

# Nagy rugalmas nyúlású fonalak rugalmasságának vizsgálata

GYOVAI ÁGNES  
Könyvűipari Műszaki Főiskola

HAVAS IVÁNNÉ DR.  
Budapesti Műszaki Egyetem

LÁZÁR KÁROLY  
Habselyem Kötöttárugyár

## Bevezetés

Az utóbbi időben a Habselyem Kötöttárugyár nagy mennyiségben dolgoz fel nagy rugalmas nyúlású (stretch, idegen eredetű rövidítéssel: HE) fonalakat. Ezek alkalmazása a termékek viselési kényelme szempontjából nagyon kedvező és kisebb méretszorozatot igényel. Ugyanakkor a nagy nyúlási és rugalmassági tulajdonság miatt a feldolgozás során fellépő feszültség- és hőhatásra sokkal nagyobb fonál- és kelmedeformációk lépnek fel, mint hagyományos fonalak felhasználása esetén. Ez a kelmeágyártási technológia legkisebb eltéréseit is felnagyítja és a termék-tulajdonságok (elsősorban a méretviszonyok) túlzott mértékű ingadozásához vezet, ami a kelmefeldolgozási folyamatban (konfekcionálás) is nehézségeket okoz.

Mindezek alapján széles körű vizsgálat indult a fonál- és kelmetulajdonságok kapcsolatának meghatározására. Ennek első fázisa a nagy nyúlású fonalak vizsgálatára alkalmas, a gyártási technológia körülményeit is figyelembe vevő módszer kidolgozása. A Könyvűipari Műszaki Főiskola Textiltechnológiai Tanszékén ehhez kapcsolódó kutató munka során a sokféle fonál-tulajdonság közül a rugalmasság és a zsugorodási képesség meghatározására korlátoztuk a kísérleteket, mivel a hagyományos fonalakhoz viszonyítva főleg e tulajdonságokban térnek el a vizsgált fonaltípusok a legnagyobb mértékben.

A Tanszék a vizsgálatokat a Habselyem Kötöttárugyár által rendelkezésre bocsátott fonál- és kelmefajtákon a tanszéki laboratóriumban végezte.

A feladat jellegéből következik, hogy a vizsgálati minták megválasztásában a vállalatnál éppen gyártott, illetve raktáron levő termékekhez kellett igazodnunk. Megállapításaink így elsősorban ezekre épülnek, de észrevételeinknél, javaslatainknál az általános érvényű alkalmazhatóságra törekedtünk.

## 1. A vizsgálati módszerekről általában

A nagy rugalmas nyúlású terjedelmesített szintetikus fonalak feldolgozhatóságát és a kelmében mutatkozó viselkedését a nyersanyag eredeti tulajdonságain kívül a terjedelmesítés körülményei is döntően befolyásolják. Az ezek eredőjeként kialakuló fonáljellemzők és -tulajdonságok (a fonaltest térfogata, hajlítással szembeni ellenállása, súrlódási tulajdonságai, nyúlási hajlama stb.) közül elsősorban a rugalmassági tulajdonságok tekinthetők alapvetőeknek, egyrészt a többi jellemzőre gyakorolt hatásuk miatt, másrészt azért, mert a hagyományos fonalakhoz viszonyítva a rugalmasságban mutatkozó különbség igényli leginkább a feldolgozási technológia módosítását.

Mindezek alapján érthető, hogy a terjedelmesített fonalakra alkalmazott vizsgálati módszereken belül a legfontosabbak a fonál rugalmasságának meghatározására szolgáló eljárások.

A fonalak rugalmas tulajdonságainak vizsgálatára elterjedt módszerek két fő csoportra oszthatók:

- szakaszos eljárások,
- folyamatos eljárások.

Szakaszos vizsgálat egyes fonálágakra vagy fonálkötétegre egyaránt végezhető. A vizsgálat során a fonálágak illetve motringok hosszát mérik különböző terhelések mellett. A mérés történhet előkezelés nélkül és előkezeléssel. (A fonál vagy motring előkezelése különböző ideig tartó hideg- vagy melegvízes, forró levegős, esetleg ezek kombinációjából álló kezelést jelent.)

A mérési módszerek segítségével meghatározható a hullámkontrakció, amely a fonalak deformációképességét, zsugorodását és rugalmas visszaalakuló képességét együttesen jellemzi.

Folyamatos vizsgálatnál a fonál egységnyi nyújtásához tartozó erőt mérik futó fonalon. Kétféle mérési elv terjedt el:

- állandó nyújtás melletti húzóerő változás,
- állandó húzóerő melletti nyúlás változás mérése.

Vizsgálataink során a felsorolt módszereket — az állandó húzóerő mellett végzett folyamatos eljárás ki-vételével — hasonlítottuk össze.

## 2. Vizsgálati körülmények

### 2.1 Kísérleti fonalak

A fonálvizsgálatokat az 1. táblázatban feltüntetett — hamissodrással terjedelmesített — fonalakon végeztük el. Ezek finomsági számban, nyersanyagban és a

1. táblázat

A kísérleti fonalak fő jellemzői

Jelzés	Finomság	Nyersanyag	Megjegyzés
I.	22 dtex f 7×2	PA 6,6	HE (külföldi terjedelmesítésű)
II.	22 dtex f 7×2	PA 6,6	HE (magyar terjedelmesítésű)
III.	44 dtex f 12×2	PA 6,6	HE
IV.	44 dtex f 13×2	PA 6	HE
V.	78 dtex f 17	PA 6,6	HE
VI.	78 dtex f 17×2	PA 6,6	HE
VII.	110 dtex f 34	PA 6,6	HE
VIII.	167 dtex	PES	set

terjedelmesítés körülményeiben is eltérnek, s ugyanakkor a kelmék e fonalakat különböző összetételben tartalmazzák. Ennek megfelelően a vizsgálatoknak nem volt célja a fonál-paraméterek befolyásának meghatározása, hanem csak a rugalmassági és zsugorodási tulajdonságok megállapítása (mint a várható kelmetulajdonságok kiinduló adata).

### 2.2 Az alkalmazott vizsgálati módszerek

#### 2.2.1 Fonalágak szakaszos vizsgálata

Mérések száma: fonalfajtánként 10

Vizsgált fonálhossz: 250 mm  
Előterhelés: 0,01 p/dtex (≈ 0,1 mN/dtex)  
Terhelés: 0,5 p/dtex (≈ 5 mN/dtex)  
Kezelési idők: hőkezelés 10 perc,  
pihentetés 10 perc (szoba-hőmérsékleten,  
terhelés 2 perc.

A hőkezelés körülményei: 393 °K (120 °C)

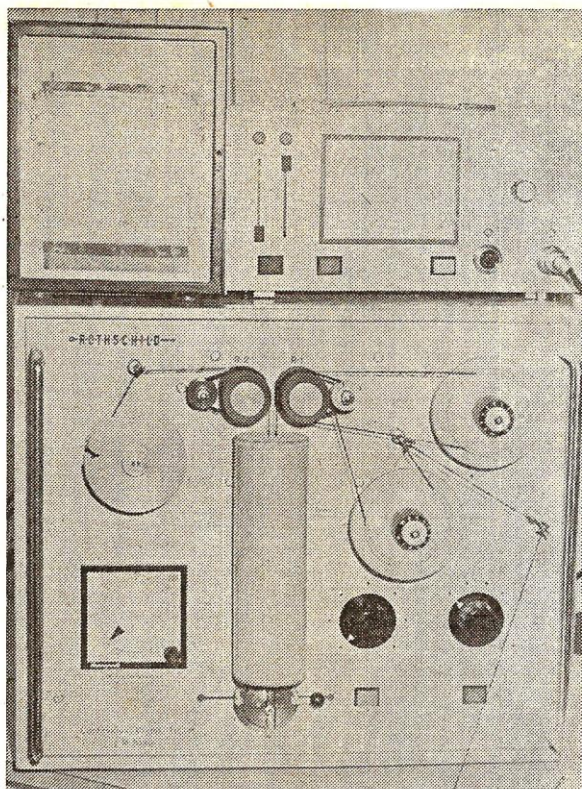
hőmérséklet.

Alkalmazott közeg: forró levegő.

A vizsgálat menete: az előterhelt állapotban bejelölt fonalszakaszokat hőkezeléssel (szárítókamrában) zsugorítják; ezt pihentetés, majd terhelés és tehermentesítés követi.

Mért fonálhosszúságok (előterhelt állapotban):

- $l_0$  — bejelölt hossz a zsugorítás előtt,
- $l_1$  — bejelölt hossz a zsugorítást követő pihentetés után,
- $l_2$  — bejelölt hossz a tehermentesítés után.



1. ábra. A műszer szerkezeti egységei.

A vizsgálati eredmények értékelése:

$$\text{zsugorodási érték: } z_s = \frac{l_0 - l_1}{l_0} 100 (\%)$$

$$\text{hullámosság: } h = \frac{l_1 - l_2}{l_1} 100 (\%)$$

### 2.2.2 Fonalkötegek vizsgálata

A vizsgálat menete: 0,1 p/dtex ( $\approx 1$  mN/dtex), előterheléssel készített motringot hőkezelnek, ezt pihentetés, majd terhelés, tehermentesítés és újabb terhelés követi.

A vizsgált fonalak száma: 2500 dtex eredő finomságnak megfelelő.

Előterhelés: 0,01 mN/dtex (hőkezelés alatt)

Terhelés: 1 mN/dtex (hőkezelést követő pihentetés után) 0,1 mN/dtex (második terhelésnél)

A hőkezelés körülményei: hőmérséklet 393 °K, alkalmazott közeg: forró levegő

Kezelési idők: hőkezelés (zsugorítás): 10 perc, pihentetés (hűtés) 10 perc, terhelés 10 másodperc (mindkét terhelésnél)

Mért motringhosszúságok:

$L$  — a hőkezelést megelőzően (1 mN/dtex előterhelés mellett) mért hossz.

$L_0$  — a hőkezelést követő első terhelés után (0,01 mN/dtex terhelés mellett) mért hossz.

$L_1$  — az első terhelést követő pihentetés (10 perc) után mért hossz.

$L_2$  — a második terhelés végén mért hossz.

A vizsgálati eredmények értékelése:

$$\text{Hullámosság: } EK = \frac{L_0 - L_1}{L_0} 100 (\%)$$

$$\text{Jellemző hullámosság: } KK = \frac{L_0 - L_2}{L_0} 100 (\%)$$

$$\text{Zsugorodás: } ZS = \frac{L - L_0}{L} 100 (\%)$$

A vizsgálatot a DIN 53840 sz. előírás alapján végeztük, kiegészítve a hőkezelést megelőző motringhossz ( $L$ ) mérésével, hogy a zsugorodásra is kapjunk értékeket.

### 2.2.3 Folyamatos fonalmérés

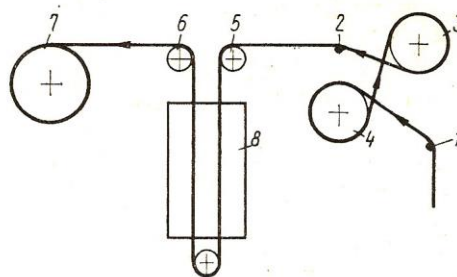
Az alkalmazott műszer jellemzői

A tanszéken levő mérőberendezés Rotschild gyártmányú, R 2080 típusú készülék, amely terjedelmesített fonalak kontrakcióerejének mérésére szolgál. Szerkezetileg a következő egységekből áll:

- jelátalakító mérőfej,
- erősítő, beállító és tápegység,
- regisztráló szerkezet.

A mérés folyamatosan végezhető, meghatározott fonalfékezés (előterhelés), fonaladagolás és hőhatás mellett.

A műszeren beállítható értékek:



2. ábra. A mérendő fonal útja

hőmérséklet: 293,15—523,15 °K (20—250 °C)  
 fonal túladagolás szintje: 2, 4, 6, 8, 10, 12%  
 fonalfékezés skálaértékei: 1—10  
 vizsgálati idő: 1—3 és  $\infty$  perc  
 fonal haladási sebesség: 15 m/perc

A fonalban fellépő erőváltozásokról a készülék diagramot rajzol.

A műszer méréshatára: 0—4 cN (p)

A műszer szerkezeti egységeit az 1. ábra szemlélteti. A 2. ábra jelölésai:

- 1, 2 — fonalvezető szemek
- 3, 4 — fonalfékek
- 5 — fonaladagoló hengerpár
- 6 — fonalkihúzó hengerpár
- 7 — feltekerkeselő henger
- 8 — hőkamra
- 9 — kapacitív elven működő erőmérőfej.

### A vizsgálat menete

Tekintettel arra, hogy a vizsgált kelméket 448 °K (175 °C) hőmérsékleten készítik ki, a folyamatos kontrakcióerő-mérésnél a 293 °K (20 °C) vizsgálati hőmérséklet mellett a méréseket megismételtük 448 °K beállításával is. A kelme hosszirányú túladagolása a gyakorlati kikészítés során 10—20% közötti érték. Ennek megfelelően az egyes fonalak rugalmasságának megállapítására 12% adagolási szintet állítottunk be (mivel ez biztosítja a fonal legkisebb megfeszítését, tehát a legnagyobb zsugorodási lehetőséget) és külön vizsgálat sorozat segítségével tanulmányoztuk az adagolás mértékének hatását. A vizsgálati idő fonalfajtánként 10 perc volt, ami 150 méteres fonalszakasznak felel meg.

### 3. Mérési eredmények

A mérési módszerek használhatóságának megítélésére külön vizsgáljuk az egyes eljárásoknál mért eredményeket.

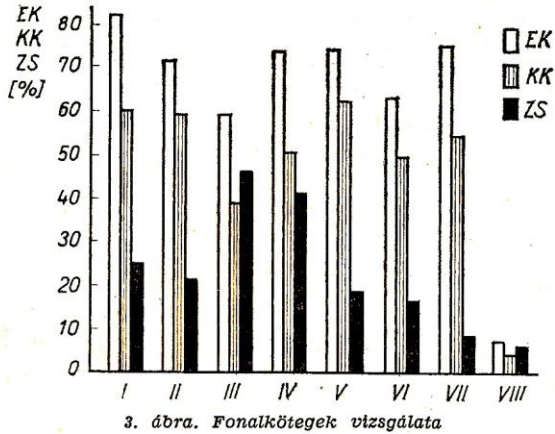
#### Fonalágak szakaszos vizsgálata

A 2.2.1 pontban ismertetett módszerrel meghatároztuk az 1. táblázatban felsorolt I., II., III. és VII. jelzésű fonalak jellemzőit.

A mért értékek — azonos fonaltípusoknál — olyan nagy szórást mutattak, hogy a vizsgálati módszert nem tartjuk kellően megbízhatónak és ezért alkalmazási lehetőségét elvetettük. (A mérési eredmények közlésétől is eltekintünk.)

### Fonalkötegek vizsgálata

A 2.2.2 pontban leírt módszerrel kapott mérési eredményekből számított rugalmassági jellemzőket a 3. ábra szemlélteti.



Az egyes fonaltípusokból négy-négy cséve vizsgálatát végeztük el, csévenként két vizsgálati motring készítésével. A terjedelmesített fonalakra jellemző módon az egyes csévéknél mért értékek általában elég nagy szórást mutatnak. Ebben a vonatkozásban az azonos nyersanyagú és finomságú fonalak (I. és II.) közül a külföldi terjedelmesített változat valamivel kedvezőbb.

A 3. ábráról leolvasható, hogy az egyes fonaltípusok zsugorodási hajlama — ami a kikészítési viselkedésüket befolyásolja — nagyon eltérő, s jelentős különbségek vannak a hőkezelést követő rugalmassági tulajdonságokban is.

### Folyamatos fonalmérés

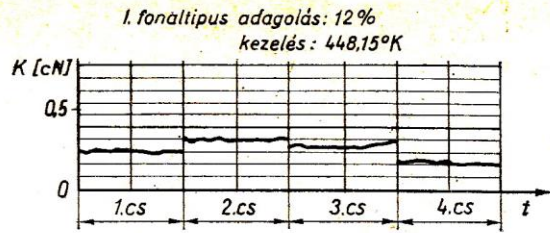
A 12%-os túladagolással készült vizsgálatok mérési adatait a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

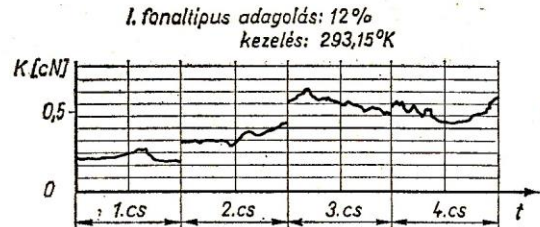
Folyamatos kontrakció erő mérési eredmények 12%-os fonaladagolás mellett

Vizsgálati minta jele	Átlagos kontrakció erő (cN, ill. p)	
	448 °K (175 °C)-os kezeléssel	293 °K (20 °C)-os kezeléssel
I.	0,26	0,46
II.	0,21	0,44
III.	0,50	0,21
V.	0,52	0,51
VII.	0,64	0,20
VIII.	0	0

A mérések során azt tapasztaltuk, hogy a kontrakció erő a vizsgált fonalszakaszokon (egy-egy csévén belül) 448 °K-os hőkezelés mellett gyakorlatilag nem változik (4. ábra). A diagramvonalak kis ingadozásokat mutatnak, alig jelentkezik eltérés az átlagértékektől. Ugyanezt a vizsgálatot 293 °K hőmérsékleten megismételve egyenlőtlenebb, nagyobb határok között ingadozó diagramvonalakat kaptunk (5. ábra), kontrakció erő ingadozás egy csévén belül is jelentős. A viz-



4. ábra. Folyamatos fonalmérés 448 °K-os hőkezelés mellett



5. ábra. Folyamatos hőkezelés 293 °K-os hőkezelés mellett

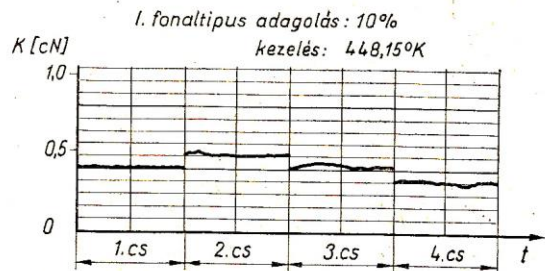
gálatokat mindkét esetben négy-négy csévén elvégezve ugyanezt tapasztaltuk. Hasonló volt a mérések eredménye valamennyi kísérleti mintánál.

Az adagolás a vizsgálatainknál 12%-os volt. Ilyen körülmények között a hőkezelt és 293 °K-on vizsgált fonalak tulajdonságai között egyértelmű összefüggés nem volt kimutatható.

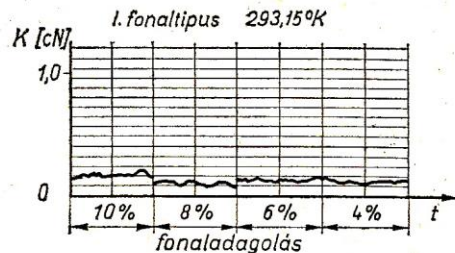
A fonaladagolás változtatásával a kontrakcióerőt jelentősen lehet befolyásolni. Az adagolás és a hőkezelés hatását szemlélteti a 6., 7., 8. ábra.

A 6. ábrán látható az I. fonaltípusra vonatkozó vizsgálati eredmény: amikor az adagolást 10%-ra csökkenttük, a kontrakcióerő növekedett. A növekedés mértéke valamennyi csévénél azonos volt (v. ö. 4. ábra), így a csévék közötti különbségek azonos jellegűek maradtak.

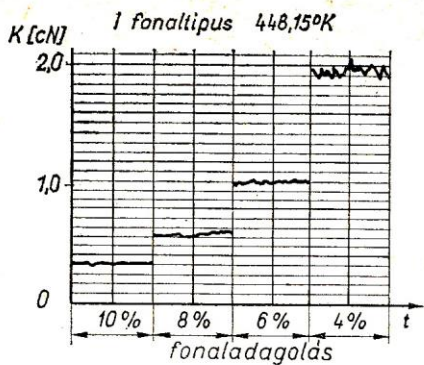
A fonaladagolás változtatásának hatása 293 °K hőmérsékleten nem jelentős (7. ábra). A görbék folytonos ingadozást mutatnak, de az átlagértékek közel azonosak. Hőkezelés esetén a fonalban ébredő kontrakcióerő változása a fonaladagolás hatására már nem



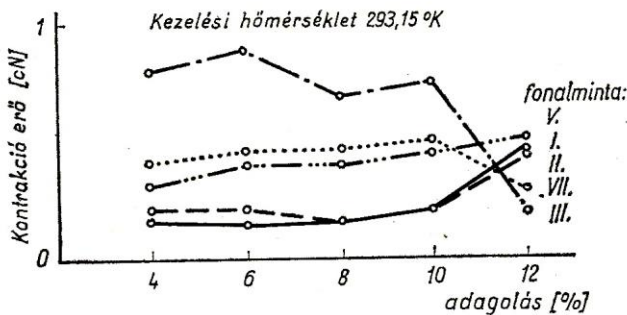
6. ábra. Az adagolás és hőkezelés hatása



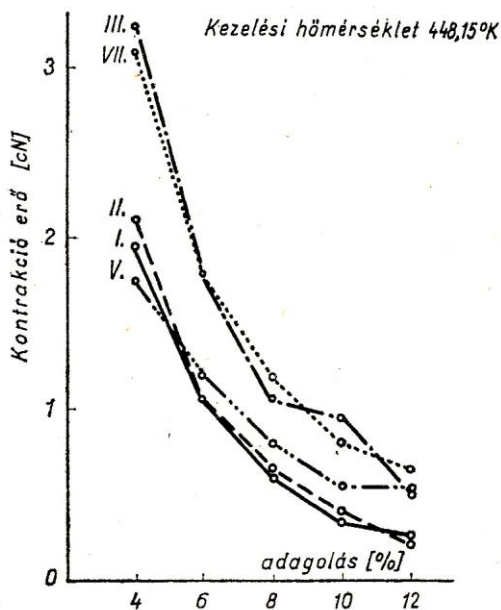
7. ábra. Az adagolás és hőkezelés hatása



8. ábra. Az adagolás és a hőkezelés hatása



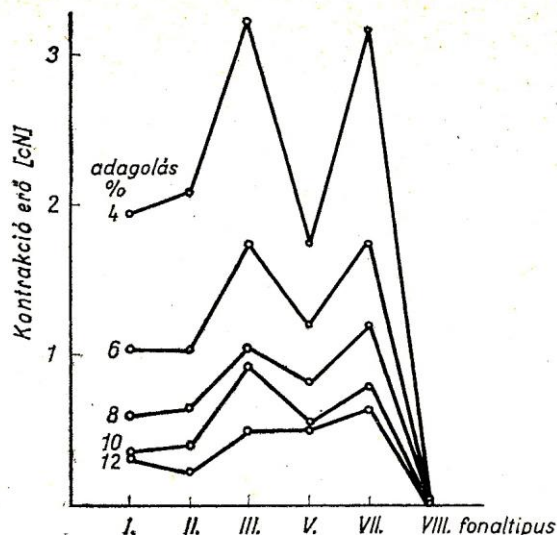
9. ábra. Az adagolás és a hőkezelés hatása



10. ábra. Az adagolás és a hőkezelés hatása

elhanyagolható (8. ábra). Az adagolás csökkentésével szakaszosan nő a kontrakcióerő.

A többi fonalon elvégezve a vizsgálatokat, megállapíthatjuk, hogy 293 °K-on folytatva a méréseket, a fonaladagolás változtatása nem okozza a kontrakcióerő egyértelmű növekedését vagy csökkentését (9. ábra). Ugyanezt a vizsgálatot 448 °K hőmérsékleten végezve, a kontrakcióerő — minden fonalfajtánál — az adagolás csökkentésével nő (10. ábra). A fonaladagolás változtatásának hatása 448 °K-os kezelésnél az összes fonalra annyira egységes, hogy a különböző fonalfajták kontrakció erejének rangsora a különböző adagolási mértékek mellett is változatlan marad. (Ezt mutatja be a 11. ábra, amelynél az egyes diszkrét pontokban van csak kontrakcióerő érték, az azokat



11. ábra. Az adagolás és a hőkezelés hatása

összekötő egyenesek csak a pontok összetartozását fejezik ki.)

A vizsgálati fonalak közül a VIII. típus (a poliészter set fonal) a többi — poliamid HE — fonalhoz viszonyítva lényeges különbségeket mutat. A 167 dtex finomságú set fonalat a hozzá finomságban megfelelő 78 dtex  $\times$  2 PA 6.6 (VI. típus) fonallal összehasonlítva a 12. ábra szerinti nagy (közel tízszeres) eltérések jelentkeznek a kontrakcióerőben, teljesen azonos vizsgálati körülmények mellett is. (A mérési körülmények: 448 °K, fékállás 10—10, fonaladagolás 6%, hogy a poliészter set fonalnál is legyen mérhető kontrakcióerő-érték.)

A motring vizsgálati módszer eredményei is hasonló arányokat tükröznek: a 78 dtex  $\times$  2 PA 6.6 fonal hullámossága (EK) 9,6-szerese, jellemző hullámossága (KK) 13-szorosa, zsugorodása 3,4-szerese a poliészter set fonalénak.

#### 4. Értékelés

##### 4.1 A mérési eredmények értékelése

A vizsgálati eredményeket összefoglalva levonhatjuk azt a következtetést, hogy a terjedelmesített fonalak normál hőmérsékleten fonalfajtánként és finomságönként közel azonos módon viselkednek. Hőhatásra a fonaltulajdonságok megváltoznak, különösen akkor, ha ehhez még fonalfeszültség-eltérések is járulnak.

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy

- a terjedelmesített fonalak különböző módszerekkel meghatározott tulajdonságai egyszerűen nem viszonyíthatók egymáshoz (ezt a vonatkozó szakirodalom is alátámasztja);
- eltérő tulajdonságú fonalakat (pl. nagy finomságkülönbség, más terjedelmesítési eljárás, más fonalkelés stb.) nem tanácsos egy kelmében, azonos kötéstípussal feldolgozni. A kikészítéskori hőkezelés ugyanis a fonalakban más és más fonalerőket ébreszt, amelyek a kelmék felületének egyenetlenségéhez vezethetnek.

##### 4.2 A vizsgálati módszerek értékelése

A 2.2 pontban ismertetett fonalvizsgálatokra azért esett a választás, mert segítségükkel a terjedelmesített fonalak rugalmasságára és zsugorodási képességére tudunk mérőszámot meghatározni. Nemzetközileg elfogadott vizsgálati módszer nincs: a fonalgártók és felhasználók más és más vizsgálati eredményeket tartanak elfogadhatónak. Olyan módszert kerestünk,

amelynek viszonylag kicsi az időigénye és üzemi körülmények között is elvégezhető.

A hazánkban alkalmazott vizsgálati módszerek esetében 1 dolgozó 8 óra alatt

a Hatra módszerrel	60 motring,
a Hoechst módszerrel	120—140 motring,
a TKI módszerrel	60 motring,
a DIN 53840 módszerrel	240 motring

vizsgálatát tudja elvégezni.

A fentiek alapján látható, hogy ezek a *szakaszos* vizsgálati módszerek elég hosszadalmasak. Az eredmények a motring alakban való viselkedést tükrözik és így a helyenként (esetleg periódikusan) előforduló terjedelmesítési hibákat nem lehet kiszűrni. A meghatározott vizsgálati motringfinomságok miatt hosszú fo-

nalszakaszok vizsgálatára e szakaszos módszerek nem alkalmasak.

A kísérletre kiválasztott két vizsgálati módszert kis-mértékben módosítottuk a laboratóriumi adottságaink miatt, mivel összehasonlítás volt csak a vizsgálati cél.

A másik alkalmazott módszer: a *folytonos* vizsgálat nagyon gyors eredményeket szolgáltat, s további előnye, hogy a mérési feltételek változtathatók, tehát a termelési folyamat paraméterei jobban közelíthetők.

Alkalmazhatóságának feltétele a mérési eredmények megbízhatósága. Amennyiben a végzett fonalvizsgálatok műszeres adatai és a kelmék — hasonló feltételek melletti — viselkedése között összefüggés mutatkozik, az a műszer használhatóságát egyértelműen bizonyítja.