

# A konfekcionált termékek szilárdságát befolyásoló tényezők

Kutasi Csaba

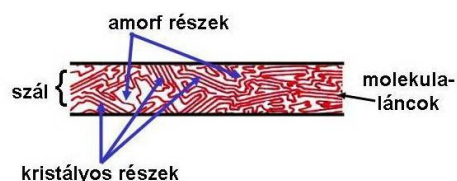
A valamikori Guttman nadrag speciális tulajdonsága az elnyűhetetlenség volt, amit azzal reklámoztak, hogy 3-3 ember kétfelé húzta a nadragot, s a nadrag mégis egyben maradt (1. ábra). A szemléletesen bemutatott módszer ugyan meggyőző, azonban nem ilyen egyszerű a szilárdsági jellemzők vizsgálata. A textiliák feldolgozhatóságát, a belőlük készült termékek használhatóságát és tartósságát a szilárdsági jellemzők alapvetően befolyásolják. A különböző szilárdsági vizsgálatokkal (pl. szakítóerő, szakadási nyúlás, tépőerő, hajlító és többirányú igénybevétellel szembeni ellenállás, varrásokkal kapcsolatos kontrollok stb.) lehet meghatározni a gyártási műveleteknél és a használatnál fellépő igénybevételekkel szembeni viselkedést. Az elemi és végtelenszálak, fonalak, cérnák, továbbá a textilapok (szövetek, kötött kelmék, nemszőtt anyagok) szilárdsági tulajdonságai és a konfekcionálási műveletek egyaránt befolyással vannak kialakított késztermékek tartóssági jellemzőire. Ennek megfelelően a különböző készültségi fokú textilanyagok, késztermékek szilárdsági és egyéb kapcsolatos vizsgálataira egyaránt lehetőség nyílik.

A szilárdsági tulajdonságok vizsgálati körébe általánosságban a húzó, nyomó, hajlító és csavaró, ill. többirányú igénybevétel meghatározása tartozik. A húzó igénybevétel leegyszerűsítve a gyártás során, valamint főleg a textiltermékek viselése során keletkezik, amikor mozgásokra és egyéb változások következtében a kelmerész pl. megfeszül. A használat során nyomó igénybevételek is felléphetnek, amelyek a textília deformálódását okozzák. A hajlító igénybevétel főleg a textilanyagok gyűrődésével, a hatás megszűnését követő visszaalakuló képességgel kapcsolatos. A csavaró igénybevétel döntően a fonalak sodrásánál lép fel. A kelmék többirányú, egyidejűleg ható szilárdsági igénybevétele általában gyakori az egyes felhasználásoknál. A viseléssel együtt járó felületi elhasználódások (pl. ko-

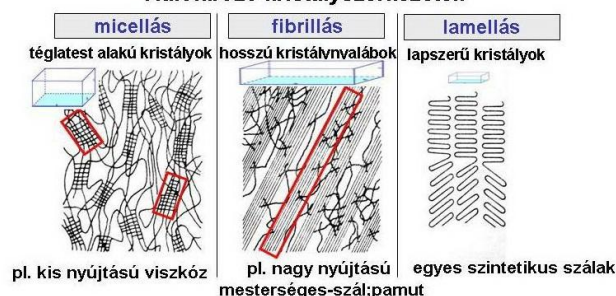


A korábbi Guttman-, majd Versenyáruház bejárata 1959-ben

1. ábra



Különböző kristályszerkezetek



A szálanyagok belső szerkezete

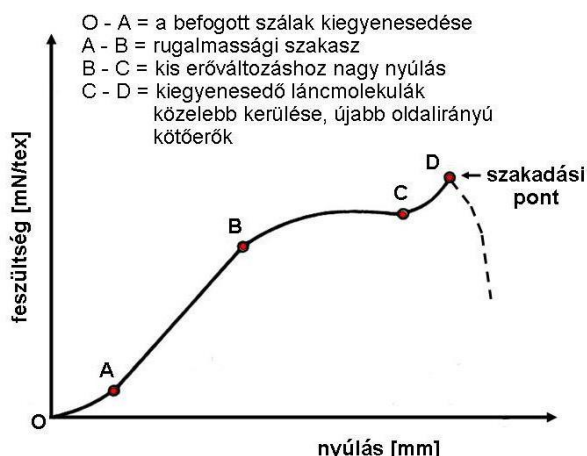
2. ábra

pás) szilárdságcsökkentő hatása szintén pontosan prognosztizálható.

## A szálak szilárdsága és az ezt befolyásoló tényezők

A szálak belső szerkezetére a vonalas láncmolekulák felépítés jellemző (kivéve az egyedi molekulákból álló szerves mesterseges szálakat). A rendszeresen ismétlődő vegyületszerek (monomerek) sokszorozódásos összekapcsolódása eredményezi a láncjellegű nagymolekulákat. A belső szerkezetben az egymáshoz közel és mintegy párhuzamosan elhelyezkedő láncok között számos oldalirányú kapcsolat jön létre, az így kialakuló szilárd egységeket kristályos (rendezett) térrészeknek nevezik. A kevésbé rendezett, kusza láncmolekularészek között kevés oldalkötés alakul ki, ezért ezeket rendezetlen (amorfi) szerkezetrészekként említik. A rendezett térrészek többféle helyzetűek lehetnek. A hosszúságú kristálynyalábokat alkotó rendezett egységek fibrillás szerkezetűek (pl. pamut, fokozott nyújtású mesterséges szálak). A téglatest-szerűen tömörülő kristályrészek a micellás felépítést eredményezik (pl. viszkóz, és egyéb kis nyújtással előállított mesterséges szálak). A hajtogatott lamellás felépítés a lapszerű (sík) kristályokat tartalmazó szálanyagokra jellemző (egyes szintetikus szálak).

Amennyiben egy szál belső szerkezetét hosszabb láncmolekulák jellemzik, nagyobb a kristályos részek aránya (tehát több az oldalirányú kapcsolat), a nagymolekulák elhelyezkedése a szál tengely-irányban orientált. Ezek a szálak nagyobb szilárdságúak (nyújthatóságuk ugyanakkor mérsékelte). Ez egyes természetes szálaknál adott, a mesterséges szálak gyártása során a szálképzés-szilárdulás utáni nagymértékű nyújtással



A feszültség-nyúlás diagram főbb szakaszai

3. ábra

lehet a belső szerkezetet irányítottan rendezni, növelve a szilárdságot. Kiemelendő, hogy pl. az egyes harmadik generációs szálakra jellemző, folyadékkristályos polimer szerkezettel (átmenet a folyékony és a kristályos állapot között) a pálcika alakú, merev láncok térbeli elfordulása meggátolható. Ezzel rendkívül nagy szilárdságú szálanyagok nyerhetők.

Az anyagok szilárdságát általánosságban az egysegnyi keresztmetszetű test elszakításához szükséges erővel mérik ( $\text{daN}/\text{mm}^2$ ). A szálak keresztmetszetének parányi mérete nehézkesen meghatározható, alakjuk nem szabályos és általában a hossz mentén sem egyenletes. Ezért vezették be már régen a szemléletes szakítóhosszt (a szakmán belül „szakító-kilométernek” is nevezik, jele:R). Ez a gravitációs terűnkben olyan képzeletbeli szálhossz jelent, amely hatására a szál saját súlyának hatására elszakad. Tekintve, hogy a tex finomsági rendszerben a hosszegységnyi (1000 m) szál tömegének meghatározására kerül sor, így a fajlagos szakítóerő ( $\text{cN}/\text{tex}$ ) érték megegyezik a szakító-kilométerrel.

A szilárdanyagok és így a szálak – mint az anyag speciális megjelenési formái – tulajdonságaival, terhelhetőségével kapcsolatban néhány paradoxon is megfogalmazható:

- A szilárd anyagok valós szilárdsága számottevően kisebb az elméletileg számított értéktől.
- Adott anyag szálszerkezetű formátumának szilárdsága többszöröse annak, amit ugyanezen anyag egyéb formájú előfordulásánál szilárdságilag tapasztalni lehet. Minél kisebb a szálszerű szerkezet keresztmetszete, relatív szilárdsága annál nagyobb.
- A szakítóvizsgálat során minél kisebb a befogott hossz, annál nagyobb szakítóerő-értéket mérnek.

Ezekkel kapcsolatos, hogy a szakítási vizsgálatok során mindig a jól bevált, korábban szabványosított módszerek szigorú betartásával kell eljárni. Lényeges befolyásoló tényező többek között a szakítás időtartama, valamint a próbatest befogási hossza. A gyorsan végrehajtott szakítóvizsgálatnál azért jelentkezik nagyobb szilárdsági érték, mert a szálát felépítő molekulaláncok egymás közötti elcsúszása nem következik be, az összes oldalirányú kötőerő hat az igénybevétel során. A nagyobb befogási hossz esetén nagy az esély arra, hogy több gyenge hely van a próbatestben, ezért kisebb szilárdsági érték jelentkezik. A szakítási időtartam is befolyásolja a szakítóerő nagyságát. A nagyobb szakí-

tási sebesség nagyobb szakítóerőt mutat, mint a kisebb sebességű igénybevételnél mért érték. Természetesen a szakítógépek működési elvétől (állandó terhelési sebességű, állandó nyújtósebességű húzás) is függ a kapott eredmény. Ha a próbadarab szakadás közeli helyzetében a nagyobb nyúláshoz kisebb erőnövekedés párosul (kicsi a rugalmassági modulus), úgy az állandó terhelési sebesség mellett végzett szakítás nagyobb értéket mutat, mint az állandó nyújtási sebesség esetén kapott erő. Ez kompenzálható a szakítási időtartam változtatásával (az állandó terhelési sebességgel működőnél a szakítási időtartam növelésével, az állandó nyújtási sebességű szakítógépek esetén az időtartam csökkentésével). Megjegyzendő, hogy a korszerű szakítógépek állandó nyújtási sebességgel működnek.

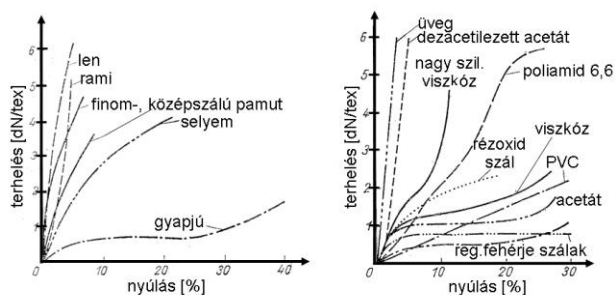
## A szálak szakítóvizsgálata, egyéb szilárdsági jellemzői

A szakítóvizsgálat olyan egytengelyű, folytonosan növekvő húzó igénybevétellel létrehozott szakítási folyamat, amelynek a szál-próbadarabon bekövetkezett szakadást előidéző erőhatás és hosszváltozás nyomon követhető. A húzó-igénybevételnek kitett szálak terhelés-nyúlás görbéjén több jellegzetes szakasz figyelhető meg

- az előterhelés nélkül befogott szál először kiegyenesedik, ezt hamis nyúlási résznek hívják,
- a következő – közel egyenes – szakaszban a terheléssel arányosan nyúlik a szál, ezért ezt arányosági résznek is nevezik (rugalmasság nyúlás),
- az ún. folyási szakaszban a kisebb erőhatás-többletek nagy nyúlást okoznak (maradandó nyúlás),
- az elszakadás előtti utolsó részben a további nyújtáshoz nagyobb erőhatás kell (a kiegyenesedett láncmolekulák egymáshoz közel kerülve újabb oldalirányú kötéseket létesítenek),
- végül a szál elszakad, a görbe e pontjából a tengelyekre vetített értékkel határozható meg a szakítóerő és a szakadási nyúlás.

A szakítóerő alakulás mellett fontos tényező a nyúlás mértéke. Az ún. szakítási munkát a terhelés-nyúlás diagram alatti területből lehet meghatározni. Ennek ismerete azért lényeges, mert a szálak elszakításához meghatározott nagyságú munkát kell végezni. Főleg a használat során fellépő, lökészerű igénybevételeknek akkor tud a textiltermék, ill. a felépítésben résztvevő szál szakadás nélkül ellenállni, ha a lökési energiát adott mértékű munkavégzéssel kompenzálni tudja. Ebből adódik, hogy a szál megfelelő nyúlása esetén az adott terhelésértékhez tartozó szakítómunka nagyobb lesz (mert a görbe alatti terület növekszik), így a szakadás elkerülhető.

A modern szakítógépek elektronikus integrálással a szakítómunkát (W) könnyen meghatározzák. Ennek hiányában a szakítóerő [ $F(\text{cN})$ ] és a szakadási nyúlás mértékének [ $l(\text{cm})$ ] szorzatából egyszerűen meghatározható az ún. teljességi tényező, ( $t_t$ , ami a szakkönyvek vonatkozó táblázataiban rendelkezésre áll. Pl. a természetes szálak közül ez a szorozótényező pamut esetében 0,47, lennél 0,50, gyapjúnál 0,68; a cellulóz alapú mesterséges szálak vonatkozásában a viszkózszálnál 0,62, az acetát esetében 0,70. Így  $W = F \cdot \Delta l \cdot t_t$ , azaz az  $F \cdot \Delta l$  területű téglalap terület korrigálandó a teljességi tényező ( $t_t$ ) szorzatával.



Egyes szálak feszültség-nyúlás görbéi

4. ábra

A fontosabb természetes eredetű szálak **szárazon** meghatározott fajlagos szakítóerejét (és szakadási nyúlását) elemezve (4. ábra), a len 30–55 cN/tex (1,5–4,0 %), a pamut 25–50 cN/tex (6–10%) teherbírást mutat. A gyapjút kisebb fajlagos szakítóerő (10–16 cN/tex), ugyanakkor nagyobb (25–50 %) nyúlás jellemzi (a hernyóselyem 25–50 cN/tex fajlagos szakítóerővel, 10–30 % nyúlással rendelkeznek). A mesterséges szálak közül a regenerált cellulóz alapú viszkóz 18–35 cN/tex-es fajlagos szilárdsága 15–30 %-os szakadási nyúlással párosul [a modálszál erősebb (35–45 cN/tex) és azonosan (15–30 %) nyúlik]. A cellulózszármazékként elterjedt acetátszál 10–15 cN/tex szilárdságú (szakadási nyúlása 20–40 %). Az egyedi felhasználású dezacetilezett (elszappanosított észter) acetát tkp. cellulóz-hidrát alapú mesterséges szál, nagyobb szilárdsággal (60–68 cN/tex fajlagos szakítóerő, 6–8 % szakadási nyúlás). Így olyan viszkóz-módosulat érhető el, amelynél a belső szerkezet újabb orientációjával magas szakítóerő-értéket ér el. A szintetikus szálanyagok általában nagyobb szilárdságúak, nyúlásuk tág határok között változik. Pl. a poliészter 25–65 cN/tex (15–50 %), poliamid 40–60 cN/tex (20–80 %), poliakril-nitril 20–35 cN/tex (15–70 %). Az elasztánszál közismerten kis szakítóerővel (4–12 cN/tex) és rendkívül nagy rugalmas nyúlással (400–800 %) jellemezhető. A nagyteljesítményű, harmadik generációs szálak közül pl. az aromás poliamid nagy fajlagos szilárdságú (170 cN/tex), ugyanakkor nyúlása kicsi (3 %).

Fontos a száraz szilárdsági értékek mellett a **nedves** körülmények között mért jellemzők figyelembevétele. A szálanyagok többségének a nedves állapotú szilárdsága kisebb, mint a szárazon mért érték. Kivétel például, hogy a pamutszálaknál a nedves szakítóerő érték kb. 10 %-kal nagyobb a szárazon mért értékénél. Ez a behatoló vízmolekulák által biztosított, a mikrofibrillák között újabban kialakuló oldalirányú kötésekkel magyarázható. A len esetében az elemi sejtek nedvesen 5–20 %-kal nagyobb teherbírásiúak, azonban a rostoknál a lágyuló pektin (ragasztó hatású) réteg miatt ez nem áll fenn, sőt csökkenés tapasztalható. A többi természetes szál nedvesen kisebb szilárdságú. A gyapjú fajlagos szakítóereje a szárazon mért értékében kifejezve 70–90 %-os, a hernyóselyem esetén 70–95 %-os. Ez a mérték a cellulózalapú mesterséges szálaknál kedvezőtlenebb. Így a regenerált cellulóz szálak közül a viszkóznál a nedves szilárdság pl. 40–70 %-os (a modálszálnál 70–80 %) a száraz értékhez viszonyítva. A viszkóz esetében a micellák közé behatoló víz részben csökkenti az oldalirányú kapcsolatokat, másrészt a rövidebb láncmolekulákkal (kisebb polimerizációs-fokkal) is összefügg az alacsony nedves szilárdság. A cellulózszármazék besorolású acetátszál nedves állapotban a

szárazon mért érték 50–80 %-át mutatja. A szintetikus szálak nedvesen jellemzően kisebb mértékű szakítóerő-csökkenést mutatnak (pl. poliészter 95 %, poliakril-nitril 80–95 %, poliamid 80–90 %). Az adatokból egyértelműen következik, hogy a kevésbé duzzadó, nagy rendezettségű szálanyagok nedves szakítóerő csökkenése kisebb mértékű, mert a kismértékben behatoló víz a szál felépítő láncmolekulák helyzetét, oldalirányú kötőerőit alig változtatja meg. A szakadási nyúlás általában nedvesen nagyobb (a száraz értékhez viszonyítva a pamut 10, a gyapjú 40, a viszkóz 30, a modálszál 50 %-kal, a szintetikus szálak 5–20 %-kal jobban nyúlnak). Ez a tulajdonság a szálakat felépítő molekulaláncok közötti jobb mozgékonyossággal magyarázható.

### A szálak szilárdságára ható egyéb tényezők

A természetes szálanyagoknál a szilárdságot nagyban befolyásolja a különböző fejlettségű szálak előfordulási mértéke. Pl. pamut esetében az érettség rendkívül fontos tényező, az éretlenek kisebb, a holt szálak rendkívül gyenge szilárdságúak a szekunderfal vékonyasága ill. hiánya miatt. Az esetleges elsődleges szálkárosodások negatív hatása is szilárdsággengítő, pl. a gyapjút felépítő láncmolekulák között az oldalirányú kapcsolatok a fény hatására részben felbomlanak. Így nemcsak közvetlenül csökken a szál szilárdsága, hanem a későbbi műveleteknél a lügerékenysége is fokozódik.

Az első és második generációs mesterséges szálak (alappolimerek) szilárdsága a szálgyártás során alkalmazott nyújtással nagymértékben fokozható. A nagyteljesítményű (harmadik-generációs, *high performance*) szálak szívósak és nagy szilárdságúak, így a kompozitszerkezetek fontos szerkezeterősítő elemeivé váltak (többek között általában hőstabil tulajdonságúak). Ezeknél a különleges tulajdonságokat a speciális anyag minőség mellett egyedi szerkezeti megoldások is garantálják. Az újszerű-polimerszálakat száltengely-irányban orientálódó, merev (pálcikaszerű) láncmolekulák jellemzik. A kétdimenziós rétegstruktúra a szénszálnál jelenik meg, a háromdimenziós (izotróp, a tér minden irányában azonos tulajdonságú) felépítés egyes mesterséges szövetlen (pl. szilícium-dioxid alapú) szálaknál fordul elő.

- Az aromás poliamidok (aramidok) előállítását a szabadalmaztatott határfelületi- ill. a kis hőmérsékletű oldószeres polikondenzáció tette lehetővé. A speciális aromás poliamidoknál kiemelendő az ún. folyadékkrisztályos polimer szerkezet (átmenet a folyékony és a kristályos állapot között), amellyel a pálcikaalakú, merev láncok térbeli elfordulása meggátolható (így garantálható a nagyszilárdságú belső szerkezet) (5. ábra). Ezért pl. a para-aramidot alapvetően szálerősítésű anyagoknál (kompozit-szerkezetek) alkalmazzák.

- A szupererős polietilén szálát nagy molekulatömegű, hosszú láncmolekulákból alakítják ki, ún. gél-szállékpézzsel. A nagymértékű nyújtással fokozottan orientált szálanyagot hoznak létre, a nagy húzószilárdság következtében a speciális polietilén jelenleg a világ legerősebb szála.

- A szénszálak nagy szilárdságú és modulusú, döntően szénatomokból felépülő, kétdimenziós, ún. réteg-strukturás anyagok. A szénszálak kiinduló anyaga





5. ábra

(prekursor) számos szerves vegyület (pl. viszkóz ill. poliakril-nitril szál, kőszénkátrány, kőolaj-maradék,

• stb.), amelyekből pirolitikus úton történik az előállítás. A hőkezeléses karbonizálás hőmérsékletétől függően részlegesen karbonizált (oxidált) ill. grafitizált (szén-) szálakat lehet előállítani.

## A fonalak szilárdsága

Az elemiszálakból, rostokból és vágott mesterséges szálakból készített fonalak megközelítőleg kör keresztmetszetű, inhomogén (nem egységes szerkezetű) és anizotróp (a térbeli irányoktól függő tulajdonságú) termékek. A megfelelően rendezett elemiszálakból álló és a nyújtással kellően vékonyított szálkötegből sugárirányú tömörítőerővel – a sodrat hatására – szilárdítva jön létre az elvárt teherbírású fonal. A hosszabb elemiszálakból készült fonalnál kevesebb sodrattal érhető el adott szilárdság (szakítóerő), mert az egymással érintkező szálak közötti tapadási pontok és felületek száma több, a súrlódási terület nagyobb. Ennek az adhéziós kapcsolatnak van döntő szerepe a fonalszilárdság kialakításában, nem annyira a szálak szakítóereje a meghatározó.

Megjegyzendő, hogy technikai fejlődéssel a fonal feldolgozási sebességek (pl. a szövés-előkészítés és a szövés során) jelentősen növekedtek, így a fonalak szilárdságának emelése és egyenletességük fokozása meghatározó követelmény. A fajlagos szakítóerő tényértékek az elmúlt három évtizedben átlagosan 20–30 %-kal növekedtek.

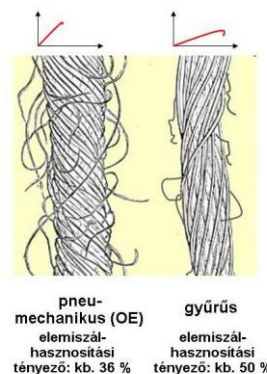
A fonalak szakítóvizsgálatoknál a húzóerő az egymás melletti szálak közötti súrlódással adódik át. Az egyes szálakra ható erőt – a szál fizikai tulajdonságain túl – a fonalon belüli elhelyezkedés is befolyásolja. A fonaltestben a sodrás következtében csavarvonalaszerűen elhelyezkedő szálakra a fonaltengely-irányban ható erő szálirányú összetevője érvényesül (a fonaltengely felé irányuló nyomóerővel). A nagyobb sodratszámú, teherletlen fonalakban a fonalkori feszültségek a külső rétegekben húzó-, a belsőkben nyomófeszültséget okoznak (a kettő között semleges réteg található). Terhelés hatására a fonal teljes keresztmetszetében húzófeszültség alakul ki (a semleges réteg folyamatosan beljebb kerülésével). A nagyobb sodratszámmal együtt járó maradványfeszültség miatt a külső helyek számai szakadása előbb következik be. A lazább sodratú fonalak külső rétegében levő szálak viszont a fonal húzásakor kevésbé nyúlnak, mint a belsők, ezért a fonal-

test belsejében levő szálak előbb elszakadnak. Ebből következik, hogy szakítóigénybevételkor a fonal keresztmetszetében levő elemiszálak egy időben történő szakadása nem érhető el. Így belátható, hogy a fonál szakítóereje kisebb, mint a benne levő szálköteg összegzett szakítóereje. A fonal

szilárdságának jellemzésére az ún. elemiszál-hasznosítási tényezőt is alkalmazzák, amit a fonal szakítóhosszának és az elemiszálak szakítóhosszának viszonyából határoznak meg. Ez a mutató a hagyományos gyűrűsfonással készült fonalak esetében kb. 50 %-os. Az újabb pneumechanikus eljárásokkal készült BD ill. OE fonalaknál<sup>1</sup> az elemiszál-hasznosítási tényező mindössze 36 %-os. Ezért kisebb az azonos finomságú BD/OE-fonalak szakítóereje a gyűrűs fonalakhoz képest. Azonban az utóbbi nagyobb szakadási nyúlása következtében a kétféle fonal szakítómunkája közel azonos, tehát teherbírásuk szinte nem különbözik (6. ábra).

## A kelmék szilárdságát befolyásoló tényezők

A **szövetek** szilárdságának mértékét a szövet szerkezeti felépítése, valamint a szakítóvizsgálathoz alkalmazott próbatest is befolyásolja. Természetesen a szálanyagok nedvességtartalma is jelentős hatással van a fizikai tulajdonságokra, így a szilárdságra és a nyúlásra is. A nedves textília szilárdságcsökkenése (kivéve az egyes növényi szálanyagokat) és nyúlásnövekedése már szóba került. A szabványos nedvességtartalom alatt is általában kisebb lesz a szilárdság (ezért nem szabad az ún. szorpciós nedvességet csökkenteni, ill. eltávolítani). A szövés során felhasznált és keresztetett fonalak tapadását a kötőmód jelentősen befolyásolja. A lekötési helyeknél a keresztetett fonalakra nyomás hat, ezeket és a bennük levő szálakat a felületi súrlódás éri. Minél több a lekötések száma, annál nagyobb a fonalsúrlódás, így szilárdabb lesz a szövet. A lekötés nélküli keresztetődési helyeken minimális a fonalközi súrlódás, a lebegő fonalaknál kevésbé tartós a szerkezet. Ugyanakkor a nagyszámú fonallebegés a fonalsűrűség növelését teszi lehetővé, ezzel a szilárdságvesztés részben kompenzálható (a nagyobb fonalsűrűséggel ellenállóbb lesz a szövet). Az alap-kötéstípusokat tekintve, a vászonkötés (amelynél a lánc-vetületek keresztetődési módja a legegyszerűbb, a szövet minkét oldala azonos képet mutat) rendelkezik a



A fonalak külsőképe és szilárdsága a fonási eljárás szerint

6. ábra

<sup>1</sup> A BD rövidítés a cseh *bez dutnicki* (orsó nélküli) kifejezésből, az OE rövidítés az angol *open end* (nyitott végű) kifejezésből származik. Mindkét esetben lényegében ugyanarról, a *turbínás fonásnak* is nevezett eljárásról van szó. Hazánkban a cseh gyártmányú gépek terjedtek el, ezért a BD fonás kifejezés terjedt el jobban.



A vetülékrendszerű kelme szemfutása

7. ábra

legnagyobb szilárdsággal. Az általában „Z” sodratirányú láncfonalakat „S” sodratirányú vetülékfonalakkal keresztezik, a bedolgozódás szintén ennél a kötésmódnál a legnagyobb. Átlósan futó (főleg „Z” irányú) sávvonallal jellemezhető a sávolykötés. Legkisebb mintaeleme a háromfonalas, öt- ill. hatfonalasnál nagyobb változat a nagyon laza szerkezet miatt nem fordul elő. A sávolykötés a vászonnál lazább szerkezetet képez. Az atlaszkötés a leglazább szövetet eredményezi (szilárdsága kisebb), mert a kötéspontok soha nem érintkeznek egymással, így nem alakulhat ki szoros szerkezet. A hosszabb fonallebegések következtében azonban nagyobb fonalsűrűséggel lehet szőni, ez főleg a sima felületet igénylő szöveteknél előnyös. Az alapkötéseknél említett szilárdsági jellemzők a levezetett kötéseknel is követhetők. A vászonkötésből a ripsz- és a panamakötés származtatható. A sávolykötésből olyan változatok vezethetők le, amelyeknél további lánc-kötéspontok hozzáadásával jön létre újabb ilyen jellegű szerkezet (két- és többatlós, díszített, ék alakú, lépcsős, keresztezett, tört, meredek, hullámos stb. sávoly). Az újjárendezett és kötéspontok hozzáadásával létrehozható, kisebb variációjú atlaszkötések szabálytalanabbak (szétszórtabb kötéspontok), a kereszteződési hányadosuk (a tényleges és lehetséges kötéspontok aránya a mintaelemen belül) megváltozik (pl. adria-kötés).

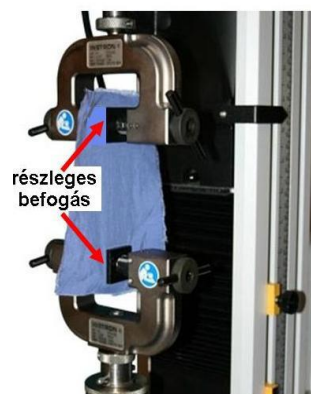
A **kötött kelméknél** a kötésmódok szintén befolyásolják a szilárdságot, ugyanakkor a fonaladottságok és hibáik is meghatározó befolyásoló tényezők. Gyakori problémát okoz a vetülékrendszerű kötéseknel megjelenő szemfutási hajlam, mert a valamilyen okból (pl. alig nyúló szövetfelület huroköltéses rávarrása miatt) gyengült, megsérült ill. elszakadó fonal helyén megszűnik a szemek kapcsolódása, az egymásból kicsúszó szemek miatt további folytonossági hiány (szemfutás) keletkezik. Az első megbomló szem következtében a környező szemek kapcsolódása is meglazul, a szakadási hely fölött és alatt további bomlások következnek be. Amennyiben feszítés éri az így sérült kelmét, úgy nem-

csak egy, hanem több szempálcára is kiterjed a szemfutás (7. ábra).

## Fontosabb kelmeszilárdsági vizsgálatok

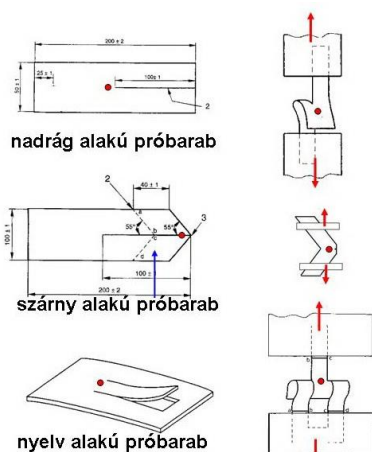
A szövetek **sávszakító vizsgálat**a (külön lánc- és külön vetülékirányban kivágott próbatestekkel) részben az igénybevett fonalköteg szakításához hasonlítható. Ugyanakkor a húzó igénybevétel hatására a próbasáv hosszirányú fonalai a keresztirányú fonalakra nyomóhatást fejtenek ki, így az utóbbiak hajlítása és a próbatest szélességcsökkenése következik be. Egyértelmű, hogy adott szövet szilárdságát a kereszteződő fonalak érintkezési mértéke, a fonalrendszerek közötti súrlódó erő fokozódása is befolyásolja. A sávszakító-erő vizsgálatát külön lánc- és külön vetülékirányban kivágott, 50 mm-re kifosztatott szélességű és kb. 350 mm hosszúságú próbadarabokkal végzik (a szabad befogási hossz 200 mm). Az elkészített próbasávokat száraz szakítóvizsgálat előtt szabványos légkörben tömegállandóságig, de legalább 24 órán át pihentetni kell. Nedves szakításhoz a próbatesteket nedvesítőszer-tartalmú desztillált vízben legalább 1 órán át telítik, majd a folyadékfelesleget kipréselik a szakítóvizsgálat előtt. Nagy nyúlású szövetek és kötött kelmék esetén az ún. **grab-szakítást** végzik el. Ennél a befogópofák ill. a pofabetétek keskenyebbek, mint maga a próbadarab, így nem a teljes szélességben történik a próbasáv gása. Egy pl. 100 mm-es szélességű próbatestnek csak a középső 25 vagy 50 mm-es részét fogják be. Ezzel a módszerrel a nagyon erősen deformálódó kelmék galatakor – amelyek erős kontrakciót, a húzás irányára merőleges szerkezet-tömörülést szenvednek el – a nem egyenletes húzóhatás ellenére megfelelő szilárdsági tételek határozhatók meg (8. ábra).

A szakítódigram csúcsának függőleges tengelyre vetített magassága (pl. 1 mm = 1 N) adja a szakítóerő értékét, a vízszintes tengely metszékénél a nyúlás mértéke olvasható le. Amennyiben a szakítódigramon két vagy több tározott csúcs jelentkezik, úgy az erő-nyúlás meghatározást az első csúcs figyelembevételével kell elvégezni. Fontos a próbasáv megfelelő befogása, mert az egyenlőtlenül rögzített vagy csúszást szenvedett próbatestek hibás eredménnyel járnak, nem értékelhetők. A befogópofánál ill. annak élétől 5 mm-re bekövetkezett szakítások szintén problémásak (kivéve, ha azok a szabályosnál nem kisebb értékeket mutatnak).



Példa a Grab-szakításra

8. ábra



Különböző tépőerő vizsgálatokhoz próbadarabok

9. ábra

A **tépővizsgálattal** megállapítható, hogy a bemetszett szövet sérülése mekkora húzó igénybevétel hatására terjed tovább, ill. a szövet szakítóereje mennyire csökken a bemetszés miatt. Így a tépőerő a bemetszett (esetleg betépett) szövet továbbtépéséhez szükséges erő alakulásáról ad tájékoztatást. Az egyszerű tépővizsgálat során igénybevett, a keresztirányú fonalak által alkotott háromszög nagysága és az ezt kitöltő fonalak darabszáma ill. szilárdsága tekinthető fő befolyásoló tényezőnek. Ehhez a vizsgálandó szövetből (külön lánc- és vetülékirányban) kivágott próbasáv egyik rövidebb oldalát középrészen adott mélységig (a hosszabb oldalal párhuzamosan, kb. a feléig) bemetszik, majd az így kialakult „nadrág alakú” próbadarab két szárát a szakítógép pófáiba befogják. A szakítóvizsgálattal a továbbtépéshez szükséges erőt mérik. A felvett tépőerő diagram meghatározott helyű és számú csúcstértékének átlaga adja meg a kelme tépőerejét. Szárny és nyelv alakú próbadarabokkal (utóbbi kétszeres tépést valósít meg) szintén mérnek tépőerőt (9. ábra). A szövetek alakváltoztatási képességére – így a tépőerőre is – kedvezőtlenül hat pl. a növekvő vetülékfonal-sűrűség (amely a láncfonal-sűrűségtől számottevően eltér), a kötésmód (fonallebegések hiánya vagy kis mértéke), a zártabb szövetszerkezet.

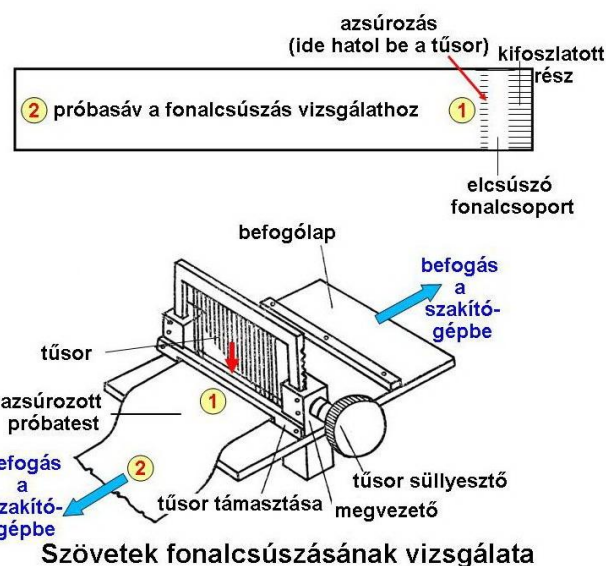
A szövetek **fonalcsúszási hajlama** a belőlük készült termékek használata szempontjából fontos tulajdonság. Lényeges, hogy a szövet fonalrendszerei (lánc-ill. vetülék-fonalrendszer) a gyakorlatban felmerülő húzó ill. súrlódó igénybevételek során – a szövésnél kialakított – szabályos helyzetüket maradandóan ne változtassák meg. A fonalcsúszási jelensége akkor következik be, ha az egyik fonalrendszer fonalai a másik fonalrendszerre kisebb erő hatására képesek véglegesen elcsúszni. A lánc- és vetülékfonalak közötti kis tapadás okozza a fonalcsúszást. A nagymértékű felületi fonalsimáság és a kis fonalsűrűség fokozza a fonalcsúszást, de a szövet kötésmódja és a kikészítési hatás is lehet befolyásoló tényező. Az eredeti helyükről tartósan elcsúszott fonalak környezetében külsőképet rontó szövetszerkezeti-rész keletkezik, ezeken a helyeken ritkább lesz a kelme, a másik fonalrendszer fonalai előtűnnek (a szövet átlátszósága fokozódik).

A különböző anyagú és szerkezetű (pl. fényes) idomokból szabott, keskeny varrásszélességű, huroköl-

téses varrással összeállított termékeknel a fonalcsúszásra hajlamos szövetek nem tartják meg az összevarrásakor kialakított varratot. is A varrattal párhuzamos (a húzóhatásra merőleges) fonalak már kis húzóerő hatására is kicsúsznak a varrat megfogásából, az összevarrt felületek szétfeszlenek, helyi folytonossági hiány alakul ki a konfekcionált terméken. A fonalcsúszási hajlamot szakítógépen speciálisan kialakított (lánc- és vetülékirányú, aszúrozott) próbatesten és egyedi kiegészítő szerkezet közbeiktatásával lehet vizsgálni. A szövetsáv változatlanul hagyott végét rögzítik közvetlenül az egyik befogópofába. A szakítógép másik pófájába az említett kiegészítő-szerkezet kerül, az ennek részen át bűjtatott szövetsávba előzőleg – az aszúrozott részeknél – be- és áthatoló tűsor fogja eltolni a keresztirányú fonalakat. A szakítógép bekapcsolásakor így a fonalak által kifejtett tapadó hatást mérik, azaz azt, hogy mekkora erőhatásra (ez a fonalcsúszási erő) következik be a tapadást legyőző, fonalakat elmozdító beavatkozás (10. ábra).

Az egyes kelmék (pl. léghajók textilszerkezet) **repesztő vizsgálatánál** a környűri mentén befogott próbatest felületére merőlegesen ható igénybevétellel szembeni ellenálló képességet határozzák meg. A kelme berepedéséig végzett domborító-nyomást közvetve levegő- vagy folyadéknyomás idézi elő. A domborító-hatás okozta repesztő erőt, ill. a kidomborodási magasságot adják meg mérhető minőségjellemzőként. A textilanyagú nyomótömlők repesztő vizsgálatát, a lánc- és vetülékfonalak igénybevételét, a tartós üzemi nyomással szembeni szilárdságot speciális módszerrel mérik.

Szövött (több fonalrendszerű) vagy kötött frottír termékeknel kedvezőtlen a **hurokkihúzóadás** jelensége. A lazán bevezetett huroklánc kellő bedolgozódás hiányában könnyen kihúzható a szerkezetből, rendkívül lerontva a termék külső képét és használhatóságát. Külön anyagvizsgálattal kontrollálható a „hurokképző fonal kihúzóadással szembeni ellenállása”. Ennek során a kivágott próbadarabot félbehajtják, a hajtással ellentétes résznél a szakítógép pófájába befogják. A szabadon maradt hajtási élénél olyan horgot akasztanak a kiválasztott hurokba, amelynek szárrésze a másik befogóban van rögzítve. A mért igénybevételi érték ad in-



10. ábra



formációt a hurokkihúzó-erőről (általában 0,5 N alatt nem megfelelő, 0,5–1,0 N között a rendeltetéstől függően bírálendő el, 1,0 N felett kedvező).

A **golyós szakítóerő** meghatározást főleg a kötött kelmék szilárdsági vizsgálatánál alkalmazzák. Így az egyidejűleg ható, körkörös igénybevétellel szembeni szilárdságot lehet meghatározni. Ez esetben egy gyűrű alakú befogóba helyezik a kisimított próbadarabot, amelyet megfelelő méretű és sima felületű golyó segítségével alulról nyomó igénybevételnek tesznek ki. A nyomóhatást a kelme átszakadásáig fokozzák, majd mérik a próbatest szakadását előidéző nyomóerőt és a kidomborodási magasságot. (Ez utóbbi a befogás síkjára merőleges olyan alakváltozás, amely az elszakadás pillanatában mért legnagyobb kidomborodási magasságot jellemzi.) A golyónyomó erőhöz tartozó lineáris nyúlás is meghatározható. Ez a szabad befogási területnek az átmérő menti merőleges metszetébe eső részek hossznövekedése, amit befogási terület átmérőjének százalékában fejeznek ki. A felületi nyúlás a szabad befogási területnek a golyónyomó erő hatására bekövetkezett megnövekedésével fejezhető ki.

A textiltermékek számos esetben ismételt húzó-igénybevételnek vannak kitéve. A kelmében az ismétlődések számától függő tulajdonságváltozások következnek be, amely kifáradáshoz és végső esetben tönkremenetelhez vezet. Így a rendeltetés szerinti **fárasztó vizsgálatok** alapján lehet következtetni a használati tulajdonságok megváltozására, akár az életciklus hosszára. Az előírt erőhatárig terjedő igénybevétel után tehermentesítés következik, majd a terhelési-mentesítési ciklus többszöri lefolytatása után az így felvett görbék egyre közelednek egymáshoz, majd végül hurkot alkotnak. A viszkoelasztikus anyagoknál a feszültség „siet” a nyúlás előtt, az emiatt keletkező hiszterézishurok területe a munkavesztéssel arányos. A fárasztó vizsgálatot általában rugalmas szalagok esetében végzik el, ritkábban kerül sor szövetek vagy kötött kelmék ilyen jellegű vizsgálatára.

## A kikészítő műveletek hatása a szilárdság alakulására

A különböző lapképzési módszerekkel (pl. szövés, kötés) előállított nyerskelmékből jól megválasztott kikészítési művelet sorokkal érhető el az olyan kész méteráru, amely a rendeltetési célnak megfelelő optimális tulajdonságokkal és külsőképi jellemzőkkel rendelkezik. Azonban a vegyi kezeléseknél általában, egyes mechanikai műveleteknél pedig esetenként előfordulhat szilárdságcsökkenés.

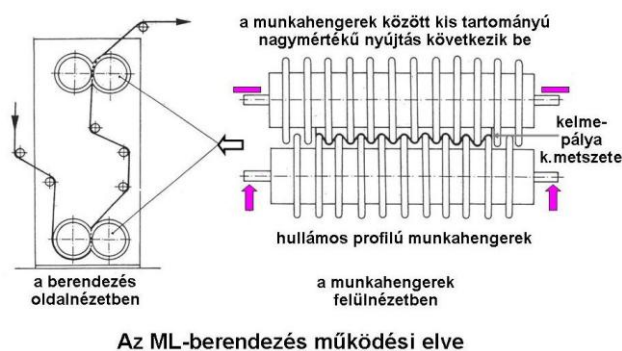
A különböző **előkészítő-fehéritő műveleteknél** (pamutnál lúgos főzés és oxidatív eljárások stb.) szigorúan be kell tartani az előírt állapotjelzőket (pH, hőmérséklet, kezelési idő, koncentráció), kerülni kell a katalizáló hatásokat. Az esetlegesen bekövetkező szálkárosodás (pl. a cellulóz oxidációs vagy hidrolízises sérülése stb.) szilárdságcsökkenéssel jár. A gyapjútermékeknél főként az alkalikus hatások miatt bekövetkező károsodások okoznak gyengülést.

A pamuttermékek szabályozott körülményű lúgos kezelése szilárdságnövekedést is biztosító eljárás. A **lúgozás ill. mercerezés** hatására a pamutfonalak és kelmék (főleg szövetek) tulajdonságai kedvezően alakíthatók (a mercerezést legalább 50 %-ban pamutot tartalmazó keverékanyagoknál is alkalmazzák). A megfelelő

körülményű lúghatás duzzasztja a szálakat, fokozza a szilárdságot, növeli a színezékfelvételt, reakcióképesebbé és hozzáférhetőbbé teszi a cellulózt. A feszítés közben végrehajtott tömény hideg nátrium-hidroxidos kezelést nevezik mercerezésnek, amely az említett előnyök mellett, többek között tartós selyemfényhatást kölcsönöz a pamutszálaknak. A szál keresztmetszete a mercerezés során 75–80 %-os mértékben megnövekszik (a szekunderfal olyannyira duzzad, hogy mintegy kitölti a béliureget), feszítés hiányában emiatt jelentősen zsugorodna. Tekintve, hogy a szálak zsugorodását a fonal- és kelmeszerkezetben fellépő sűrűlő erők igyekeznek akadályozni, lényeges a kellő feszítés.

A **színezések** alkalmával a különböző túlzott mértékű vegyszeres kezelések és hőhatások okozhatnak szálkárosodásokat. Előfordulhat, hogy a befejező műveleteknél elmulasztott, adott vegyi hatást semlegesítő kezelés vezethet a színezett textiláru tárolás közbeni szilárdságcsökkenéséhez. A nyomással történő mintázások során a kémiai behatások (magas hőmérsékletű savas körülmények, oxidáló hatások stb.) mellett egyéb szálsérülési tényezőket is kerülni kell. Pl. a gyengébb viszkózskelmék esetében a – nyomópép viszkozitását fokozó sűrítőanyag miatti – átmenetileg kialakult merev nyomat okozhat durva károsodást (pl. az ún. „sűrítőtörés” okozta szakadás). A nagyobb szárazanyag-tartalmú sűrítők esetén a nyomást követő túlszáradásnál következhet be a folytonossági hiány. Ez ellen kisebb szárazanyag tartalmú sűrítők alkalmazásával, a nyomópépbe adagolt nedvszívó hozzátétellel és a szárítás optimalizálásával lehet védekezni. Hasonlóan durva szilárdságcsökkenést okozhatnak a szintetikus kelmék nyomásánál a nyomópépbe túladagoltan bekerült duzzasztószerek is, amelyek szálkárosító hatása a hőkezelésnél következik be.

A különböző **műgyantás nemesítő végkikészítések** során is csökken a szilárdság. Pl. a szakítóerő 30 %-kal (szélsőséges esetben még nagyobb mértékben), a tépőerő akár a kritikus alsó határ alá csökkenhet. Szélsőséges esetben a kifejlesztéshez szükséges – hő hatására savasan hasadó – katalizátor hatása a cellulóz degradációjához vezet (a magas hőmérséklettel termikus szálkárosodás is együtt járhat), továbbá a kialakuló újabb keresztkötések miatt egyenlőtlen lesz a húzófeszültséggel szembeni ellenállás. Az igénybevételre nem tud valamennyi – a szálakat felépítő – láncmolekula a feszültség egyenletes felvételével reagálni. Így a szál szakadása anélkül is bekövetkezik, hogy minden lánc kiegyenesedéssel és nyúlással próbált volna a terhelés felvételében közreműködni. A káros mellékreakciók megfelelő hozzátétekkel mérsékelhetők. Polietilén-diszperziók adagolásával a szövet tépőerő-csökkenése mérsékelhető, továbbá a varrhatósági jellemzők kedvezően javíthatók, a keresztkötések fixáló hatása miatti kelmemerevség ellensúlyozható. A poliakrilát-diszperziókkal a szilárdsági és kopásállósági tulajdonságok romlása mérsékelhető. Az ML (*micro-length-stretching* = mikro-hosszon végzett nyújtás) ill. MS (*micro-stretch* = mikro nyújtás) eljárás alkalmazása – mint nedvesen végrehajtott mechanikai kezelés – szintén előnyös (**11. ábra**). Ezzel a végkikészítés során alkalmazott beavatkozással elkerülhetők a vetülékirányú és kis tartományokban végzett nagymértékű nyújtással a láncmolekulák közötti kellemetlen reteszlődések, a vetülékfonalak hullámossága részben a láncfonalakra átterelhető. A közel egyenes „rüdként” viselkedő, eleve



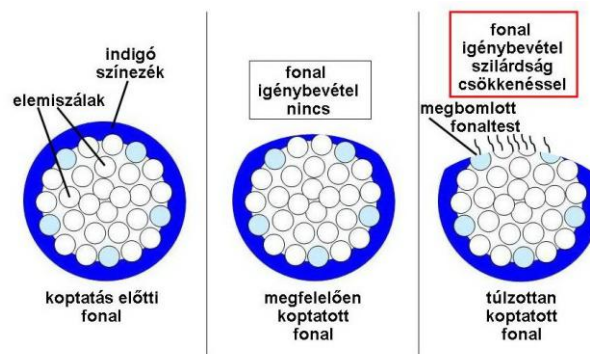
11. ábra

gyengébb vetülékfonalak nagyobb ellenállást tudnak tanúsítani a húzó igénybevételek során.

A **kalanderezés** általánosságban egyszerű folyamatos vasalásként fogható fel, miközben a fonalak elapulásával zártabb és simább lesz a plasztikus állapotban levő szövet. Ennek érdekében az ilyen berendezéseknél a fűtött fém hengerpalástot és az alátámasztást biztosító rugalmas bevonatú hengert összeszorítják. A megmunkálandó kelméket a nagy élnyomással (2,0–3,5 kN/cm vonalterheléssel) összeszorított hengerek között vezetik. A tűkörsima fűtött fémhenger a rugalmas bevonatú hengerhez viszonyított nagyobb kerületi sebességű forgatásával az is elérhető, hogy a kelme felülete fényesebb is lesz (ez a frikciós kalanderezés). A nagyobb sebesség-eltérés miatt a nyomást kellően csökkenteni kell a textilanyag (és a gép) megóvása miatt, és mert nemkívánatos szilárdságcsökkenés is bekövetkezhet.

A **bolyhozással** közismerten növelhető a textiltermékek hőszigetelő képessége. A hőszigetelés ill. melegtartás szempontjából optimális szerkezeti lazaságnak határt szabnak a textilanyagok szilárdsági kritériumai (pl. 0,05 g/cm<sup>3</sup> fajlagos tömeg lenne ideális a hőszigetelés szempontjából, ugyanakkor a legalább 0,1 g/cm<sup>3</sup> körüli fajlagos tömegű anyagok felelnek meg legjobban a rendeltetési igénybevételeknek). Az optimális magasságú és sűrűségű száltakaró kialakításához kellően megválasztott szálasanyag-jellemzők, fonalszerkezeti tulajdonságok és kelmek szerkezeti adottságok kellenek, továbbá fontos a bolyhozásra kerülő méteráru megfelelő előkészítése (nedvességtartalom, sűrűdés-csökkentő anyagok). Az optimális bolyhozás alkalmával a száltakarót úgy alakítják ki, hogy tépőhatás nem lép fel, az aránylag laza sodratú (általában vetülék-) fonalakból az egyes szálvégződéseket kiemelik (a szál többi része a fonaltestben marad). Ennek ellenére valamilyen mértékű szálkihullás elkerülhetetlenül bekövetkezik mind a gyártás, mind az ilyen kelméből szabott termékek viselése és gondozása során. A leendő bolyhozott cikkek tartósságvizsgálata ilyen szempontból is fontos.

A **csiszolásnál** a finomszemcsés bevonatú hengerek – főleg a mikroszálakból készült kelméken alkalmazva – egyes elemi szálakat elvágnak, a metszett végződéseket pedig fibrillákká szétszedve rojtosítják. A bársonyosan szétterülő, ecetszerű szálvégzések sokaságából számottevően vékonyabb, de lényegesen sűrűbb száltakaró alakul ki, mint a bolyhozásnál. A csiszolásra alkalmas megmunkáló felület nagykeménységű ásványi anyagok (horzsakő, üveg, korund stb.) finom porrá őrölt éles szemcséiből épül fel. Ez lehet az



A különböző mértékű koptatás hatása a farmerszövet láncfonalainak szilárdságára

12. ábra

önálló csiszológép négy forgó munkahengerének bevonata, vagy csiszolóvászson-csikokkal a kárttús bolyhozógép tús felületeinek burkolata. A csiszolóvászsonnal bevont munkahengerek fődobbal ellentétes forgásiránya megmarad (mint a bolyhozásnál). A művelet eleve bizonyos szilárdságcsökkenéssel jár, de helytelen gépbeállítás következtében jelentős szilárdságcsökkenés is bekövetkezhet.

A **koptatási eljárások** szilárdságrontó hatásával szintén számolni kell (12. ábra). Az új farmertermék öregítő jellegű hatását például többféle módszerrel idézik elő. A farmerszövet vegyi segédanyagokkal ill. mechanikailag enyhébben történő fakítása mellett a készterméken fémtűs kefével, csiszolópapíros dörzsöléssel, vagy akár homok ráfúvásával helyi elváltozásokat hoznak létre. Magán az alapanyagul szolgáló szöveten is végezhetnek felület- és külsőképmódosítást, így egységesen megváltozik a szövetjellege, színe, fogása. A konfekcionált terméken ilyen formában végzett vegyi kezelésekkel és helyi behatásokkal idéznek elő folt- ill. csík-szerű, elhasználódott jellegű részeket. A kezelést darabáruk esetében optimális körülményeket biztosító, emelőbordákkal kiegészített, a kellő súlykoló hatást megvalósító ipari forgódobos mosógépen végzik (pl. enzimmal, habkövel ill. kombináltan). A kezelőfürdőbe adagolt diszpergálószer elősegíti, hogy a lemosott indigó színezék ne vándoroljon vissza a textilanyagra (használati színtartósság javítása). A célirányos külsőképi változás mértékénél határt kell szabni az elvárt szilárdság garantálása érdekében.

## A tárolás és a használat során fellépő szálkárosító hatások

A növényvilághoz tartozó károkozók az ún. mikrobiológiai csoportba tartoznak. Egyik jellegzetes képviselőik a textiltermékekre különösen veszélyes penészgombák. A szaporodásukat biztosító sejtek a levegőben, vízben, talajban egyaránt jelen vannak, elterjedésüknek a nagy relatív légnedvesség és a 20–22 °C-os hőmérséklet kedvez (a kevés fény, ill. fényhiány fokozza elterjedésüket). A **mikrobiológiai igénybevételek** másik nagy csoportját a baktériumok (legkisebb és legegyszerűbb élőlények, az ún. egysejtűek) alkotják. Szaporodásukhoz víz jelenléte szükséges (pl. nedves termék) és az általában 15–40 °C-os léghőmérséklet (ettől eltérően vannak 4–6 °C-os tartományban, vagy akár 50 °C felett szaporodó egyedek is). A természetes (főleg cellulóz eredetű) alapú szálasanyagokból előállított kelmék



esetében a passzív mikrobaellenes végkikészítés nyújthat megfelelő védelmet a magas nedvességtartalmú, főleg a nedves trópusi klímazónában felhasználásra kerülő (huzamosabb ideig nyirkosságnak kitett) cikkek-nél. Döntően a penészgombák és egyes baktériumok okoznak foltosodással járó szálkárosodást. A rothadás elleni preventív beavatkozás főleg akkor fontos, ha az appretálás keményítoszármazékkal történt. Ezért a végkikészítő pépbe korábban vízben oldható konzerváló hozzátételeket adagoltak. A szagtalan és kis mennyiségben is hatásos, valamint a szálra közömbös vízálló anyagok (réz-, egyes válogatott higany-vegyületek; szalicilsav-származékok; egyes fenol-vegyületek; cirkóniumsó hozzátételek) biztosítják az antiszeptikus hatást. A korszerű, mosásálló trópusi kikészítés a cellulóz kémiai módosításával (acetilezés, ciánetilezés) érhető el.

A **rovarkártevők** közül a gyapjúból (keratin fehérje) és részben a valódi selyemből (fibroin fehérje) készült termékekre ill. tollal kombinált cikkekre jelentenek nagy veszélyt a ruhamolyok. Lárvaik (hernyó) a károkozók, a kifejlett rovar önmagában nem pusztít. A textilián megjelenő fonadékcső látványa, az ürülék jelenléte a fertőződésre utal, sajnos előbb-utóbb előjönnek a szétrágott részek. A molykár elleni kikészítő-eljárások széles köre régebb óta ismert, újabb segédanyagok és módszerek ezen a területen is jellemzők. Vannak színezékként rögzítendő szintelen vegyületek, amelyek a termék külső képét nem befolyásolják, valamint hatásuk mosás- és tisztításálló. A korszerű molyvédelem a gyapjú kémiai módosításával érhető el, pl. a láncmolekulák közötti kénhidas keresztkötések közé beépített más csoport élvezhetetlenné teszi a gyapjút a molyok számára.

A **napsugárzás** okozta igénybevételek közül az ibolyántúli sugárzás hat a legnagyobb mértékben. A Napból, ill. az égboltról származó szétszórt sugárzásnak a vízszintes síkra eső össz-sugárzással, az ún. *globál-sugárzással* jellemezhető az igénybevétel. A károsító hatás a szálanyagok öregedésében nyilvánul meg, ami szilárdságcsökkenéshez vezet. Értelemszerűen a napi átlagos természetes megvilágítási időtartam lényeges befolyásoló tényező. A városi környezetszennyezés egyik kellemetlen megnyilvánulása, a „fotokémiai szmog” a színezett textiltermékekre is rendkívül károsan hat és visszafordíthatatlan fakulásban, színtorzulásban, esetenként sárgulásban és szilárdságvesztésben nyilvánul meg. Egyebek között a gépkocsik és egyéb belsőégésű motorok kipufogógázainak hatására a talaj közeli légkörben egyre több az ózon, és az ezzel együtt fellépő egyéb klimatikus (napfény, nedvesség, további agresszív gázok stb.) hatások külön veszélyeztetik a szabadban használatos színes textiltermékeket.

## A mosások és a szilárdság összefüggése

A mosások szilárdságcsökkentő hatását is fontos szem előtt tartani. A kezelés közbeni mechanikai igénybevételek (nemcsak a mosás, hanem a több menetben végrehajtott centrifugálás, gépi dobos szárítás) a szálak kifáradásához járulnak hozzá, amely folyamatos szálkihullással csökkenti az anyag tömegét és szilárdságát. A mosás, ill. az engedélyezett fehérítés vegyi anyagai szintén okozhatnak szálkárosodást (főleg, ha az állapotjelzők betartása hiányos). A vasalással járó hőhatások is gyengítik a textiliát. A háztartási textiliák

szakszerű textílapolásával összefüggő minősítő és vizsgálati rendelkezéseivel foglalkozó nemzetközi előírások szerint általában 50 mosási átmenet után készítenek végső értékelést. A szilárdságcsökkenést illetően irányadó, hogy a nedves szakítóerő 25 mosás után a 15 %-os, 50 mosásment után a 30 %-ot nem meghaladó mértékű csökkenése következhet be. A szálkárosodás a károsítási tényezővel, ill. az átlagos polimerizációs fok alapján állapítható meg.

A hazai, korábban hatályos ágazati szabvány figyelembevételével a vizsgálat során 50-szeres, azonos technológiájú mosást kell végezni. A mosás

- az előmosás (a textília nedvesítése, a szennyeződések fellazítása),
- a tisztára mosás (a fellazított szennyeződés fürdőbe vitele) és
- az öblítés (fokozatosan csökkenő hőmérsékletű és növekvő flottaarányú fürdők a textiliában maradt mosólé eltávolítása)

műveleteiből áll. A mosás technológiájára hatással van a mosógép típusa, terhelése, fürdőaránya, az alkalmazott fürdők (mint elkülöníthető részműveletek) száma, a hőmérséklet, a kezelési idő, a mosó- és segédanyag koncentráció. A mosás utáni műveletek a víztelenítést, szárítást, vasalásra előkészítést és vasalást, ill. a hajtogatást is magukban foglalják. Szöveteknél a szakítóerő csökkenését mindig 100 db láncfonalat tartalmazó próbarab készítésével állapítják meg, ez kizárja a méretváltozás (pl. összemenés) okozta zavaró hatásokat. A polimerizációs fok csökkenését a Staudinger-módszerrel határozzák meg.

A bekövetkezett szálkárosodást a szakítóerő mérése alapján így értékelik: 50 mosásment után a szakítóerő-csökkenés 20 % alatt *igen csekély*, 20–30 % között *csekély*, 30–40 % között *közepes*, 40–50 % között *fokozott*, 50–60 % között *nagy*, 60 % felett *nagyon nagy*. A polimerizációs fok csökkenése alapján történő értékelés szerint: 15 % alatt *igen jó*, 15–25 % között *jó*, 25–40 % között *még jó*, 40–50 % fokozott, 50–60 % között *nagy* és 60 % felett *nagyon nagy*.

Tehát a háztartási termékek hatásait is megbízhatóan tesztelni kell az új termék kialakításakor (régibbi cikknél akkor, ha valamelyik összetevő más gyártótól származik, ill. egyéb változás következett be). A rendeltetési cél szerint megengedett kezelési körülmények hatása is kontrollálandó, mielőtt a termék nagyüzemi gyártását megkezdik.

## Varrással kapcsolatos szilárdsági vizsgálatok

A varrás okozta kelmesérülés vizsgálata szintén fontos, mert a konfekcionált késztermékek esetében a szabott idomok határoló vonalainál a kelme folytonosságát varratokkal állítják vissza. Általános szabály, hogy a kelme szakítóerejének 60–90 %-át ne lépje túl a varrásszilárdság, ellenkező esetben a varrással járó kelmesérülések ill. az ún. öltéshurkoknál halmozódó feszültségcsúcsok varratmenti szilárdságvesztést okoznak.

A **tű** áthaladásakor a szövet vagy kötött kelme fonalai sérülnek, részben elszakadhatnak. A behatoló tű szétlítja a fonalakat, a fonaltestet lazítja, az elemiszálakat megnyújtja. Kellő deformáció hiányában végül szálszakadás következik be. Kötött kelméknél a tű megnagyobbítja az igénybevett szemet, a szükséges fonaltöbbletet a környezetből próbálja fedezni a szerke-

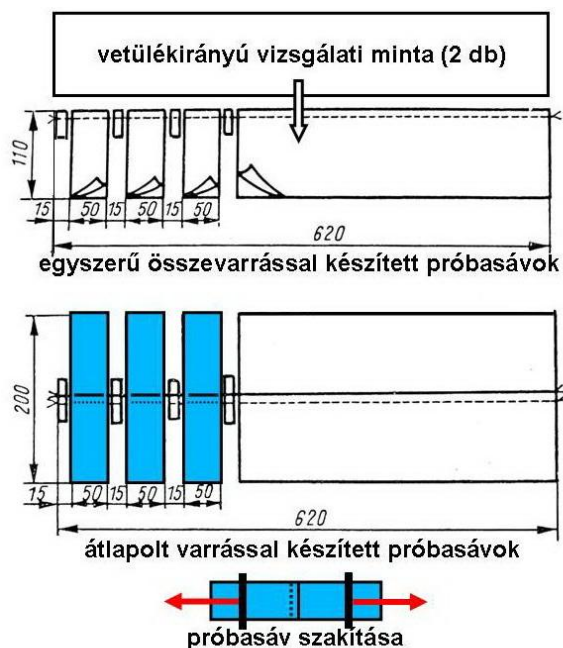
zetváltozás. Az elvárható deformálódás hiányában szintén szakadás következik be. A fonalba szűrő tű igyekszik szétoltni az útjába kerülő kelmerész fonalaikat, az azokat felépítő elemiszálakat. A kelméket alkotó fonalak sodratszámától nagyban függ, hogy a behatoló tű a sodratot lazán eltolja (kisebb sodratszám esetén), vagy sodratforlódás és végül a kritikus sodrat miatt fonalszakadás következik be (nagyobb sodratszámnál). (A neves tűgyártók ma már olyan kialakítású varrógéptűket is készítenek, amelyek mindezeket a veszélyforrásokat nagymértékben csökkentik.)

Az **öltéssűrűség** nemcsak a cérfelhasználási mutatóra (az egységnyi hosszúságú varrat kialakításához felhasznált cérfamennyiségre) van befolyással. Az öltéssűrűség növelése mind a szilárdságra, mind a varratmenti fonalcusúzásra kedvezően hathat, ugyanakkor azonban ezzel a kelmesérülés veszélye is fokozódik. Az előírtnál kisebb öltéssűrűség csökkenti a varrat erejét (pl. 10 %-os csökkenés 10 %-os varratszilárdságromlást okoz).

A varrás okozta kelmesérülést a szakítóerőcsökkenéssel, ill. a szakadt és sérült fonalak részarányával határozzák meg. Előbbinél a próbasávokat merőlegesen átvarrják, az adott fonalcsoportok folytatásából nyert és változatlanul hagyott próbatestek képezik a kontramintákat. Az ép sávok szakítóerejéhez viszonyítják a bekövetkezett szilárdságcsökkenési különbségeket (%-ban határozható meg a varrás okozta gyengülés). A szakadt és sérült fonalak mértékének vizsgálata (az elszakadt és megsérült fonalak száma %-ban, viszonyítva az összes fonalakhoz) során az összevarrt szövetmintán több szakasz kivágása után történik az elemzés. A varrat kifejtését követően, a varratnyommal párhuzamos fonalak részleges eltávolítása után nagyításban ellenőrzik a szövet fonalainak állapotát. A szakadtakon kívül sérültek azon fonalak, amelyeknél a fonaltest keresztmetszetének egynegyedében elszakadtak a szálak.

A **varratmenti fonalcusúzás** vizsgálata is fontos tényező. Ez azt mutatja meg, hogy miként fog viselkedni az adott kelméből szabott és különböző varratokkal összeállított késztermék a különböző húzó igénybevételekre (pl. a használat közbeni mozgások során bekövetkező feszülések, ill. lökésszerű terhelések, különös tekintettel a szűkebb fazonú és jelentős elasztánszál tartalmú anyagokból készült modellekre). A vizsgálat lényege, hogy az adott fő fonalirány szerint kivágott, két egybevágóan egymásra helyezett próbasávot középen, a hosszirányra merőlegesen a megfelelő varrattal összevarrják. Ezután a kettős próbatest ellentétes végeit befogják a szakítógéphez és meghatározott terhelésnek (nem a szakadásig igénybe véve) teszik ki. Adott idő elteltével megméri a varrat mentén eltávolított fonalak szabályos szerkezettől való távolságát (általában a 2–3 mm-es mérték megfelelő, munkaruhánál 5 mm is lehet a felső határ).

A **varrás szakítóerejét** szövetek és kötött-kelmék esetén kissé eltérően vizsgálják. A **szövetekből** lánc- és vetülékirányban  $330 \times 620$  mm-es próbatesteket vágunk ki, a kelmeszáltól legalább 30 mm-re. Ezekből  $110 \times 620$  mm-es próbatesteket készítenek, majd az egymásra helyezett sávokat az egyik szélük mentén, hosszirányban az alkalmazandó varratípussal levarrják. Ezután a szétnyitott próbatestből, a varrásra merőlegesen 50 mm-es foszlatott szélességre törekedve úgy vágunk ki próbasávokat, hogy köztük elválasztottan 13 mm



A varrás szakítóerejének vizsgálata

13. ábra

méretű kis szövetközök maradjanak. Így fűzerszerűen összefüggő próbasávokat kapnak, amelyeket önállóan úgy fognak be a szakító gép pófaiba, hogy a varrás a szabad befogási hossz felezési vonalában legyen. Az egyes próbasávok szakítóerejének meghatározása során a szakadási módokat is rögzíteni kell (miután többféle jellegű szakadás is előfordulhat). A varrás átlagos szakítóereje a szövet varrásra merőleges szakítóerejének %-ában is megadható.

A **konfekcionált késztermékek** varrásainak vizsgálatához olyan részből (pl. oldal-, ill. hátravarrás) vesznek ki a próbasávokhoz mintát, ahol a varrat az egyik fonaliránnyal megegyezően halad. A kivágás során ügyelni kell arra, hogy a varrás a leendő 6 db próbasáv hosszának felezővonalába essen. Ezután a már említett fűzerszerű próbasáv együttesből kerülnek szakítóvizsgálatra az egyes próbatestek (13. ábra).

A **kötött textíliák** és a kötött kelméből készített ruházati cikk varrásainak szakítóvizsgálatát közel hasonló módon végzik. A szemoszlop-, ill. szempálcáiránnyal egyezően kivett próbasávokat hosszanti szélükön az adott varrat típus kialakítása szerint összevarrják. Ezt követően a varratra merőlegesen mindkét kelmadarabot a varrásig bevágják (100 mm széles sávokat képezve). Ezután a próbasávokat grab-szakító módszerrel szakadáság terhelik (ügyelve a befogópofák csúszásmentességére). A konfekcionált késztermékekből úgy vágunk ki mintadarabot, hogy 5-5 db 100 mm széles próbasávot nyerjenek, amelyeknél a befogási hossz középvonalába esik majd a varrat. Ezután az előbbieken említettek szerinti szakítóvizsgálat következik.

A **varratnyúlás** az egyik legfontosabb tartóssági tényező, hiszen a párhuzamos húzó terhelésre a megfelelő varrat kellő mértékű nyúlással tud reagálni. Az átmeneti ill. részlegesen vagy véglegesen fennálló hossz-növekmény a varrat szerkezeti jellemzői engedte mozgásból ill. a varrócérna nyúlásából tevődik össze. A ma-

radó cérnanyúlás a varrat meglazulásával jár, rugalmas varratnyúlás és maradó kelmenyúlás esetén a varratkép ráncos lesz. A húzóerő hatására megnyúló kelmet nem követő varrat esetén varratszakadás következik be. A varratok nyújthatóságának meghatározása tehát szintén fontos anyagvizsgálat. Ennek során a varrás irányával párhuzamos húzó igénybevételi hatáskor a szakadáskor bekövetkezett megnyúlás mértékét állapítják meg. Az adott varrástípust a szükséges rétegszámú próbadarab középvonalában – hosszanti irányban – alakítják ki. A kisnyúlású szöveteknél a varrat szakadási nyúlása várhatóan meghaladja a kelme szakadási nyúlását, ezért a fonáliránnyal 45°-os szöget bezáró irányú varratmintákat készítenek. Az így kialakított próbatesteket úgy kell a szakítógépbe befogni, hogy az a cérnaág legyen a színoldalon, amelyik bizonyára elszakad (pl. huroköltésnél az alsó, kettős láncöltésnél a felső cérna). A varrat szakadásakor észlelt nyúlásértéket és a szakadást szenvedő cérnaágot feljegyzik. Amennyiben a varrat nyúlása nagyobb, mint a szövet szakadási nyúlása, úgy a szövetsáv szakadásáig végzik a húzó terhelést. A késztermékből vett mintákon azonos próbasáv-kialakítással, ugyanilyen módon végzik a varratok nyúlásvizsgálatát.

A kötött kelméken készített varratok szakadási nyúlásához a főirányokban képzett és egybevágóan egymásra helyezett próbatesteket általában, a hosszú oldalaikkal párhuzamosan – a középvonalban – a rendeltetéssel összefüggő varrattal egyesítik. A szél levágásával járó szegővarratok esetén a hosszanti szél mentén képzik a varratot. A varrással egyesített, 180 mm-es hosszúságúra darabolt próbasávokat grab-szakító módszerrel vizsgálják (a befogási hosszának megfelelően a varrat a középvonalba esik). A varrat húzóigénybevétel közbeni viselkedését a próbasáv a szín- és fonákoldalán (utóbbinál pl. tűkörrel) egyaránt figyelni kell. A kelme szakadását meghaladó varratnyúlás esetén a vizsgálat a kelme folytonossági hiányának bekövetkeztekor befejeződik a vizsgálat. Kötött kelméből készített késztermékek varratnyúlás vizsgálatakor úgy kell a próbadarabokat kivágni, hogy a varrat a hosszanti oldallal párhuzamos elhelyezkedésű legyen és az ilyen helyzetű középvonal felezésében legyen.

Főként a kötött termékeknek számos olyan megoldás is előfordul, amikor a tervezők nem ügyelnek arra, hogy a nagy rugalmasságú kelméből szabott és összeállított termékek szabad nyúlását nem lehet lokalizáltan korlátozni. Amikor díszítés vagy egyéb kialakítás miatt reteszeli a kelme, úgy a különböző húzóerők hatására fonalsérülés következik be, a szemfutás egyre terjedő folytonossági hiányhoz vezet.

Főleg a vászonkötésű pamutszövetekből készített nadrágoknál fordul elő, hogy a viselés során fellépő húzó igénybevételeknek károsodás nélkül nem tudnak ellenállni. A konfekcionáláshoz felhasznált méteráru tépőszilárdsági hiányossága és a modellkialakítás egyaránt hozzájárul a viseléskor szinte azonnal bekövetkező szakadáshoz. Főleg a farrészen kialakított, bevágott zsebek egyik szélénél alakulnak ki folytonossági hiányok (általában csoportos vetülfonál-szakadások következtében). A bevágott szövetrészt melletti, több rétegre kiterjedő reteszelés helyén a terhelés koncentrálódik, a gyenge tépőerejű szövet említett fonálrendszere nem bírja a fellépő igénybevételt. Előfordul, hogy a régebbi típusú reteszelő gépeken alkalmazott kisebb reteszelési hosszán annyira megnövekszik az öltéssűrűség, hogy fokozott kelmesérülés következik be.

## Összefoglalás

Kellően kontrollálható és mindvégig nyomonkövethető, hogy a különböző textiltermékek tervezése, kialakítása (beleértve a próbagyártásokat) alkalmával a szilárdság miként alakul. A rendeltetési cél szerinti használati és kezelési igénybevételek tökéletesen modellezhetők a kellően megválasztott anyagvizsgálatokkal, kísérleti tesztekkel. A gyártáshoz felhasználásra kerülő szálaanyagok és fonalak, az elkészült nyerskelmek szilárdsági tulajdonságai folyamatosan ellenőrizhetők. A kikészített méteráru ilyen jellegű tulajdonságváltozásai minden művelet után, a gyártásközi és a végellenőrzés során pontosan követhetők. A konfekcionálásnál készített idomok szilárdságra gyakorolt hatása, a végrehajtott – főleg varrással történő – egyesítések okozta ellenálló képesség módosulások szintén objektíven ellenőrizhetők. A viseléssel, kezeléssel, gondozással járó behatások meghatározása is egzakt módon biztosított.

## Felhasznált irodalom

- [1] Gyimesi János: Textilanyagok fizikai vizsgálata, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1968
- [2] Dr. Rusznák István és szerzőtársai: Textilkémia I.-II.; Tankönyvkiadó, Budapest, 1988
- [3] Dr. Jederán Miklós – Tárnoky Ferenc: Textilipari kézikönyv, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1979
- [4] Szabó Lóránt: Polimer kompoziterősítő szálak tulajdonságai, Magyar Textiltechnika, 2013/1.
- [5] Szabó Rudolf - Szabó Lóránt: Textilszálak kompozitok megerősítésére, Magyar Textiltechnika, 2011/5-6.
- [6] Kutasi Csaba: Az önkéntes minőségtanúsítások fogyasztóvédelmi fontossága, TMTE rendezvény, 2012. május 23.