0	11,21	11,64	-3,84
18		11,4	11,84	12,13	-2,45
19		11,8	12,35	12,5	-1,21
20		12,2	13	12,84	1,23

La o primă analiză se poate observa că **valorile calculate prin noul model propus sunt apropiate valorilor experimentale pentru lungimea de fir din ochiul lincș**. Diferențele sunt în general situate în intervalul  $\pm 5\%$ , singura excepție fiind întâlnită pentru varianta corepunzătoare nivelelor minime pentru cele două variabile considerate, indiferent de firul folosit. Această diferență este negativă (lungimea de fir reală este mai mică decât cea calculată) indică existența unei limitări în depunerea firului în respectivele condiții tehnologice, ceea ce generează o tensionare suplimentară a firului și deformarea acestuia.

Tricoturile care prezintă diferențele cele mai semnificative sunt cele realizate prin alimentarea unui singur fir, pe mașina de finețe 12E. Explicația acestor valori ale

diferențelor poate sta în neuniformitatea firelor și în faptul că valorile puternic neconcordanțe sunt valorile minime și maxime. În cazul valorilor minime se poate vorbi de o supratensionare a firelor și în cazul valorilor maxime de o scădere a tensiunii în fir.

Comparând valorile reale cu cele obținute pentru lungimea de fir din ochi folosind modelul Dalidovici și cu cele obținute în baza noului model propus se pot sublinia că **modelul propus prezintă o concordanță mai mare cu realitatea decât modelul Dalidovici**. Intervalul de variație al valorilor calculate cu modelul Dalidovici în raport cu valorile reale este mult mai larg decât în cazul noului model propus.

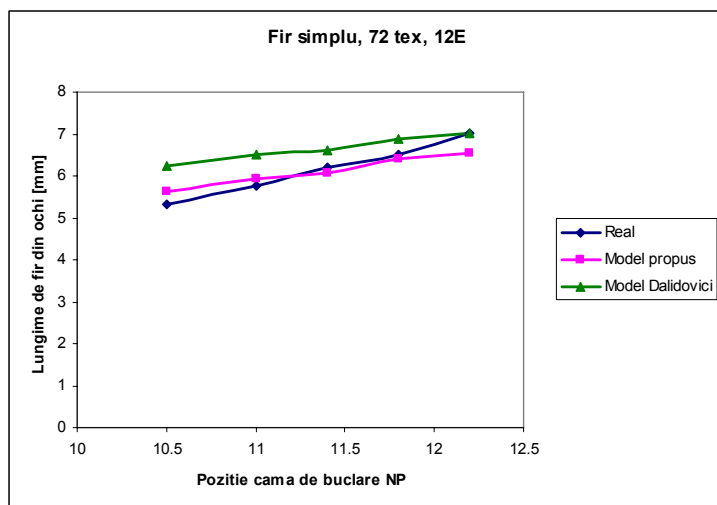
Graficele comparative din figura 29 ilustrează concordanța noului model pentru lungimea de fir din ochi cu valorile experimentale. Din grafice se poate observa apropierea valorilor reale de cele calculate în baza noului model și evoluția separată a valorilor calculate cu modelul Dalidovici.

Deoarece masa unității de suprafață este un parametru de structură complex, care înglobează influența mai multor parametri (desimi, lungime de fir din ochi, finețea firului) s-a considerat necesar calculul masei folosind lungimea de fir din ochi determinată în baza celor două modele și compararea valorilor cu valorile experimentale.

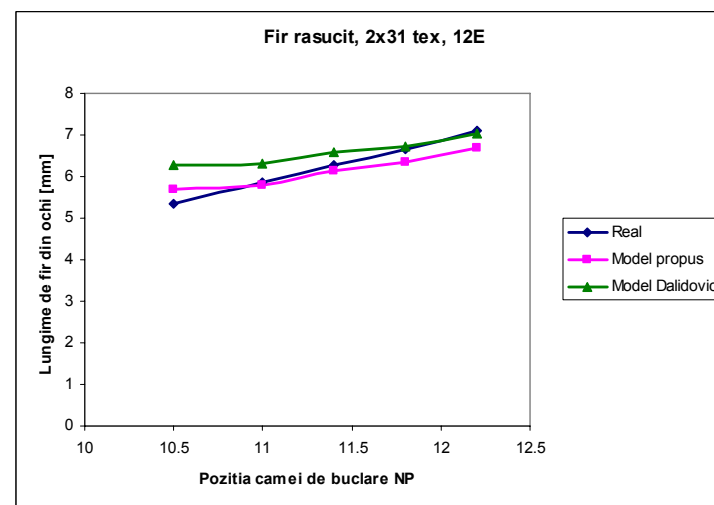
Tabelul 21 prezintă valorile reale și calculate ale masei unității de suprafață, datele fiind apoi ilustrate grafic în figura 30.

Tabel 21. Masa unității de suprafață

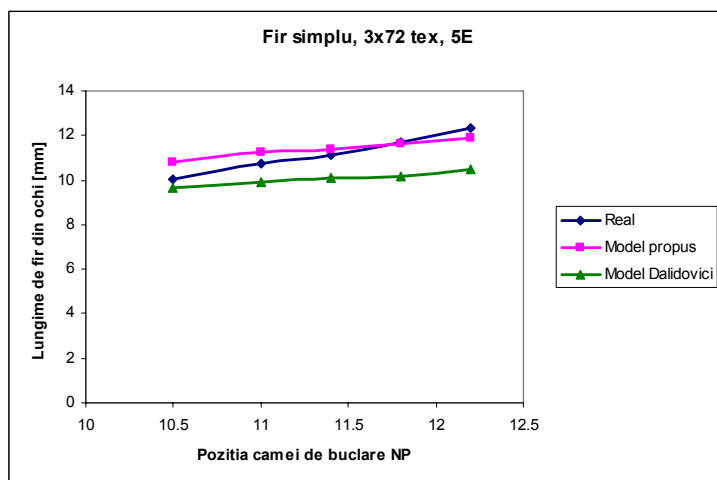
Nr,	Fir, utilaj	NP	Masa unității de suprafață $M/m^2$ [g]				
			Valoare reală (medie)	Model propus		Model Dalidovici	
				Valoare	Dif. [%]	Valoare	Dif. [%]
1	Fir simplu 72 tex, utilaj 12 E	10,5	297	312	-5,05	348	-17,17
2		11,0	277	290	-4,69	319	-15,16
3		11,4	269	278	-3,35	302	-12,27
4		11,8	244	239	2,05	257	-5,33
5		12,2	234	229	2,14	246	-5,13
6	Fir răsucit 2x31 tex, utilaj 12E	10,5	252	275	-9,19	303	-20,30
7		11,0	238	251	-5,29	272	-14,37
8		11,4	230	222	3,68	237	-3,06
9		11,8	215	208	3,41	221	-2,69
10		12,2	196	188	3,87	198	-0,87
11	Fir 3x72 tex, utilaj 5E	10,5	578	602	-4,15	620	-7,27
12		11,0	524	544	-3,82	551	-5,15
13		11,4	502	520	-3,59	528	-5,18
14		11,8	497	498	-0,20	498	-0,20
15		12,2	466	463	0,64	469	-0,64
16	Fir 4x2x31 tex, utilaj 5E	10,5	620	650	-4,84	578	6,77
17		11,0	564	609	-7,98	537	4,79
18		11,4	538	550	-2,23	477	11,34
19		11,8	510	511	-0,20	440	13,73
20		12,2	483	480	0,62	412	14,70



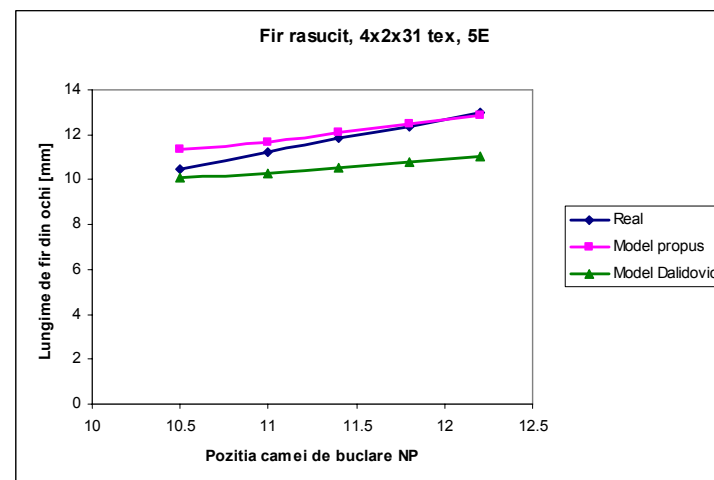
a



b

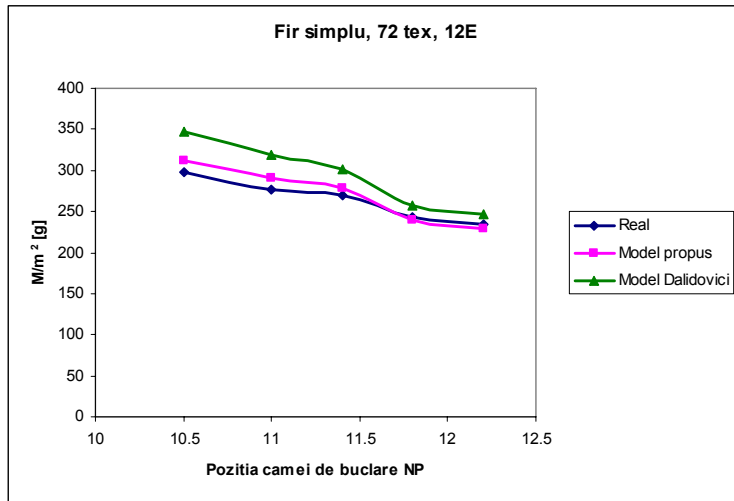


c

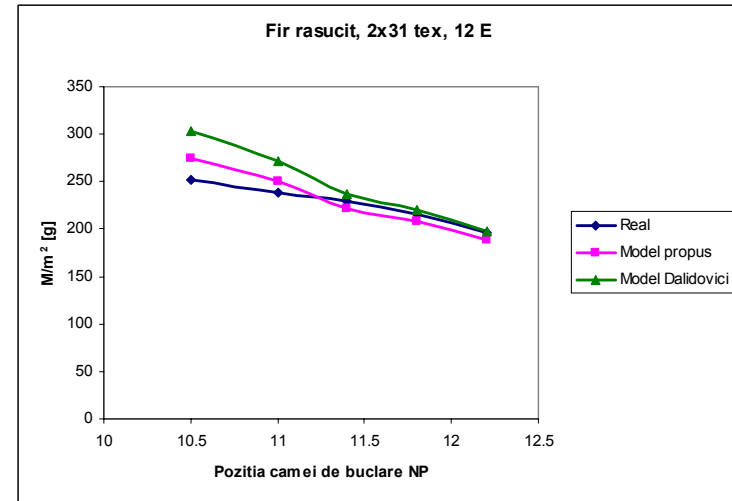


d

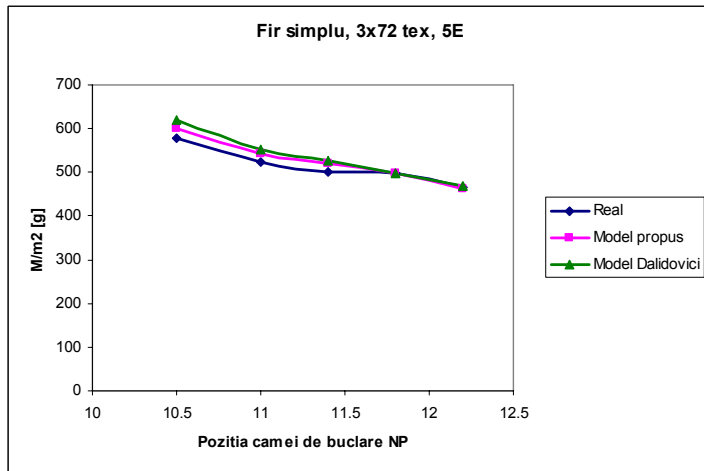
Figura 29. Compararea lungimii de fir din ochi – valori experimentale și valori calculate



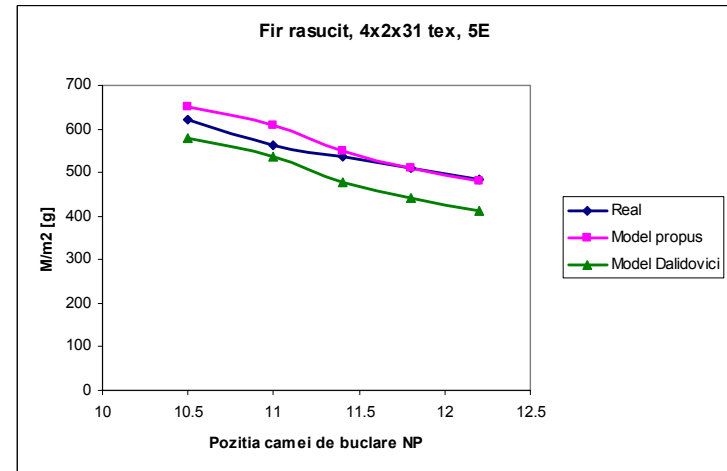
a



b



c



d

Figura 30. Compararea masei unității de suprafață – valori experimentale și valori calculate



Datorită faptului că pentru calculul masei suprafața ochiului ( $s_o = AxB$ ) a fost aceeași pentru fiecare nivel al poziției camei de buclare, diferențele între valorile obținute în baza celor două modele nu mai sunt atât de mari pentru toate variantele considerate. Se poate însă remarca faptul că diferențele dintre masa unității de suprafață determinată folosind lungimea de fir calculată cu modelul propus și valorile experimentale variază într-un interval mai restrâns și valoric și ca distribuție în interiorul intervalului.

Compararea valorilor pentru masa unității de suprafață confirmă concordanța modelului propus cu valorile reale.

### 3. Concluzii

1. Modelarea 3D a geometriei ochiurilor de tricot este necesară în vederea unei reprezentări corecte a structurii tricoturilor care să țină cont de particularitățile de dispunere a firelor în ochi.

S-au identificat și caracterizat elementele constituente cu dispunere specifică pentru fiecare tip de ochi în parte. Pentru realizarea unei reprezentări tridimensionale a ochiurilor de tricot este nevoie să se definească geometria specifică a fiecărui tip de ochi – glat, patent și lincs, precum și elementul de repetitivitate din cadrul ochiului. În cadrul ochiului au fost stabilite punctele determinante pentru stabilirea evoluției firului.

Reprezentarea 3D pornește de la reprezentarea 2D, considerată a fi proiecția ochiului spațial în planul  $xy$ . Ochiul 2D se construiește în baza unui model geometric. Pentru punctele determinante se stabilesc valorile coordonatelor  $x$ ,  $y$  și  $z$ , în funcție de pasul și înălțimea ochiului, diametrul firului și grosimea tricotului.

2. Calculul diametrului firului reprezintă o etapă extrem de importantă în calculul parametrilor de structură ai tricoturilor. În realizarea tricoturilor se utilizează fire simple sau răsucite, alimentate singular sau în paralel.

Ipoteza cea mai des folosită privind secțiunea transversală a firelor este cea a secțiunii circulare, pentru care se definește relația de calcul, în funcție de natura materiei prime și finetea firului (simplu sau răsucit).

Ipoteza secțiunii transversale eliptice se bazează pe ideea că firul prezintă o secțiune poligonală închisă neregulată, care poate fi aproximată cel mai bine printr-o elipsă, a cărei dimensiuni pot fi determinate folosind metode matematice sau metode indirecte (de proiecție a firului rotit succesiv).

3. Proiectarea tricoturilor este o etapă extrem de importantă. Complexitatea geometriei ochiurilor de tricot face ca în etapa de proiectare calculul parametrilor de structură să se realizeze în baza unor modele care să concorde cu realitatea. În caz contrar, erorile pot deveni semnificative.

Este important să se definească corelația finețe fir-finețe utilaj, având în vedere faptul că aceasta reprezintă cel mai important factor în stabilirea desimii pe orizontală a tricoturilor și a pasului ochiului. Poziția camei de buclare (adâncimea

de buclare) este parametrul tehnologic cel mai semnificativ în stabilirea desimii pe verticală și a înălțimii ochiurilor.

Lungimea de fir din ochi se calculează pe tipuri de ochiuri și se poate stabili în baza unor modele geometrice, care consideră numai geometria firului în ochiul relaxat și modele mecanice, care iau în considerație forțele și momentele care apar în ochiul de tricot.

4. Elaborarea unui nou model geometric de calcul pentru ochiul de tip lincs s-a pornit de la disponerea specifică a ochiurilor lincs, a căror flancuri sunt înclinate între cele două planuri ale tricotului sub un anumit unghi, ca urmare a transferului pe fontura opusă.

Pentru stabilirea parametrilor de structură, care caracterizează geometria ochiurilor lincs, s-a avut în vedere gradul de împachetare pe direcțiile principale, reprezentate de înălțimea ochiurilor și grosimea tricotului.

Astfel, au fost identificate 3 ipoteze de dispunere a elementelor specifice:

- Împachetare maximă, caracterizată de valori minime atât ale înălțimii ochiului  $B_{\min} = 2F$  cât și ale grosimii tricotului  $t_{\min} = 3F$ ;  $\gamma \approx 45^{\circ}$ ;
- Împachetare maximă pe direcție longitudinală, caracterizată de valori minime pentru înălțimea ochiului (buclele de platină și de ac ale ochiurilor lincs intră în contact)  $B_{\min} = 2F$  și valoare maximă pentru grosimea tricotului;  $\gamma \approx 30^{\circ}$ ;
- Împachetare medie, caracterizată de valori oarecare pentru înălțimea ochiului și grosimea tricotului;  $\gamma \approx 60^{\circ}$ .

Unghiul  $\gamma$  este determinat de flancurilor ochiului și a fost aproximat folosind funcția tangent. În practică se întâlnește numai ultima situație, primele două putând fi considerate doar ca referință.

Se definește înălțimea convențională a ochiului lincs  $B_c$  ca fiind:

$$B_c = B / \sin \gamma$$

Folosirea înălțimii convenționale în calculul lungimii de fir din ochi permite să se ia în considerare dispunerea reală a ochiului de tricot lincs.

Geometria ochiului de tricot s-a definit în baza următoarelor ipoteze:

- bucla de ac se consideră ca jumătate de elipsă cu axele  $(A/2-F; 3F/2)$ , în timp ce bucla de platină se definește ca un semicerc, cu diametru  $3F/2$ ;
- flancurile se consideră segmente cu proiecțiile  $B_c$  și  $F$ .

Relația obținută pentru calculul lungimii de fir din ochiul lincs este:

$$l = 1.57(A/2 + F) + 2\sqrt{B_c^2 + F^2} + 3\pi F / 2$$

Dacă proiecția  $F$  a flancurilor pe axa  $Ox$  se neglijează, relația devine:

$$l = 1.57(A/2 + F) + 2B_c + 3\pi F / 2$$

5. Pentru validarea modelului geometric propus pentru ochiul lincs s-a creat o bancă de date experimentale, obținută prin tricotarea de mostre în structură glat și lincs 1x1, folosind fire simple și răsucite, alimentate singular și în paralel. Mostrele au fost realizate pe mașini rectilini de tricotat electronice de finețe 5E și 12 E, corespunzătoare fineții firelor folosite.

S-a definit un experiment compus centrat rotabil de ordinul II, cu 5 nivele pentru cele două variabile independente:

- Poziția camei de buclare (adâncimea de buclare)
- Viteza valțurilor de tragere (implicit forța de tragere).

După relaxarea mostrelor până când nu s-au mai întâlnit variații dimensionale, s-au determinat conform standardului următorii parametri de structură:

- Desimea pe orizontală și desimea pe verticală
- Lungimea de fir din ochi
- Masa unității de suprafață

Intervalul de variație ales pentru variabila **viteză/forță de tragere nu prezintă o influență semnificativă asupra parametrilor de structură**. Se poate afirma că tragerea nu introduce deformații suplimentare în fire, acestea rămânând în domeniul elastic. Deși la scoaterea de pe mașină mostrele produse cu aceeași valoare pentru poziția camei de buclare au prezentat diferențe în principal în ceea ce privește lungimea lor, aceste diferențe au dispărut după relaxare, ceea ce sprijină ideea unei mențineri a solicitării firelor în domeniul elastic, așa cum practic este și de dorit. Datele experimentale au arătat diferențe neglijabile între mostrele cu tragere diferită.

Variabila **poziția camei de buclare** (adâncimea de buclare) **prezintă o influență semnificativă asupra parametrilor de structură**. Atât lungimea de fir din ochi cât și masa unității de suprafață depind de adâncimea de buclare folosită, care se reflectă direct în desimea pe verticală (numărul de rânduri pe unitatea de lungime). Singurul parametru care nu este puternic influențat de această variabilă este desimea pe orizontală  $D_o$ . Intervalele de variație pentru acest parametru sunt foarte restrânse și depind în principal de corelația finețe fir-finețe utilaj.

Creșterea desimii pe verticală duce la o scădere a lungimii de fir din ochi. Comparând valorile medii rezultă un interval îngust de variație pentru fiecare din cele două evoluții. O creștere a diametrului firului, corespunzătoare unei fineți mai reduse duce la o creștere a lungimii de fir din ochi.

Comparând lungimea de fir din ochi pentru evoluțiile glat și lincs rezultă o lungime mai mare pentru ochiul lincs. Diferențele existente sunt se află într-un interval redus, în general până la 4%, pentru cea mai mare parte nedepășind 2%.

În baza datelor experimentale s-au calculat și interpretat restul parametrilor de structură.

S-au verificat mai multe modele geometrice pentru structura glat. Dintre acestea, modelul Dalidovici plan a permis obținerea unor valori similare celor experimentale, diferențele nepășind 5%. Verificarea modelului Dalidovici pentru tricotel lincs 1x1 a fost în neconcordanță cu valorile experimentale.

Compararea valorilor experimentale cu cele obținute folosind noul model geometric pentru lungimea de fir din ochiul lincs a arătat concordanță între valori. Singura variantă care a prezentat consistent diferențe semnificative a fost cea

corepunzătoare nivelului minim pentru parametrii tehnologici aleși ca variabile independente, ceea ce sugerează o deformare a firului.

Și în cazul masei unității de suprafață, valorile calculate în baza noului model propus au fost similare valorilor experimentale, diferențele fiind plasate în intervalul  $\pm 5\%$ .

## **Bibliografie**

1. Comandar, C. – *Structura și proiectarea tricoturilor. Tricoturi din bătătură*, editura Cermi, Iași, 1998, ISBN 973-9378-01-3
2. Avram, D. – *Structuri textile fire*, editura Performantica, 2004, ISBN 973-8075-61-0
3. Jasper, W.J., Gunay, M., Suh, M.W. – *Measurement of eccentricity and twist in spun and plied yarns*, Journal of Textile Institute, vol. 96, no. 2, p. 93-97
4. Tsai, I., Chu, W. – *The Measurement of Yarn Diameter and the Effect of Shape Error Factor (SEF) on the Measurement of Yarn Evenness*, Journal of Textile Institute, vol. 87, no. 3, p. 496-508
5. Montgomery, D.C. – *Design and Analysis of Experiments*, a 3<sup>a</sup> ediție, John Wiley&Sons, Inc., New Zork, 1991
6. AutoCAD 2008 – tutoriale
7. \*\*\* - BS 5441