



Nyugat-Magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kar  
Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola  
Rosttechnikai tudományok  
Doktori program

## **Doktori értekezés tézisei**

**Textil laptermékek redőződésének és fogásának vizsgálata konfekcióipari  
3D-s anyagszimulációhoz**

**Kokasné Palicska Livia**

**2008**

**Doktori iskola:** Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola

**Program:** F4 Rosttechnikai tudományok

(vezető Prof. Dr. Winkler András)

**Tudományág:** Anyagtudományok és technológiák

**Témavezető:** Dr. Szücs Iván

## 1 A kutatómunka célja és tudományos előzményei

Az utóbbi években megnőtt az érdeklődés a ruházat számítógépes megjelenítése iránt. Ennek oka, hogy a világban egy olyan, forradalmian új ruhaipari szolgáltatás fejlesztése zajlik, amely a térbeli alakzatok pontos digitalizálásával, virtuális prototípuson teszi lehetővé, hogy a vevő igénye szerint, azonnal beavatkozzanak egy modell tervezési folyamatába. A ruhaiparban fokozódó konkurencia, a kiélezett verseny és a divattermékek rövidebb életciklusa miatt világszerte új technológiai megoldások után kutatnak. Ennek a fejlesztési folyamatnak az egyik eredménye, hogy a számítógépes szimuláció fejlődésével a gyártmánytervezési és a gyártás-előkészítő folyamatokban ma már sok helyen 3D-s CAD technológiát alkalmaznak. A méretvétel az emberről testszkennelrel történik, amely néhány perc alatt, lézer- vagy fény segítségével rögzíti a pontos testméreteket. A testszkennel ezután továbbítja az adatokat egy számítógépnek, ahol a fejlett szimulációs rendszerek képesek a méretek alapján a parametrizált modell megjelenítésére.

A kelme-szimuláció és a 3D-s CAD technikával megvalósuló térbeli tervezés hasznélvezője nem csak a ruhaipar, hanem minden olyan terület is, amelynél textil burkolatot kell térbeli formára illeszteni (pl. az építő- és csomagolóiparban alkalmazott műszaki textíliáknál, bútor kárpitozásánál, gépjárművek armatúráinál, ülés-szerkezeteknél, stb.).

A textília számítógépes megjelenítése a kelme csekély erő hatására bekövetkező nagy alakváltozási hajlama és a bonyolult anizotrop és nemlineáris tulajdonsága miatt igen nehéz, adekvát anyagmodell felállítását igényli. A valós viselkedést pontosan megjelenítő, valósídejű szimulációhoz szükség van pontos mechanikai mérésekre, anyagmodellekre és komplex numerikus megoldásokra.

A doktori értekezés szándéka, hogy eredményeivel hozzájáruljon a textil lapterméknek a valóságot jobban megközelítő virtuális megjelenítéséhez. Ennek érdekében a szerző a textília azon tulajdonságát vizsgálta, amely a számítógépes modellezés alapjául szolgál. Ez a textília redőződési képessége, amely komplex alakváltozásként fontos szerepet játszik a ruházat esztétikai megítélésében, de meghatározza a textília alakra illeszthetőségét és térbeli formálhatóságát is.

A textil laptermékek redőződésének és fogásának meghatározásához kapcsolódó, a dolgozatban bemutatott mérési módszerek ismeretében vált indokolttá olyan vizsgálatnak a kifejlesztése, amely egyszerű módszerrel komplex módon írja le a redőződésnél bekövetkező deformációt, és amellyel nyert információk a továbbiakban széleskörűen felhasználhatóak.

## 1.1 Kutatási célok meghatározása

A dolgozatban szerző az alábbi célokat fogalmazta meg:

- Egy olyan új, számítógépes kiértékelő módszernek a kifejlesztése, amellyel a textil laptermékek redőződési képességéről a statikus redőződés ismert kiértékelési módszereinél több információ nyerhető, és amellyel a hagyományosan manuálisan végzett vizsgálat hibaforrásai kiküszöbölhetőek.
- A textil laptermékek redőződésének modellezéséhez szükséges anyagjellemzők meghatározásának érdekében vizsgálatok végzése a kelmeszerkezet és a kikészítés redőződésre gyakorolt hatásának megállapítására.
- Az így kapott eredményekből levonható következtetések vizsgálata az alkalmazhatóság tekintetében.
- Annak bizonyítása, hogy a kísérlettervezésben alkalmazott paramétertervezés új típusú ruházati alapanyagokkal kísérletező, vagy kevesebb tapasztalattal rendelkező gyártmánytervező és konfekcióipari szakember által jól használható eszköz.

## 1.2 Vizsgálati módszerek

A kutatások textil laptermékek olyan mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára irányultak, amelyek a konfekcióipari feldolgozás, illetve az öltözék viselése során fellépő, kis erőhatásra bekövetkező alakváltozást befolyásolják (húzó, hajlító, nyíró és nyomó igénybevételnél).

Szerző a redőződéssel és fogással kapcsolatos mechanikai jellemzőket a Kawabata-féle KES-FB vizsgálóberendezésen és a Cusick-féle vizsgálati módszerrel véletlenszerűen kiválasztott, valamint az összehasonlító vizsgálat céljának megfelelően legyártott pamut, pamut/len és viszkóz szöveteken határozta meg. A redőződés mérésére a saját fejlesztésű számítógépes kiértékelési módszert, a BME-n kifejlesztett Sylvie 3D Drape Testert és a koreai Drape Analyser programot használta. A méréseket a Budapesti Műszaki Főiskola Textiltechnológiai Laboratóriumában, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen és a Maribori Egyetemen végezte. Szerző a redőződésmérés általa kifejlesztett új módszerével kapott redőződési információkat felhasználta egy konkrét divattervezői elképzelés optimális megvalósításához. A kísérlettervezés módszerével kapott eredmények lehetővé tették a gyártmánytervező számára fontos kimenetek vizsgált konfekcionálási bemenő paramétereiktől való függésének becslését.

## 2 Új tudományos eredmények összefoglalása

A szerző által kifejlesztett új, az eddigiekhez képest hatékonyabb módszerrel komplex információ nyerhető a textília redőződéséről. A számítógépes kiértékelés kiküszöböli a hagyományosan manuálisan végzett értékelésnél keletkező hibalehetőségeket.

A módszer kidolgozásánál abból indult ki, hogy a redőződés mérésénél az alátámasztási felületről lelógó, kör alakú minta vetületének körvonala egy önmagában záródó görbe, amely a középponti szög függvényében, periodikus függvények összegeként előállítható. A folytonos szögtartományú jeleket a redőződés mintavételezett értékeiből előállított diszkrét jelekkel helyettesítette. Mivel a redőződő minta vetületi képéből nyert hullámgörbe diszkrét pontjait a középponttól mért távolság, azaz a sugár és az elfordulás középponti szöge határozzák meg, így a hullámgörbe ezekkel kifejezve Fourier sorként felírható.

A vizsgálati módszerhez szerző egy munkatársaival közösen fejlesztett, új számítógépes programot használt, amely redőződésről készült és képfeldolgozással átalakított síkvetületi képen meghatározza a harmonikus analízishez felhasznált kontúrponatok koordinátáit, és a vetület területét, amelyből a redőződést jellemző esési tényező értéke számítható.

Szerző javaslatot tett egy új jellemző bevezetésére a redőződés kiértékeléséhez, ez a periodikus függvények harmonikus összetevőinek amplitúdóit azok hullámhosszának függvényében ábrázoló spektrumfüggvény. Megvizsgálta, hogy a kifejlesztett új kiértékelési módszer alkalmazás-különböző textil laptermékek összehasonlítására, és a textíliát érő különböző hatások kimutatására a spektrumfüggvények változásán keresztül.

Szerző komplex mechanikai vizsgálatokat végzett a célkitűzésben megfogalmazott redőződést befolyásoló legfontosabb anyagtulajdonságok (kelmeszerkezet és kikészítés) elemzésére, amelyeknél a spektrumfüggvénnyel új információkat nyert az anyagok térbeli illeszkedésével kapcsolatos redőződési tulajdonságáról. Számszerűsítette az előkezelés és fogásjavító kikészítés pamut, viszkóz és pamut/len szövetek redőződésére gyakorolt hatását. Bizonyította, hogy a spektrumfüggvény a vizsgált minta méretétől függően változik, nagyobb méretű minta harmonikus analízissel megállapított főkomponenseinek hullámhossza kisebb.

A textil laptermék jellemzője az időtől függő alakváltozás, és a relaxáció során a kelmében ébredő feszültségek változása. Szerző kísérletekkel megállapította, hogy a redőződésmérésnél alkalmazott kör alakú minta legnagyobb vizsgált lelógási hosszánál (9 cm) a spektrumkép változik az idő függvényében a mintát ért külső erők hatására.

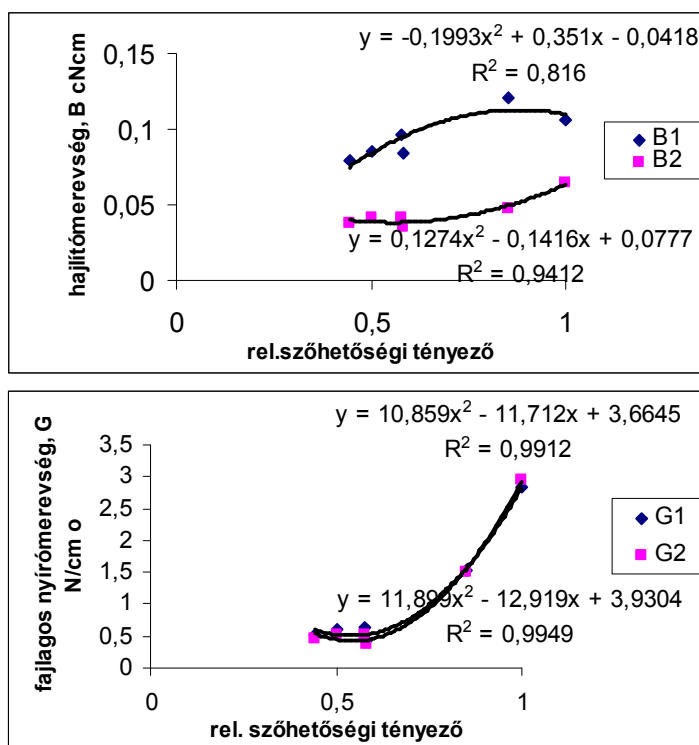
Többfaktoros kísérlettervezés módszerével bizonyította, hogy a redőződésről nyert jellemzők jól felhasználhatóak a gyártmányfejlesztésben. A kapott eredmények alapján gyorsan elkészíthető egy divattervezői elképzelés optimális prototípusa és így lerövidíthető a gyártmányfejlesztési folyamat.

### 3 Az értekezés tézisei

#### 1. Tézis

A kelme kötésszerkezetére jellemző relatív szőhetőségi tényező és a laptermék redőződési képessége között szignifikáns összefüggés van. A relatív szőhetőségi tényező növekedésével nő a kelme esési tényezője, a hajlítási merevsége, valamint a fajlagos nyírómerevsége. Szerző mérései alapján megállapította, hogy ez az összefüggés másodfokú függvénnyel közelíthető a vizsgált kelmék esetében (3-1. ábra).

1.1 A közelítő másodfokú polinom alapján szerző kimutatta, hogy a szövetszerkezet változásának mértéke erősebb hatást fejt ki a nyíróellenállásra, mint a hajlító merevségre. Vázonkötésű pamutszövet nyíróellenállása háromszoros mértékű a sávolykötésű szövethez képest.



3-1. ábra Különböző szövetszerkezetű minták hajlító merevsége és nyíróellenállása a relatív szőhetőségi tényező függvényében (1: láncirány, 2: vetülékirány)

1.2 A hajlító merevség, illetve a nyíróellenállás és a vetülékfonal lineáris sűrűsége között lineáris kapcsolat van, míg ez a kapcsolat másodfokú polinomiális függvénnyel közelíthető a vizsgált mechanikai jellemzők és a vetüléksűrűség esetében.

## 2. Tézis

Szerző bizonyította és számszerűsítette egyes, a kikészítés során alkalmazott mechanikai, kémiai és termikus kezelésnek a redőződésre gyakorolt jelentős hatását.

- 2.1 Szilikonos lágyító és csúszásgátló felhasználásával végzett fogásjavító kikészítés után 20%-al csökken az esési tényező és erőteljesen csökken az anizotrópia a vizsgált viszkózus kelme esetében, aminek eredményeként javul a textília térbeli alakra illeszthetősége és formálhatósága. Kétszeres mennyiségű lágyító ugyanazon a vizsgált ruházati alapanyagon 26 %-os csökkenést eredményezett az esési tényezőben. Azonos fogásjavító kikészítés nagyobb hatást fejt ki, ha a kelmét alkotó fonalak lineáris sűrűsége, vagy a kelme területi sűrűsége kisebb.
- 2.2 Len-típusú szövetek esési tényezője 25%-al csökkenthető a kémiai (fogásjavító lágyítás) és mechanikai kikészítés (törés) együttes alkalmazásával.
- 2.3 Nyers pamutszövet esési tényezője átlagosan 10 %-al csökken 95 C°-on végzett lefőzés hatására, míg az ipari vasalóprésszel alkalmazott kezelés 24 %-os növekedést eredményez a vizsgált jellemzőben.

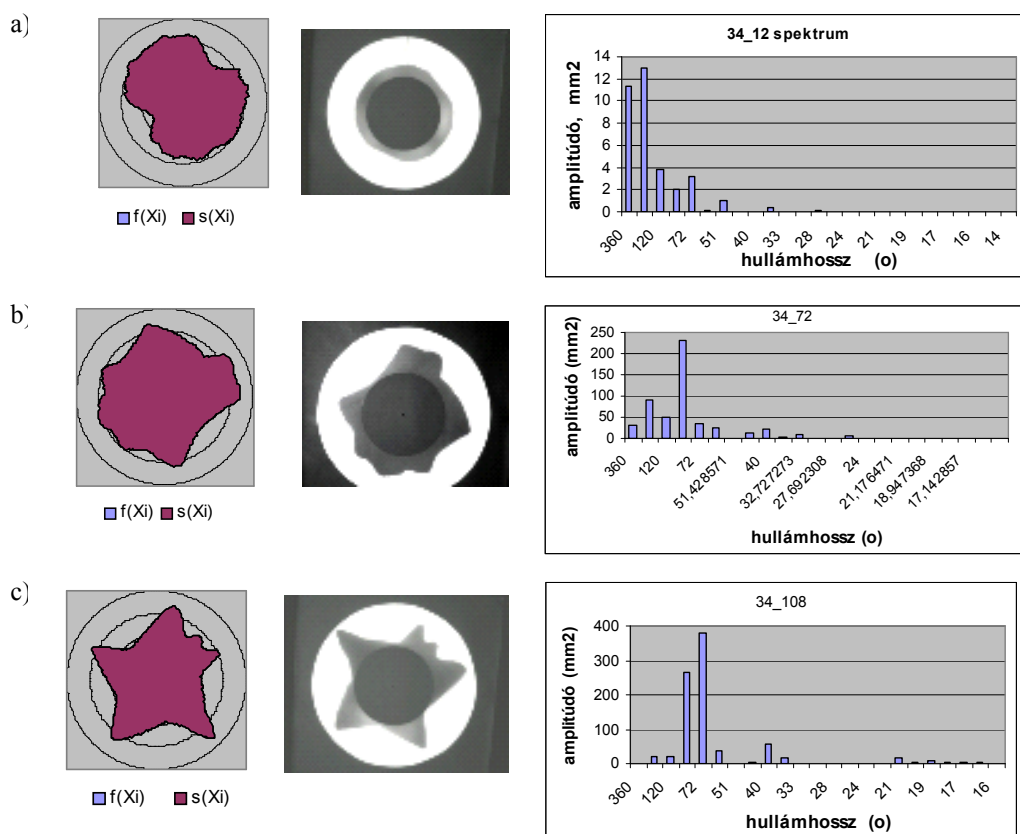
## 3. Tézis

Szerző a redőződés kiértékelésére kidolgozott egy hatékony megoldást, amellyel e térbeli alakváltozásról az ismert vizsgálatokhoz képest több információ nyerhető. A textíliák redőződési képességének leírására új jellemzőt vezetett be, ez a redőződés spektrumfüggvénye, abból kiindulva, hogy az alátámasztási felületről lelógó, kör alakú minta digitális síkvetületi képéből nyert hullámgörbe harmonikus analízishez sorba fejthető.

- 3.1 A redőzött minta vetületi képéből nyert hullámgörbét közelítő Fourier polinom harmonikus összetevőit a szögelfordulásban kifejezett hullámhossz függvényében ábrázolva vonalas spektrumfüggvény kapható, amelyről szerző kimutatta, hogy a textíliák redőződési képességének leírására alkalmas és reprodukálható eredményeket biztosít.
- 3.2 Szerző bizonyította, hogy az általa meghatározott spektrumfüggvény alkalmas a redőződési képesség gyors és objektív mennyiségi elemzésére úgy, hogy a textíliák eséséről az eddig ismert mérési módszerekhez képest átfogóbb, komplex statisztikai adatokat szolgáltat. A spektrumfüggvényről leolvasható, hogy melyik periodikus összetevővel közelíthető meg leginkább a redőződés görbéje (domináns hullámhossz), hány felhar-

nikusa van és azok milyen hullámhosszúak, következtetni lehet a redők méretére, a különböző hullámhosszú redők előfordulásának gyakoriságára és a redőződés szimmetriájára.

- 3.3 Az új jellemzőt alkalmazva kimutatta, hogy azonos textília redőződéséről felvett spektrumfüggvény az anyagminta átmérőjének, ezáltal a lelógási hosszának a növelésével változik, ekkor nemcsak az esési tényező, hanem a redők hullámhossza is csökken (3-2. ábra).
- 3.4 A spektrumfüggvényen keresztül bizonyította, hogy a redőződés a vizsgált ruhaipari kelme 6 cm-es lelógási hosszánál állandó, amennyiben a vizsgálat során a textíliát külső erőhatás nem éri, tehát a mérési adatok alapján statisztikai számítások végezhetők.



3-2. ábra Vizsgálati minta redőződésének vetületi képe és spektrumfüggvénye  
a) 3 cm-es, b) 6 cm-es és c) 9 cm-es lelógási hosszánál



#### 4. Tézis

Szerző kutatási eredményeivel bizonyította, hogy a spektrumfüggvény a textíliák összehasonlításához minőségi információkat is tartalmaz.

- 4.1 A spektrumfüggvény alkalmas különböző ruházati alapanyagok redőződési képességének összehasonlítására, valamint a gyártás során alkalmazott fogásjavító kikészítés hatékonyságának kimutatására. Kimutatta, hogy lágyított kelme esetében a redőződést leíró hullámgörbe harmonikus összetevőinek főkomponensei eltolódnak a kisebb hullámhossz irányába.
- 4.2 Az új módszerrel nyert információk alkalmazhatóak többfaktoros kísérlettervezés kimeneti értékeként a gyártás-előkészítésnél, az optimális alapanyag és konfekcionálási technológia kiválasztásához egy divattervezői elképzelés megvalósítási folyamatában. Szerző az utóbbi állítás bizonyítására négy konfekcionálás-technológiai paramétert vizsgált, ezek az alkatrészek illesztésének varrásmódja, a varrat térbeli kiegyenlítése, a merevítő ragasztós közbélés merevsége és mérete. A kísérlettervezés eredménye alapján kimutatta, hogy a vizsgált négy faktor közül 5%-os szignifikancia szinten a közbélés méretének, 5-10 % között a közbélés merevségének is szignifikáns hatása van az esési tényezőre. A varraterősítésnél a vizsgált viszkóz kelméhez képest 60%-al merevebb ragasztós közbélést 3,5 cm-es szélességben alkalmazva közelíthető meg leginkább a célmodellként meghatározott divattervezői elképzelés (3-3. ábra).



3-3. ábra A kísérlettervezés célmodellje

## **4 A témában megjelent tudományos közlemények**

### **Külföldön megjelent idegen nyelvű közlemények:**

- 1 L. Kokas Palicska, Jelka Gersak, M. Halász (2005): The impact of fabric structure and finishing on the drapery behavior of textiles, 5th World Textile Conference AUTEX, 27-29. June 2005, Portoroz, Szlovénia, ISBN 86-435-0709-1, pp. 891-897
- 2 M. Halász, L. Kokas Palicska (2006): 3D Dress Design by Virtual Mannequin, Agiltex Design 1st Workshop, Nemzetközi Konferencia, Iasi, Románia, 2006.06.24-27. ISBN (10)973-730-230-7, p. 121-126
- 3 L. Kokas Palicska, I.Szücs, Zs. Borka, P. Tamas (2008): Description of Ability to Draping of textile Fabrics by Spectrum Function, 2nd Aachen-Dresden Textile Conference, 04-05.12.2008.

### **Hazai idegen nyelvű közlemények**

- 4 L. Kokas Palicska, M. Halász (2005): Analysing of draping properties of textiles, IN-TECH-ED '05 Nemzetközi Konferencia, 2005, Budapest, ISBN 963 9397 067, pp.133-138
- 5 L. Kokas-Palicska, I. Szücs, Zs. Borka (2008): Characterisation of Fabric Drape Using Spectral Functions, Acta Polytechnica Hungarica Vol. 5, No. 3, 2008, pp. 75-85

### **Magyar nyelvű folyóiratcikkek**

- 6 Kokas P. L., Kiss Sz. (2005): Különböző kikészítésű minták esésének és a hajlítási merevségének vizsgálata, Magyar Textiltechnika, 2005/3, 60-63.o
- 7 Kokasné Palicska L., Halász M. (2005): A szövetek szerkezeti jellemzőinek hatása az esésre, Magyar Textiltechnika 2005/6, 170-172 o.
- 8 Fekete Zs.,Kokasné Palicska L.(2007): Egyénre szabott ruha a tömeggyártásban – „virtuális szabóság”, Magyar Textiltechnika, 2007/6, 170-173.o.

### **Hazai konferenciaelőadás**

- 9 Kokasné Palicska Livia (2006): Textíliák redőződési képességének és fogásának vizsgálata 3D-s anyagszimulációhoz, MTA Szál- és Kompozittechnológia Bizottságának ülése, Budapest, BMF, 2006. november 14.

- 10 Borka Zs., Kokasné Palicska L., Szücs I. (2007): Textil laptermékek redőződésének jellemzése spektrumfüggvénnyel, Budapest, BMF RKK, Tudomány napja konferencia, 2007. november 19.
- 11 Kokasné Palicska L. Szücs I.. (2008): Textil laptermékek redőződő képességének jellemzése spektrumfüggvénnyel, Budapest, BMF RKK, Tudomány és innováció a jövő szolgálatában, 2008. november 7.