

Lázár Károly

A kötőipari fonalak minőségi követelményei

A felmérések azt mutatják, hogy a készre konfekcionált kötöttáruk hibái mintegy 54%-ban kötészhibából és 25%-ban fonalhibából erednek. Ugyanakkor a kötészhibák egy része is fonalhibára vezethető vissza. Gondoljuk csak meg: bár a szemképzés során a fonal csak viszonylag kis húzóerőnek van kitéve, mégis nagyon hajlékonyak, rugalmasnak kell lennie ahhoz, hogy a szemképzésnél fel-lépő igénybevételt elbírja. Ha a fonalban vékonyodások vannak, amik a kelmében esztétikai hibaként is megjelenhetnek, ezek sokszor gyenge helyet is jelentenek s itt a fonal még a kisebb húzó igénybevétel ellenére is elszakadhat. Csomók, vastagodások, a fonalban előforduló idegen anyagok (pl. pamut esetében maghéjak) ugyancsak rontják a kelme kinézetét, de a szemképzés folyamán a fonal elakadásához is vezethetnek, ami szakadást, súlyosabb esetben akár tűtörést is okozhat. A hosszú szakaszú vastagsági egyenlőtlenségek (akár vastagodások, akár vékonyodások) zavaros felületűvé vagy csikossá teszik a kelmét, ami esztétikai hibaként jelentkezik. Ha a fonal túlságosan merev, kemény, ez akadályozza a szemhéj-látását, ami szemképzési rendellenességeket, szemlecséseket idézhet elő, és rontja a kelme fogását, esését is. Fontos, hogy a fonal egyenletesen csúszsék a fonalterelő elemeken, azaz minél kisebb legyen a súrlódási tényezője.

A fonal minősége annál fontosabb tényező, minél nagyobb teljesítményű kötőgépen dolgozzák fel azt, hiszen a nagyobb kelmeképzési sebesség nagyobb fonaligénybevételt okoz, ennek következtében azok a fonalhibák, amelyek kisebb igénybevételnél kevésbé okoznak pl. fonalszakadást, nagyobb sebesség esetén gyakrabban vezetnek hibaképződéshez és gépálláshoz. Ily módon a fonal minősége nemcsak a kész kötöttáru minőségének alakulását befolyásolja, hanem a kötőgép hatásfokát, azaz működésének gazdaságosságát is.

Mindezek miatt nagyon fontos, hogy a kötőgépen olyan fonalat használjunk fel, ami mind a tökéletes szemképzéshez szükséges követelményeknek, mind a kötött-

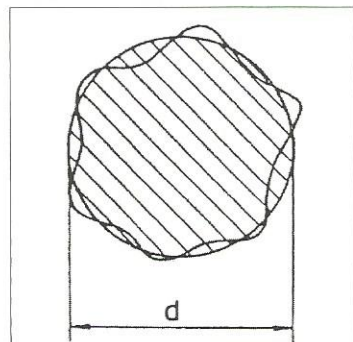
áru esztétikai követelményeinek jól megfelel. Ez természetesen függ attól is, hogy milyen kötőgépen dolgozzuk fel a fonalat és abból milyen kelme készül.

A fonal vastagsága

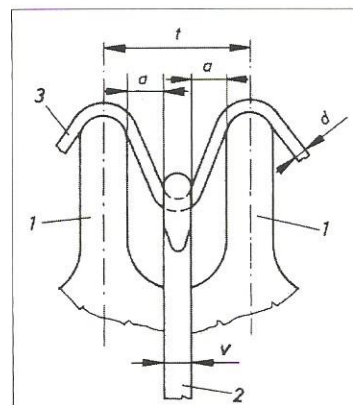
Mivel a fonal keresztmetszete nem szabályos kör, ezért átmérőjét (vastagságát) egy fiktív számmal adhatjuk meg, ami a finomsági számból vezethető le. Ehhez fel-tételezzük, hogy ez az átmérő olyan kör átmérője, amelynek területe egyenlő a szabálytalan alakú fonalkeresztmetszet tényleges területével (1. ábra). Ebből kiindulva levezethető, hogy a fel-tételezett fonalátmérő milliméterben a

$$d = k / \sqrt{Nm} \quad \text{ill.} \quad d = k / 31,6 \sqrt{tex}$$

alakú képletből számítható ki, ahol k értéke nyersanyagonként változik: pamutnál 1,25-tel, fésült gyapjúnál 1,32-vel, kártolt gyapjúnál 1,36-tal, poliészternél 1,04-gyel, akrilnál 1,13-mal szá-



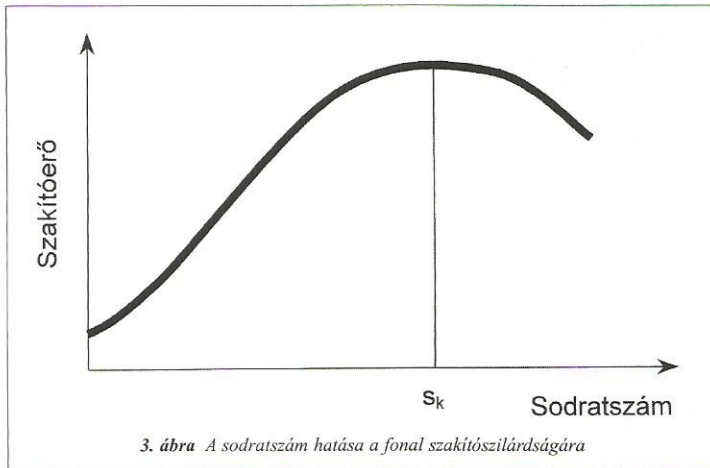
1. ábra A fonal keresztmetszete és átmérőjének értelmezése



2a. ábra A gépfínomság és a fonalfínomság összefüggését meghatározó méretek 1 – bordaoromzat; 2 – tű; 3 – fonal; t – tűosztás; a – maximális méretű hely a fonal számára; d – fonalvastagság

molhatunk. Így például az Nm 50-es pamutfonal átmérője közelítőleg 0,176 mm-re adódik. A fonal vastagsága több szempont-

fonal túl vékony, ez csúnya, túlságosan laza szerkezetű, méretváltozásra nagyon hajlamos kelmét eredményezhet.



3. ábra A sodratszám hatása a fonal szakítószilárdságára

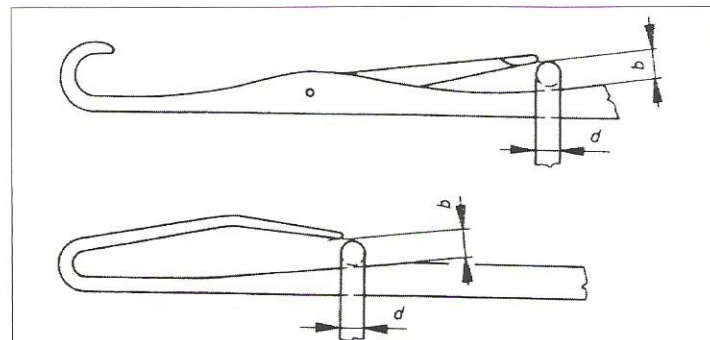
ból is fontos, mindenek előtt azért, mert meghatározott finomságú kötőgépen meghatározott vastagságú fonal dolgozható fel optimálisan. Ha ennél vastagabb fonalat használunk, ez esetleg nem jól fér el a tű és a bordaoromzat között (2a ábra), vagy a hátracsapott tűkanál alatt ill. nem fér be a tűhorog alá (2b ábra). A kritikus méretek szoros összefüggésben vannak a gépfínomsággal és a gép egyéb szerkezeti adottságaival, ezért a kötőgépgyárak megadják, hogy különböző finomságú gépeiken mi a legjobban feldolgozható fonalfínomság-tartomány.

A gép- és tűméretek felülről korlátozzák a még felhasználható fonal átmérőjét. A fonal átlagos vastagságának azonban ennél jóval kisebbnek kell lennie, mert számítani kell a fonalegyenlőtlenségekből, fonalhibákból adódó vastagodásokra, csomókra, sőt a kötözött csomókra is.

Másrészt viszont, ha a használt

A fonal sodrata

A rövid elemiszálakat a fonalban az tartja össze, hogy sodrással egymáshoz szorítjuk őket, így sűrűlőds jön létre közöttük, ami megakadályozza a szétesésűszá-sukat. Éppen ezért nagyon fontos, hogy a fonal milyen mértékben van megsodorva. Ennek mérőszáma a hosszegységre (nálunk általában 1 méterre) eső sodratszám (s), azaz az, hogy fonás közben hányszor csavarják meg hosszten-gelye körül az egységnyi hosszú-ságú fonalat. Minél nagyobb ez a szám, annál nagyobb összetartó erő keletkezik az elemiszálak között, a fonal annál erősebb (3. ábra), de egyúttal annál merevebb, keményebb is lesz s ez nehezítheti a kötőgépi feldolgozását. Bizonyos határon túl (ez az ún. kritikus sodratszám, S_k) már kezdenek elpattanni az erősen megfeszített elemiszálak és emiatt ilyenkor a



2b. ábra A gépfínomság és a fonalfínomság összefüggését meghatározó méretek b – maximális méretű hely a fonal számára; d – fonalvastagság

fonal már gyengül. Az erősebben megsodort fonal kicsavarodásra is erősebben hajlamos (hacsak gözöléssel vagy hőrögztéssel nem akadályozzák meg ebben), ez a belőle készült szemek elcsavarodásához, torzulásához vezet. Megfigyelték, hogy a kelme mosási méretváltozása is függ bizonyos mértékben attól, hogy a fonal mennyire van megsodorva.

Az optimális sodratszám összefügg a készítendő fonal finomságával, az összefüggést az

$$s = \alpha_m \sqrt{Nm} \text{ [sodrat/m]}$$

képlet mutatja. Itt α_m az ún. metrikus sodrattényező, amelynek ajánlott értéke pamut kötőfonalaknál 76-110, gyapjú kötőfonalaknál 45-70 között van. Ez azt jelenti, hogy pl. Nm 50-es pamutfonalnál kötőgépi feldolgozáshoz méterenként $s=537-778$, ugyanilyen finomságú gyapjúfonalnál $s=318-495$ sodratszám ajánlott. Az alacsonyabb sodrattényező in-kább a kisebb igénybevételt jelentő sikkötőgépi fonalaknál alkalmazhatók, körkötőgépeken közepes, láncrendszerű hurkológépeken inkább nagyobb sodrattényezőjű fonalakra van szükség. Gyapjú kötőfonalaknál azért lehet kisebb a sodrattényező, mert ennek elemiszálai jóval hosszabbak, mint a pamutszálak, ezért kevesebb sodrattal is megfelelő szilárdságú fonal gyártható belőlük. Kisebb sodratszám lágyabb, hajlékonyabb, a nagyobb sodratszám erősebb, de merevbb fonalat eredményez. A kötőfonalak sodrattényezője mindig kisebb, mint a szövőfonalaké, mert a kötéshez hajlékonyabb fonal kell, mint szövet előállításához, ahol viszont — különösen a lánccfonalak esetében — jóval nagyobb szakítóerejű fonalra van szükség. A pamut szövőfonalak ajánlott sodrattényezője például lánccfonalaknál 115-150, vetülékfona-

lagnál 95-105. Látható, hogy különösen a lánccfonalak jóval erősebben sodrott fonalak, mint amit a kötőgépekhez ajánlanak, fonalválasztásnál tehát erre is tekintettel kell lenni. A kritikus sodrattényező egyébként pamutfonalaknál 166-197 között, gyapjúfonalaknál 135 körül van.

A sodratszám mellett fontos jellemző adat a *sodrat iránya* (S ill. Z) is (4. ábra). Ennek azért van jelentősége, mert a nem kellően stabilizált fonal ezzel ellentétes irányban igyekszik kisodródni, ami a szemek torzulásához vezet. Kényes esetekben ezért váltakozva kell befűzni S és Z sodratú fonalakot, hogy az egymást követő szemsorokban a torzító hatás kiegyenlítődjék.

A fonal szakítószilárdsága és nyúlása

A fonal szakítóerejét az az erő jelenti, amelynek hatása alatt a fonal elszakad. Ahhoz, hogy a fonal kibírja a feldolgozás körülményei között fellépő húzó igénybevételeket, kellően erősnek, kellő szakítóerejűnek kell lennie. Ezek az igénybevételek a kötőgépen a kötésmódtól, a gépbeállításától, magától a gépkonstrukciótól is erősen függenek, ezért egységes irányszámot nehéz erre meghatározni.

Nyilvánvaló, hogy egy vastagabb fonal általában erősebb, mint az ugyanabból a nyersanyagból készült vékonyabb változat. Ezért vezették be a szakítószilárdság fogalmát, amely a szakítóerő és a textben megadott finomsági szám hányadosa, vagyis a fonal l textre vonatkozó szakítóerejét fejezi ki, függetlenül a fonal tényleges finomságától. A tapasztalat azt mutatja, hogy *vetülékrendszerű kelmék kötésére azok a fonalak alkalmasak, amelyek szakítószilárdsága legalább 10 cN/tex*. Így például egy Nm 50 azaz 20 tex finomságú fonal esetében legalább $10 \times 20 = 200$ cN szakítóerőt kell megkövetelni. *Láncrendszerű kelmék* esetében szigorúbb a követelmény, mert ezek a kötőgépen nagyobb igénybevétel hatása alatt állnak, itt 12-15 cN/tex szakítószilárdságra is szükség lehet.

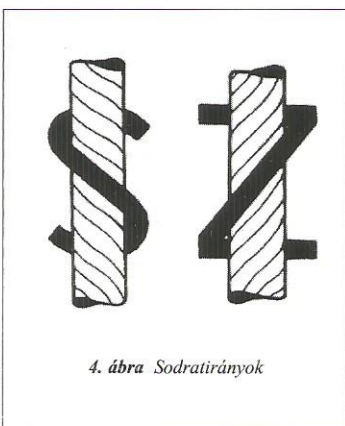
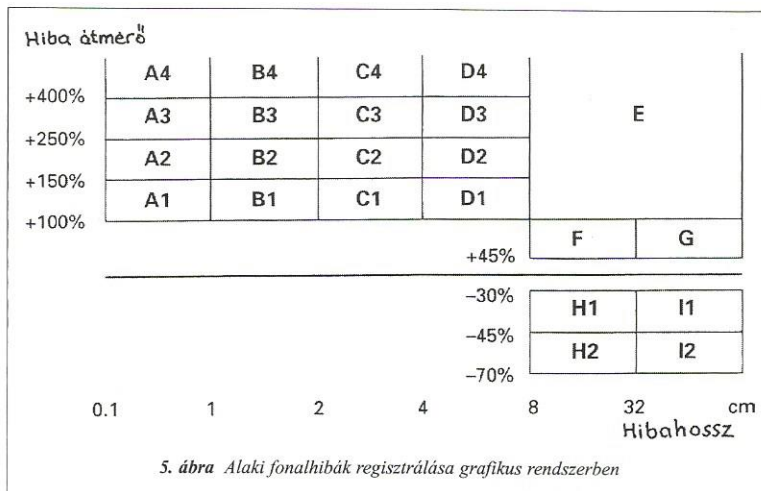
A szakítóerő mellett nagyon fontos a fonal *szakadási nyúlása* is, azaz, hogy milyen mértékben nyújt-

ható meg addig, amíg el nem szakad. Minél nagyobb ez az érték, különösen, ha nagy szakítószilárdsággal párosul, annál "teherbíróbb" a fonal. A gyakorlati tapasztalat szerint a *kötőfonalaknak legalább 5% szakadási nyúlással kell rendelkezniük*, ami azt jelenti, hogy a fonal eredeti hosszának legalább 1,05-szörösére (egy 50 cm hosszú fonálnak legalább 52,5 cm-re) kell kinyújthatónak lennie úgy, hogy még ne szakadjon el. Ez a követelmény általában teljesül, mert például a pamutfonalak szakadási nyúlása többnyire 5-7%, a fésültgyapjú-fonalaké 6-17, a kártoltgyapjú-fonalaké 10-40, az akrilfonalaké 15-20%.

Vastag- és vékonyhelyek a fonalban (alaki fonalhíbak)

A fonalak — különösen a rövid elemiszálakból font fonalak — sosem teljesen egyenletesek, azokban mindig vannak hosszabb-rövidebb vastagodások és vékonyodások. Ezek mennyisége, mérete és előfordulásuk rendszeressége vagy rendszertelensége rész-

betűkkel, a hosszú (8 cm-nél hosszabb) elvékonyodásokat két csoportra osztva H és I betűkkel jelölik. A fonal átlagos vastagságától való eltéréseket a -70 és +400% közötti ill. az azt meghaladó tartományban regisztrálják és számokkal jelölik. A különböző méretű vastag- és vékonyhelyeket így 23 hibaosztályba sorolják. A tapasztalat azt mutatja, hogy a *kötőiparban jól feldolgozható fonalaknak az A4, B4, C4, D4, C3 és D3 osztályú hibákat nem szabad tartalmazniuk* (ezek eltávolítására a korszerű keresztcsévélvégeken megfelelő berendezések vannak, amelyek a beállított méretűnél nagyobb hibáknál önműködően elvágják a fonalat és a kivágott részt elfogadható méretű kötőzött csomóval vagy fonalvég-összesodrással helyettesítik) és az A3, B3, C2 és D2 csoportban megmaradó hibák összes száma 100000 méter fonalhosszra vetítve nem lehet 5-nél több. A kisebb hibák a kötési folyamatot még nem zavarják. Ez esetben a fonal a kötőgépen még jó hatásfokkal feldolgozható.



4. ábra Sodratirányok

ben a feldolgozott nyersanyag tulajdonságaitól, részben a fonási eljárás esetleges hibáitól függ és azokra nagyon jellemző. Ezeknek az ún. alaki hibáknak a regisztrálására a svájci Usterben lévő Zellweger cég műszeres mérési eljárásán alapuló grafikus rendszer (ez az ún. Classimat rendszer) dolgoztak ki (5. ábra), ahol ezeket a hibákat az egységnyi (általában 100.000 méter) hosszúságú fonalban való előfordulásuk függvényében hossz- és vastagsági csoportok szerint tüntetik fel. Az ábrán a rövid (8 cm-ig terjedő hosszúságú) vastagodásokat A-tól D-ig, a hosszú (8 cm-t meghaladó) hibákat E-től G-ig terjedően

A fonalban előforduló vastag helyek akadályozhatják a fonal futását a kötőgépen ill. a szemképzési folyamatot, a vékony helyek viszont többé-kevésbé gyengítik a fonalat. Ez utóbbi megengedhető mértékét a szakítószilárdság fent említett követelményével határoljuk be. Mindkét hibafajta további zavaró hatását az jelenti, hogy rontják a kelme szemszerkezeti képét, annak egyenletességét, azaz a kelme tetszetőségét. Éppen ezért ezek mennyiségét is célszerű korlátozni: az E osztályú vastagodások száma ne legyen 1-nél, a H és I osztályú vékonyodások összes száma pedig 3,5-nél több 100 000

méter fonalra vonatkoztatva.

A fonal egyenletessége (tömegegyenlőtlensége)

A fonal egyenletessége nagy befolyást gyakorol a kelme szerkezetének egyenletességére, szépségére. A fonalegyenletesség mérésére szintén az Uster székelyi Zellweger cég műszerei és módszere terjedt el leginkább. Az eljárás a fonal tömegegyenlőtlenségeinek mérésén alapul (azaz nem pusztán a fonal vastagságát mérik, hanem a benne lévő szálak anyagsűrűségének változásait). A mérés eredménye az ún. Uster-érték (U%), és az annak szórására jellemző CV%. (A kettő között a $CV\% \approx 1,25 U\%$ összefüggés érvényes.) Optimális értékük a fonalfinomságtól függ, amit az ún. Uster-statisztika tartalmaz. A Zellweger cég ugyanis folyamatosan figyeli a világ fonodáiból kikerült fonalak minőségének alakulását és e hatalmas mennyiségű mérési adatból rendszeres statisztikát készít, amit időközönként nyilvánosságra hoz. A 6. ábrán példaképpen az 1997. évi Uster-statisztikából származó grafikon mutatjuk be 100% pamutból készült gyűrűsfonású nyújtott fonalra. (Hasonló nomogramokat az Uster-statisztika más fonalfajtákra is tartalmaz.) A felső nomogram a lineáris tömegegyenlőtlenség U% értékeit, az alsó ennek szórására jellemző CV% értékeket ábrázolja a fonalfinomság függvényében. (A CV% érték az ún. variációs tényező, a szórásnak az átlaghoz való viszonya százalékban kifejezve.) A vastag ferde egyenesek azt mutatják, hogy a világ fonodáinak hány százaléka tudta előállítani az adott finomságú és adott egyenletességű fonalat. Ha például az Nm 50 finomságú fonalat nézzük, azt látjuk, hogy az ehhez tartozó U% érték 11,3 és 15 között fordul elő, de a vizsgált nagy számú fonodának csupán 5%-a tudott 11,3% egyenlőtlenségű fonalat készíteni, 95%-uk viszont 15% egyenlőtlenségű fonal gyártására volt felkészülve. A fonodák fele kb. 13%-os egyenlőtlenségű fonalat gyártott.

Az Uster-statisztika a fonalegyenlőtlenség mellett az itt vázolt módszerrel kiterjed az alaki hibákra (vékony- és vastaghelyek), a szakítószilárdságra és még több más fonalminőségi tényezőre is. Nyilvánvaló, hogy minél jobb a

fonoda, annál jobb minőségű fonal gyártására képes. Ezért a fonal minőségére vonatkozó követelményeket általánosságban úgy is megfogalmazhatjuk, hogy megadjuk, hogy az Uster-statisztika szerint a fonodák hány százaléka által produkálható fonalminőségre tartunk igényt. *A fonalegyenlőtlenséget (U% ill. CV%) illetően a kötőipar — magas színvonalú kötőtűgyártására — általában a fonodák legfeljebb 25-30%-a által gyártott fonalak egyenlőtlenségi szintjét tartja elfogadhatónak*, azaz pl. az Nm 50-es pamutfonal esetében az $U\% = 12,2-12,5$ ill. $CV\% = 15,5-16$ szintet. Az ennél gyengébb minőségű (egyenlőtlenebb) fonalak feldolgozhatók ugyan, de ez kétségtelenül a kelme esztétikai megjelenésének rovására megy.

A fonal egyenletességéhez hozzá tartozik az is, hogy *finomsági száma se mutasson túl nagy szórást az egyes csévék között, az erre vonatkozó variációs tényező lehetőleg ne haladja meg a 2%-ot, szigorúbb esetekben a 1,5%-ot*. Ha ugyanis több munkaegységű gépen az egymás melletti munkaegységekhez befűzött fonalak finomsága, vagy láncrendszerű hurkológépeken a lánccfonalak finomsága jelentős mértékben eltér, ez biztosan kelmeccsíkosághoz vezet.

A fonal szóróssága

A fonal szóróssága nem jelent okvetlenül hibát, hiszen vannak olyan alkalmazási területek, amelyek kifejezetten megkívánják ezt a fonalkaraktert. Más esetekben viszont — például láncrendszerű hurkológépeken — ez zavaró lehet. Az azonban fontos, hogy a fonal szóróssága egyenes legyen, mert ellenkező esetben rontja a kelme képét. Arra is gondolni kell, hogy a fonal erősebb szóróssága fokozhatja a kötőgépen a piheképződést, ami szennyezi a gépet és a szomszédos fonalakot, és működési zavarokat okozhat.

Ma már mérni lehet a fonalnak ezt a tulajdonságát és az Uster-statisztika erre is kiterjed. *Szokványos minőségű körkötött alsóruházati kelmék készítésére általában olyan fonalak alkalmasak, amelyek szóróssága az Uster-statisztika 50%-os szintjének felel meg, a szórósság*

mérőszámának csévék közötti variációs tényezője azonban nem haladja meg az 1,6%-ot.

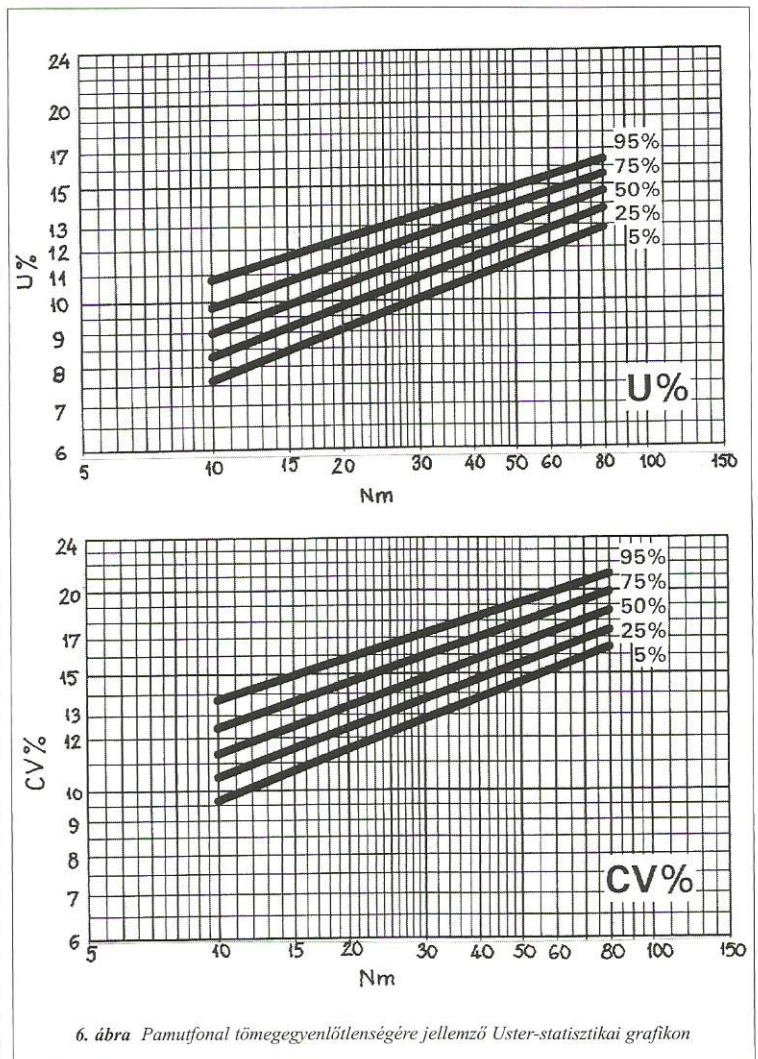
A fonal paraffin tartalma

A kötőipari fonalakat a csévélésnél paraffin bevonattal látják el. Ez a paraffin kötés közben leválik a fonalról, lerakódik a fonal vezetése szolgáló fém alkatrészekre és csökkenti a fonal ezeken történő súrlódását. A fonalnak fémén történő súrlódási tényezőjére nézve azt találták, hogy kötésnél az optimális érték $\mu = 0,15$ körül van, ehhez *2-3 g/10 000 méter paraffin tartalom beállítása szükséges*. (A fonalon maradt és így a nyerskelmében meglévő paraffint egyébként a kelme mosásával a kikészítési folyamatban eltávolítják.)

Gazdasági megfontolások

A fonalminőség iránti követelményeknek sajnos ára van. A minden igényt magas színvonalon kielégítő fonal sajnos sokszor megfizethetetlenül drága a kötők számára, ezért megalkuvásra

kényszerülnek. Leggyakrabban a fonalegyenlőtlenség mértékében (U%) és az alaki hibák (vastag- és vékonyhelyek, csomók) tekintetében tapasztaljuk, hogy a kötőgépen feldolgozott fonalak nem elégítik ki az ideális feltételeket, s ez a kelme kinézetében, a szemek egyenletességének hiányosságában, csíkozottságban, felhős árulképben jelenik meg. Az esztétikailag alacsonyabb színvonalú kelmét viszont csak olcsóbban lehet eladni. Ugyanakkor a kötőknek azt is tapasztalniuk kell, hogy a gyengébb minőségű fonal több fonalszakadáshoz, esetleg tűtöréshez, következképp költségnövekedéshez és a gépállási idő megnövekedéséhez vezet, ami rontja a kelmegyártás gazdaságosságát. A fenti ismertetéssel arra kívántunk rámutatni, hogy mik azok az irányértékek, amelyekhez képest kell megítélnie a kötőnek, hogy milyen kompromisszumot vállal egy adott fonal beszerzésénél és használatával, hogy tudatában legyen döntésének várható hatásával a kelmeminőséget illetően.



6. ábra Pamutfonal tömegegyenlőtlenségére jellemző Uster-statisztikai grafikon