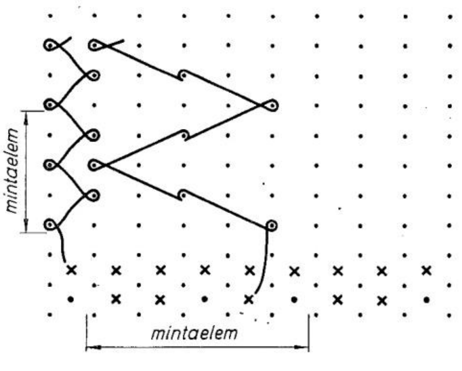
Láncrendszerű kelmék fonalösszetételének és felvetési szükségletének számítása*

LÁZÁR KÁROLY
Habselyem Kötöttárugyár

A láncrendszerű kelmék technológiai leírásainak készítésénél meg kell adni, hogy a kelme milyen részarányban tartalmaz különböző finomságú vagy fajtájú fonalakat. A fonalösszetétel meghatározása a tervezés stádiumában általában csak közelítő pontossággal, számítással történhet. (A közelítés annál jobb, minél pontosabban tudjuk megállapítani az egyes fonalrendszerek bedolgozási arányát). A következőkben a gyakorlatban előforduló leggyakoribb esetekre mutatjuk be a számítás menetét.

A fonalösszetétel számítása

Tételezzük fel, hogy az *1. ábrán* bemutatott kétlétrás kelmét kívánjuk elkészíteni, az I. (alsó) létrában $T_1 = 22$ dtex, a II. (felső) létrában $T_2 = 44$ dtex finomságú fonalból. Mint az ábrából látható, a befűzés mintaeleme 5 lyuktűre terjed ki, s ezen belül az I. létrába (tele fűzéssel) $z_1 = 5$, a II. létrába (kihagyásos fűzéssel) $z_2 = 3$ fonal van fűzve. Az I. létra által bevezetett fonalból a négysoros mintaelembe l_1, a II. létra fonalából l_2 hosszúságú fonal dolgozódik be. Kérdés, hogy *a kétféle fonal súlyaránya* milyen.



1. ábra

A mintaelem összsúlya (Q) az egyes létrák által bevezetett fonalak súlyának (Q_1, Q_2) összegeként adódik:

$$Q = Q_1 + Q_2 \tag{1}$$

Az egyes létrák fonalainak súlyát a következőképpen számítjuk ki:

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= z_1 T_1 l_1 \\ Q_2 &= z_2 T_2 l_2 \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

amiből tehát

$$Q = z_1 T_1 l_1 + z_2 T_2 l_2 \tag{3}$$

(A fenti egyenletekben T a fonal finomsága direkt számozási rendszerben, célszerűen tehát tex-ben, vagy abból levezetett egységben, pl. dtex-ben).

Ha az I. létra fonalainak százalékos súlyarányát számítjuk, akkor a

$$q_1 = \frac{Q_1}{Q} \cdot 100 = \frac{100\,Q_1}{Q_1 + Q_2}\ [\%]$$

összefüggés szerint kell dolgoznunk, ahova Q, Q_1 és Q_2 értékeit (2)-ből és (3)-ból helyettesíthetjük be:

$$q_1 = \frac{z_1 T_1 l_1}{z_1 T_1 l_1 + z_2 T_2 l_2}\, 100\ [\%] \tag{4}$$

* Szerző lapunk 1974. évi cikkpályázatára beküldött, „Gyártástervezés" jeligéjű, II. díjat nyert cikke.

Hasonlóképpen

$$q_2 = \frac{z_2 T_2 l_2}{z_1 T_1 l_1 + z_2 T_2 l_2}\, 100\ [\%] \tag{5}$$

Az egy mintaelembe bedolgozott fonalhossz (l) általában nem ismeretes a tervezés időszakában, ezért abszolút értékei helyett arányszámokkal (bedolgozási arány) dolgozunk. Bevezetve az

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{b_2}{b_1}$$

arányt, a (4) összefüggés így alakítható át (mind a számlálót, mind a nevezőt osztjuk l_1-gyel):

$$q_1 = 100\,\frac{z_1 T_1}{z_1 T_1 + z_2 T_2 \dfrac{l_2}{l_1}} = 100\,\frac{z_1 T_1}{z_1 T_1 + z_2 T_2 \dfrac{b_2}{b_1}}\ [\%] \tag{6}$$

és hasonlóképpen

$$q_2 = 100\,\frac{z_2 T_2}{z_1 T_1 \dfrac{b_1}{b_2} + z_2 T_2}\ [\%] \tag{7}$$

Magától értetődik, hogy

$$q_2 = 100 - q_1 \qquad [\%]$$

(feltéve, hogy csak két létra működik), amivel természetesen a számítás egyszerűbbé válik, mert q_2-t nem szükséges (7) szerint számítani.

Egyszerűbb számok esetén könnyen kezelhetők az alábbi átalakított kifejezések:

$$q_1 = \frac{100}{1 + \dfrac{z_2}{z_1}\dfrac{T_2}{T_1}\dfrac{b_2}{b_1}}\ [\%] \tag{8}$$

illetve

$$q_2 = \frac{100}{1 + \dfrac{z_1}{z_2}\dfrac{T_1}{T_2}\dfrac{b_1}{b_2}}\ [\%] \tag{9}$$

A tervezett minta kiindulásaként a mintaelem fonalainak száma *(z)* létránként, valamint az összes alkalmazott fonalfinomságok *(T)* ismertek, a bedolgozási arányszámok *(b)* pedig a fektetési rajzból meghatározhatók. Ez utóbbira a szakirodalom [1, 2] a következő módszert ajánlja:

1. Minden szem (szemláb nélkül) 2 egységet képvisel.
2. A szemlábak hossza annyi egység, ahány ugrásos fektetésről van szó. Zsinórfektetésnél a szemláb 0,5 egységnek vehető.
3. Bélelőfektetésnél a szemsorirányú szakaszok hossza tűosztásonként 0,5 egység, amiben már a visszafordulások fonalszükséglete is bennfoglaltatik.

Ez a bedolgozási arány számítás nem teljesen exakt ugyan, de a gyakorlat számára kielégítő eredményt ad. (Egyes esetekben, mint pl. velúr kelmék készítésénél, vagy szemsorirányú plisszé előállításánál a fenti értékektől el kell térni, erre a gyakorlat megfelelő korrekciókat alakított ki). Pontosabb számításoknál (főleg tudományos munkákban) a szakirodalomban fellelhető számos összefüggés valamelyike alkalmazható l számítására [1, 3...8], azonban ezeknek a képleteknek az érvényességét az adott kötésmódra előre ellenőrizni kell.

Az 1. ábrával jellemzett kötésmódnál a számítás a következőképpen alakul:

I. létra — A mintaelem 4 sorának mindegyikében rendes szem képződik, azaz a szemekre $4 \cdot 2 = 8$ egységet kell számítani. A szemek között mindenütt egyugrásos szemláb van, így ezek hossza együttesen $4 \cdot 1 = 4$ egység. A teljes bedolgozási arányszám tehát: $b_1 = 8 + 4 = 12$.

II. létra — A mintaelem 4 sorának mindegyikében rendes szem képződik, azaz a szemekre $4 \cdot 2 = 8$ egységet kell számítani. A szemek között mindenütt kétugrásos szemláb van, így ezek hossza együttesen $4 \cdot 2 = 8$ egység. A teljes bedolgozási arányszám tehát: $b_2 = 8 + 8 = 16$.

A két létra fonalainak bedolgozási aránya így

$$\frac{b_1}{b_2} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$$

Az ábrával kapcsolatban közölt többi adattal együtt most már az I. létrába fűzött fonal részaránya (8) szerint:

$$q_1 = \frac{100}{1 + \frac{3}{5}\,\frac{44}{22}\,\frac{4}{3}} = 38{,}5\%$$

a II. létrába fűzött fonal részaránya pedig

$$q_2 = 100 - 38{,}5 = 61{,}5\%$$

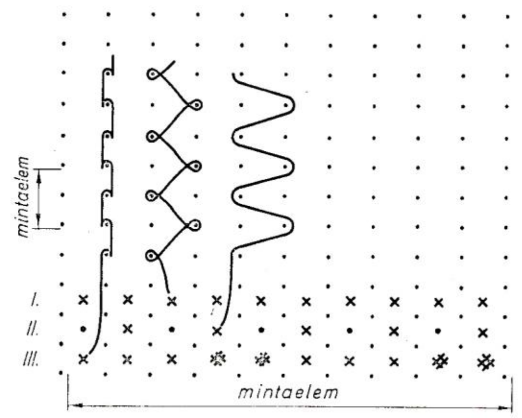
A (4) összefüggés értelemszerűen kiterjeszthető más (nagyobb) létraszámokra is. Teljesen általános alakban írhatjuk, hogy ha n számú létra közül az i-edik létra fonalainak részarányát kívánjuk meghatározni, akkor

$$q_i = 100\,\frac{Q_i}{\sum_{j=1}^{n} Q_j} = 100\,\frac{z_i T_i b_i}{\sum_{j=1}^{n} z_j T_j b_j}\ [\%] \qquad (10)$$

és természetesen

$$\sum_{j=1}^{n} q_j = 100$$

A fenti számítási módszer alkalmazható akkor is, ha q_i nem egy önálló létra fonalainak részarányát jelenti, hanem többféle fonalból alkotott fonalrendszer egyik összetevőjének részarányát.



2. ábra

Tekintsünk például egy háromlétrás kelmét, amelynek fektetési rajza a *2. ábrán* látható. A mintaelem szélessége 10 fonalnyi, magassága 2 szemsor. Az I. létrába fűzött fonalak finomsága $T_1 = 22$ dtex, a II. és III. létrába fűzötteké $T_2 = T_3 = 167$ dtex, azonban a III. létrában kétféle színt használtunk; az adott esetben $z_{III_1} = 6$, $z_{III_2} = 4$. Kérdés, hogy az ábrán $\times$-szel jelölt szín milyen részarányt képvisel a teljes fonalmennyiségből.

Először is meghatározzuk a bedolgozási arányt.

I. létra — Minden szemsorban rendes szemek készülnek, így a mintaelem 2 sorában a szemek összesen $2 \cdot 2 = 4$ egységet képviselnek. Köztük egyugrásos szemlábak vannak, amelyekre $2 \cdot 1 = 2$ egység jut. Így $b_1 = 4 + 2 = 6$.

II. létra — A bélelőfektetés szemsorirányú szakasza minden szemsorban 2 szemoszlopnyi, ezeket szemoszloponként 0,5 egységgel kell számításba venni: $2 \cdot 0{,}5 = 1$ egység szemoszloponként, a mintaelem egészében $b_2 = 2$.

III. létra — A szemekből szemsoronként 2—2, a szemlábakból 0,5—0,5 egység adódik, így a kétsoros mintaelemben $b_3 = 4 + 1 = 5$.

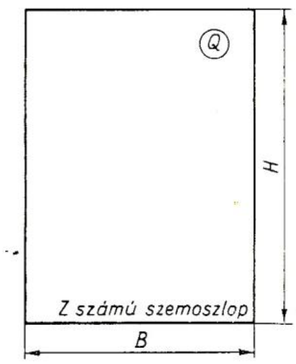
A (10) összefüggést most $n = 4$-re vonatkoztatjuk, mert a 3 létra közül az egyikben kétféle fonal van és épp ezek közül az egyiknek keressük a részarányát. Jelöljük ezt pl. 3-as indexszel ($i = 3$), amivel $z_{III_1} \equiv z_3$:

$$q_3 = 100\,\frac{z_3 T_3 b_3}{\sum_{j=1}^{4} z_j T_j b_j} =$$

$$= \frac{100 \cdot 6 \cdot 167 \cdot 5}{10 \cdot 22 \cdot 6 + 5 \cdot 167 \cdot 2 + 6 \cdot 167 \cdot 5 + 4 \cdot 167 \cdot 5} = 44{,}2\%$$

A felvetési hossz meghatározása

Gyakori feladat a felvetendő fonalhossz megadása meghatározott súlyú kelme gyártásához. Mivel az egyes fonalrendszerek bedolgozódása általában különböző, és eltérhet a fonalak finomsága és a mintaelemben levő darabszámuk is, a felvetési hossz kiszámítása a kelmesúlyból némi meggondolást igényel.



3. ábra

A *3. ábrán* látható kelmedarab B szélességű és H hosszúságú, súlya G. Ez a kelmesúly az egyes létrákhoz tartozó fonalrendszerek együttes súlyából adódik. Két fonalrendszer esetén

$$G = Z_1 T_1 L_1 + Z_2 T_2 L_2 \qquad (11)$$

ahol Z az adott fonalrendszerben levő fonalak száma a teljes kelmeszélességben, T a fonalfinomság texben vagy abból levezetett egységben (pl. dtex), L az adott fonalrendszer egy-egy fonalának hossza a H hosszúságú kelmében.

Ismeretes azonban, hogy az L_1 és L_2 fonalhosszak között a bedolgozási arány által meghatározott összefüggés van:

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{b_1}{b_2}$$

amiből

$$L_1 = L_2\,\frac{b_1}{b_2}$$

illetve

$$L_2 = L_1 \frac{b_2}{b_1}$$

Ezek (11)-be behelyettesíthetők:

$$G = Z_1 T_1 L_1 + Z_2 T_2 L_1 \frac{b_2}{b_1} = L_1 \left(Z_1 T_1 + Z_2 T_2 \frac{b_2}{b_1} \right)$$

és így a H hosszúságú kelme gyártásához az I. fonalrendszerben

$$L_1 = \frac{G}{Z_1 T_1 + Z_2 T_2 \frac{b_2}{b_1}} \qquad (12)$$

hosszúságú fonalat kell felvetni. Hasonlóképpen

$$L_2 = \frac{G}{Z_1 T_1 \frac{b_1}{b_2} + Z_2 T_2} \qquad (13)$$

A képletek alkalmazásánál ügyelni kell arra, hogy a dimenziók összhangban legyenek. Mivel G-t általában kp-ban adják meg és T többnyire dtex-ben szerepel (amelynek dimenziója p/10 000 m), G-t át kell számítani pondra és így L-et 10 000 m-es egységben kapjuk. Ez utóbbi elkerülésére az egyenlet jobb oldala 10 000-rel szorzandó. Ezek szerint dimenzióhelyes alakban

$$L_1 = \frac{10^7 G}{Z_1 T_1 + Z_2 T_2 \frac{b_2}{b_1}} \, [\mathrm{m}] \qquad (14)$$

illetve

$$L_2 = \frac{10^7 G}{Z_1 T_1 \frac{b_1}{b_2} + Z_2 T_2} \, [\mathrm{m}] \qquad (15)$$

ahol tehát $[G] = \mathrm{kp}$ és $[T] = \mathrm{dtex}$.

Teljesen általánosan, amikor n számú fonalrendszer van és ezek közül az i-edik fonalrendszer felvetési hosszát kívánjuk meghatározni, a következő összefüggéseket írhatjuk fel:

$$G = Z_1 T_1 L_1 + Z_2 T_2 L_2 + \ldots + Z_i T_i L_i + \ldots + Z_n T_n L_n$$

$$\frac{L_i}{L_1} = \frac{b_i}{b_1}, \text{ amiből } L_1 = L_i \frac{b_1}{b_i}$$

$$\frac{L_i}{L_2} = \frac{b_i}{b_2}, \text{ amiből } L_2 = L_i \frac{b_2}{b_i}$$

stb.

A behelyettesítéseket elvégezve kapjuk:

$$G = Z_1 T_1 L_i \frac{b_1}{b_i} + Z_2 T_2 L_i \frac{b_2}{b_i} + \ldots + Z_i T_i L_i + \ldots + Z_n T_n L_i \frac{b_n}{b_i} =$$

$$= L_i \left(Z_1 T_1 \frac{b_1}{b_i} + Z_2 T_2 \frac{b_2}{b_i} + \ldots + Z_i T_i + \ldots + Z_n T_n \frac{b_n}{b_i} \right) =$$

$$= L_i \sum_{j=1}^{n} Z_j T_j \frac{b_j}{b_i}$$

és ebből dimenzióhelyes alakban

$$L_i = \frac{10^7 G}{\sum_{j=1}^{n} Z_j T_j \frac{b_j}{b_i}} \, [\mathrm{m}] \qquad (16)$$

Példaként vegyük a 2. ábrával kapcsolatban közölt adatokkal jellemzett kelmét, amelyből $G = 100$ kp-nyit kell gyártani. Kérdés, milyen hosszúságú fonalat kell felvetni a II. létrához, ha a kelme $Z = 2300$ tűn készül.

Most tehát L_2-t keressük ($i = 2$). Az ismert adatok:

$$\begin{aligned} n &= 3 \\ Z_1 = Z_3 &= 2300 \\ Z_2 &= 1150 \\ T_1 &= 22 \text{ dtex} \\ T_2 = T_3 &= 167 \text{ dtex} \\ b_1 &= 6 \\ b_2 &= 2 \\ b_3 &= 5 \end{aligned}$$

Behelyettesítve az adatokat (16)-ba:

$$L_2 = \frac{100 \cdot 10^7}{2300 \cdot 22 \cdot \frac{6}{5} + 1150 \cdot 167 \cdot \frac{2}{5} + 2300 \cdot 167 \cdot \frac{5}{5}} = 1917 \text{ m.}$$

A fonalnyúlás befolyása

A felvetési fonalhossz számításánál nem hagyható figyelmen kívül a fonalnyúlás, amennyiben terjedelmesített fonalakkal vagy gumirugalmas (gumi vagy elasztomer) fonalakkal dolgozunk. A fonal nyúlását legkönnyebben a fonalfinomsági szám módosításával vehetjük figyelembe.

Legyen a fonal dtex-ben mért finomsági száma T_0. Ez azt jelenti, hogy $L_0 = 10\,000$ méter fonal súlya T_0 pond. Ha a fonal

$$\varepsilon = \frac{L' - L_0}{L_0} \cdot 100 \, [\%]$$

nyúlást szenved, akkor a megnyúlt hossza

$$L' = L_0 \left(1 + \frac{\varepsilon}{100} \right) = 10^4 \left(1 + \frac{\varepsilon}{100} \right) [\mathrm{m}]$$

Ezzel a megnyúlt fonal finomsága:

$$T' = T_0 \frac{L_0}{L'} = T_0 \frac{10^4}{10^4 \left(1 + \frac{\varepsilon}{100} \right)} = \frac{T_0}{1 + \frac{\varepsilon}{100}} \, [\mathrm{dtex}] \qquad (17)$$

Ha ε értékét ismerjük, az előzőekben ismertetett számításokban T_j helyett

$$T_j' = \frac{T_j}{1 + \frac{\varepsilon}{100}}$$

értékkel számolhatunk.

ε meghatározása általában nem egyszerű feladat. Ha azonban ismerjük a fonal húzóerő-nyúlás diagramját, a fonalra ható húzóerők ismeretében vagy azok becslésével ε közelítő értéke meghatározható, legalábbis olyan pontossággal, ami a gyakorlati számításokhoz szükséges. A diagram felvétele laboratóriumi vizsgálattal történhet.

A láncrendszerű gépekre kerülő fonalakat általában a következő, nyúlást okozó műveleteknek vetik alá:

cséválés,
felvetés,
kelmeképzés.

Mindhárom művelet különböző nyúlásokat okoz, amelyek részben relaxálódhatnak is. Ha a relaxációtól eltekintünk, ezek az egymást követő nyúlások halmozódnak. Ugyanis az eredetileg L_0 hosszúságú fonal

cséválésnél $\quad \dfrac{L' - L_0}{L_0} \cdot 100 = \varepsilon'$

felvetésnél $\quad \dfrac{L'' - L'}{L'} \cdot 100 = \varepsilon''$

kelmeképzésnél $\quad \dfrac{L''' - L''}{L''} \cdot 100 = \varepsilon'''$

értékű százalékos nyúlást szenved. A megnyúlt hosszak között a következő összefüggés van:

$$L''' = L''\left(1+\frac{\varepsilon'''}{100}\right)$$

$$L'' = L'\left(1+\frac{\varepsilon''}{100}\right)$$

$$L' = L_0\left(1+\frac{\varepsilon'}{100}\right)$$

amivel a végső megnyúlt hossz

$$L''' = L_0\left(1+\frac{\varepsilon'}{100}\right)\left(1+\frac{\varepsilon''}{100}\right)\left(1+\frac{\varepsilon'''}{100}\right)$$

és a teljes nyúlás

$$\varepsilon = \frac{L'''-L_0}{L_0}\cdot 100 = \left(\frac{L'''}{L_0}-1\right)100 =$$

$$= \left[\left(1+\frac{\varepsilon'}{100}\right)\left(1+\frac{\varepsilon''}{100}\right)\left(1+\frac{\varepsilon'''}{100}\right)-1\right]100$$

Innen

$$1+\frac{\varepsilon}{100} = \left(1+\frac{\varepsilon'}{100}\right)\left(1+\frac{\varepsilon''}{100}\right)\left(1+\frac{\varepsilon'''}{100}\right) =$$

$$= 1+\frac{\varepsilon'\varepsilon''\varepsilon'''}{10^6}+\frac{\varepsilon'\varepsilon''+\varepsilon'\varepsilon'''+\varepsilon''\varepsilon'''}{10^4}+\frac{\varepsilon'}{100}+\frac{\varepsilon''}{100}+\frac{\varepsilon'''}{100}$$

A 10^6-nal és 10^4-nel osztott tagok elhanyagolhatóan kicsinyek, ezért az egyszerűsítést elvégezve ezt az eredményt kapjuk:

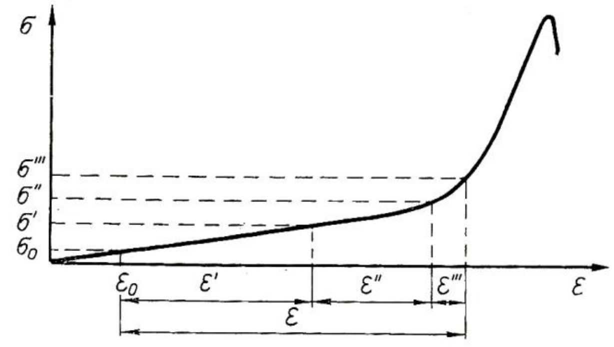
$$\varepsilon \approx \varepsilon' + \varepsilon'' + \varepsilon''' \tag{18}$$

azaz az egymást követő nyúlások összegeződnek.

A *4. ábrán* egy nagynyúlású fonal sematikus feszültség-nyúlás diagramját láthatjuk, amelyen — torzított arányokban — feltüntettük az egyes megmunkálási fázisoknak megfelelő pontokat. A kiindulást jelző $[\sigma_0 ; \varepsilon_0]$ állapot annak a $\sigma_0 = 0{,}05$ p/dtex feszültségnek felel meg, amely mellett ezeknek a fonalaknak az eredeti finomságát (T_0) mérni szokták. A többi nyúlást ettől kezdve kell számítani.

A terjedelmesített szintetikus fonalak feldolgozásánál minden fázisban általában $\sigma = 0{,}1 \ldots 0{,}15$ p/dtex feszültséget írnak elő. Ha ez fennáll, és az egymást követő megmunkálási fázisok között nyúlásrelaxáció nem következik be (amit a gyakorlatban joggal feltételezhetünk), akkor

$$\sigma' - \sigma_0 = \sigma'' - \sigma' = \sigma''' - \sigma'' = 0{,}1 \ldots 0{,}15 \text{ p/dtex}$$



4. ábra

és az ezekhez tartozó ε', ε'' és ε''' résznyúlások a fonalra felvett $\sigma = f(\varepsilon)$ diagramból leolvashatók.

A nyúlások ismeretében a kelme fonalösszetételének számítására használt (10) és a felvetési hossz számítására alkalmas (16) összefüggésben T_j helyébe (17)-nek megfelelően

$$T_j''' = \frac{T_{0j}}{1+\frac{\varepsilon}{100}} \text{ [dtex]} \tag{19}$$

finomságot kell helyettesíteni.

Elasztomer fonalaknál a fonalgyár általában közli, hogy milyen nyújtás mellett dolgozták fel a fonalat. Ebben az esetben ezzel az értékkel $(\varepsilon' + \varepsilon'')$ közvetlenül számolhatunk, csupán a kelmeképzéskor alkalmazott fonalfeszültséghez tartozó nyúlást (ε''') kell még ehhez hozzáadni.

IRODALOM

[1] *Reisfeld, A.:* Warp Knit Engineering. National Knitted Outerwear Association, New York, 1966.

[2] *Weber, K.-P.:* Die Maschenbindungen der Kettenwirkerei. Werkgemeinschaft Karl Mayer e. V., Obertshausen, 1966.

[3] *Vékássy A.:* Hurkoló- és konfekcióipar. Tankönyvkiadó, Budapest, 1960.

[4] *Dalidovics, A. Sz.:* Osznovü teorii vjazanija. Legkaja Indusztrija, Moszkva, 1970.

[5] *Fletcher, M.—Roberts, H.:* The Geometry and Properties of Two-Bar Tricot Fabrics of Acetate, Viscose and Cotton. Textile Research Journal, 1956. 11. sz. 889—899. old., 1961. 2. sz. 151—159. old.

[6] *Tiryaki, S. A.:* Dimensional properties of two bar full set warp knit fabrics. (Thesis presented for the degree of Master of Science, Dept. of Textile Industries, Leeds University, December 1966.)

[7] *Alford, M. W.—Jarvis, R. N.—Griffith, P. M.:* The geometry of warp-knitted structures and its application to fabric specifications. Studies in Modern Fabrics — Papers of the Diamond Jubile Conference of The Textile Institute 1970, Manchester.

[8] *Burnipp, M. S.—Thomas, I. H.:* The production and properties of knitted and woven fabrics. Textile Progress, Vol. 1. No. 3. 1969. szept. The Textile Institute, Manchester, kiadványa.