

# 3D-s szkennelés alkalmazása a redőzés mérésére

Al-Gaadi Bidour

doktorandusz, BME Polimertecnika Tanszék

## Bevezetés

A textiliák modellezése fontos szerepet játszik a ruhatervezés során a ruha virtuális megjelenítésében. Ma már az sem csak vágyálom, hogy ha valaki ki szeretné választani, hogy milyen szabású legyen és milyen anyagból készüljön a ruhája, és látni szeretné, hogy a készülő öltöny vagy szoknya hogyan fog állni rajta, a pontosan modellezett ruhadarabot megnézhesse a számítógép képernyőjén. A ruha virtuális megjelenítéséhez többek között egy kellően pontos matematikai anyagmodell szükséges, amely a számítógéppel generált képek és animációk létrehozásának alapja, és amely feltételezi a megjelenítendő textilanyag valós mechanikai jellemzőinek ismeretét.

A ruha viselése közben a textilanyagok bonyolult összetett deformációt szenvednek, úgymint a nyúlás, nyírás, redőződés, gyűrődés, lehajlás stb. [1][2]

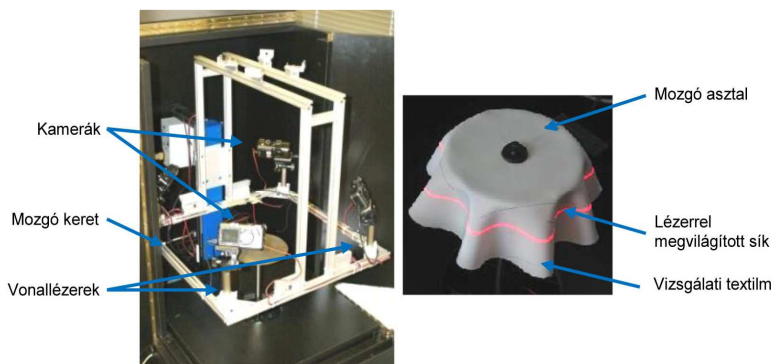
A testet lazán, nem ráfeszítve követő ruházat megjelenítése szempontjából a textiliák egyik legfontosabb tulajdonsága a gravitáció hatására kialakuló redőződés. A redőződés, mint összetett, térbeli deformáció komplexen jellemzi a textiliák mechanikai tulajdonságait, ezért a meghatározott körülmények között végzett redőződés-vizsgálat eredményei felhasználhatók az anyagmodellhez szükséges mechanikai anyagparaméterek meghatározásához.

A textiliák redőződési tényezőjét szokásos módon egy kör alakú asztalra terített, az asztalnál nagyobb átmérőjű, szintén kör alakú, redőződő textilminta síkvetülete alapján az alábbi (1) összefüggéssel számítják:

$$DC = \frac{S - \pi R_1^2}{\pi R_2^2 - \pi R_1^2} \cdot 100[\%] \quad (1)$$

ahol  $R_1$  a mintatartó asztal sugara,  $R_2$  a textilminta sugara és  $S$  a redőződött minta síkvetületének területe.

A redőződésmérő berendezések alapvetően abban különböznek, hogy milyen módszerrel hozzák létre a redőződő textilminta síkvetületét, és hogyan határozzák meg ennek alapján a textília redőződési jellemzőit. A redőződésmérés céljára régóta általánosan alkalmazott Cusick Drape Meter a redőződő minta körvonalát párhuzamos fénysugárral síkba vetítve hozza létre egy áttetsző felületen a minta síkvetületét, amelyből ezt követően képfeldolgozással határozza meg a textília redőződési tulajdonságait. Ezzel szemben a BME-n kifejlesztett új mérőműszer, a számítógép vezérlésű Sylvie 3D Drape Tester a redőződött textilminta teljes térbeli alakját beszkeneli, a szkennelt adatok alapján létrehozza a minta 3D-s virtuális modelljét, a virtuális modellből meghatározza annak virtuális síkvetületét, majd kiszámítja a textília redőződési tulajdonságait [3][4][5][6].

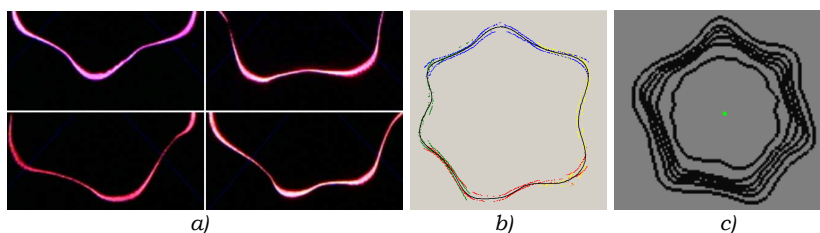


1. ábra. Sylvie 3D Drape Tester

A továbbiakban először ezt az új mérőműszert, majd egy mérési sorozat ismertetésével ennek alkalmazását mutatom be.

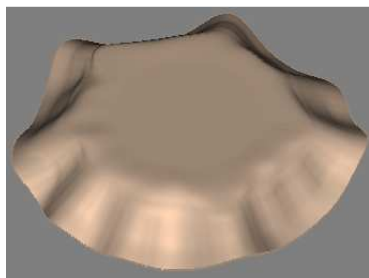
## A Sylvie 3D Drape Tester berendezés

A Sylvie 3D Drape Tester berendezés (1. ábra) 180 mm átmérőjű, kör alakú asztala a mérés előkészítése alatt az alaplapba süllyesztve, azzal egy síkot képezve helyezkedik el. A 300 mm átmérőjű, kör alakú vizsgálandó kelme közepét a minta asztalra helyezése során egy tű segítségével pontosan az asztallap közepéhez kell illeszteni, ügyelve arra, hogy a kelme lánc és vetülek fonalai az előírt iránnyal párhuzamosak legyenek. Az asztal felemelését a számítógéppel vezérelt motor végzi, ez biztosítja, hogy a textília redői mindig ugyanazzal a sebességgel, azonos dinamikai viszonyok között alakulhassanak ki. A mérés során a mérőkereten elhelyezett 4 db lézer vonalsugárzó vízszintes síkban egy fényvonalat vetít a kelmére, ezzel egy vízszintes síkmetsetet kijelölve a redőződő textilián. Ezt a fényvonalat a mérőkereten, a vonalsugárzók felett elhelyezett, 4 db kamera lefényképezi. A keret magasságát beállított lépésközzel léptetve a berendezés a redőződő textiliát végigpásztázza és így annak felületét beolvassa. A számítógéppel vezérelt berendezés egy fekete műszerháza van beépítve, ezáltal biztosítva van, hogy a mérés folyamán a mérőterben sötét legyen. A képek minden fényképezési lépés után áttöltődnek a számítógépbe [7][8].



2. ábra.

a) A keresztmetszet négy oldali képe, b) az összeállított metszet-vonal, c) az egyes síkmetszeteket közelítő görbék



3. ábra. Redőződött anyagminta 3D-s megjelenítése

A képfeldolgozó szoftver a kamerák által szintenként 4 oldalról rögzített képeket (2/a ábra), a kalibrációs adatok figyelembevételével feldolgozza, szintenként a metszetet jellemző görbe pontjait – a 4 képből nyert ada-

tokat – egy állományba egyesíti (2/b ábra), majd az aktuális szintnek megfelelő pontfelhőre polárkoordináta rendszerben Fourier sort fejtve adja meg az egyes síkmetszeteket közelítő görbéket (2/c ábra).

A program az így nyert síkmetszetek felhasználásával 3D-ben rekonstruálja a redőződő textiliát (3. ábra), majd a síkvetületet és annak területét szoftveresen előállítva az (1) összefüggésnek megfelelően meghatározza a redőződési tényezőt. Mivel a berendezés az oldalról való fényképezés miatt „alá lát” az asztalnak, így ezzel a módszerrel akkor is számolható az esési tényező, ha a kelme redői az asztal alá hajlanak [9].

1. táblázat. Poliészter alapanyagú textiliák névleges műszaki adatai

Sor-sz.	Anyagminta	Alapanyag-összetétel [%]	Kötésmód	Fonalfinomság [dtex]		Területi sűrűség [g/m <sup>2</sup> ]	Fonalsűrűség [1/100mm]		Megjegyzés
				Lánc	Vetülék		Lánc	Vetülék	
1M		100% PES multifilament	Panama	180	180×2	145 +10%/-5%	431 ± 2 %	170 ± 4 %	Zászlószövet
2M		100% PES multifilament	Mintás	167	180	140 +10%/-5%	431 ± 2 %	340 ± 4 %	Zászlószövet
3M		100% PES multifilament	2/2 sávoly	167	167	145 +10%/-5%	430 ± 2 %	170 ± 4 %	Fluoreszcens védőruha
4K		100% PES multifilament	Vászon	-	-	65±4	-	-	Hólégballon alapszövet
5K		100% PES multifilament	Vászon	-	-	65±4	-	-	PUR-ral kent hólégballon szövet
6R		100% PES multifilament	Vászon	50	180	82 +10%/-5%	427 ± 2 %	310 ± 4 %	Bélés normál kikészítéssel
7R		100% PES multifilament	Vászon	50	180	84 +10%/-5%	427 ± 2 %	310 ± 4 %	Sportruházat, vízlepergető kikészítéssel
8R		100% PES multifilament	Vászon	50	180	83 +10%/-5%	427 ± 2 %	305± 4 %	Sportruházat vízlepergető, kalanderezett
9E		99% PES-1% ezüst multifilament	Sávoly 3/1	-	-	93-107	-	-	Antisztatikus munkaruha
10E		99% PES-1% szén multifilament	Sávoly 3/2	-	-	93-108	-	-	Antisztatikus munkaruha
11S		100% PES multifilament	Vászon	50	122	58+10%/-5%	427 ± 2 %	270 ± 4 %	Bélés

## Vizsgálati anyagok

A bemutatásra kerülő kísérletsorozatban a Lurotex Kft. 1. táblázatban összefoglalt anyagait vizsgáltam. Ezek mindegyike különböző rendeltetésű, poliészter (PES) alapanyagú szövet, található közöttük zászló-, munkaruha-, sportruha-, bélés- és hőlégballon-szövet is. A táblázat részletesen tartalmazza alaptulajdonságait: a nyersanyag-összetételt, a kötésmódot, a fonalfonomságokat, a területi sűrűséget, a fonalsűrűséget és rendeltetésüket. A táblázat 2. oszlopa bemutatja továbbá az anyagokról készült mikroszkópi felvételeket is.

A vizsgálati anyagminták kiválasztásánál szempont volt, hogy az anyagoknak csak egy tulajdonsága különbözzön, és így lehessen vizsgálni azt, hogy ez a bizonyos tulajdonság milyen hatással van az anyag redőződésére. A sorszámban azonos betűjel tartalmazó minták csak egy tulajdonsága különbözik lényegesen. A különböző csoportokban lévő anyagok más-más tulajdonságban különböznek egymástól. Az M jelzésű csoportban az anyagok háromféle kötésmóddal készültek, a többi tulajdonságuk pedig lényegében megegyezik. A 9E és 10E jelzésű munkaruha anyagok antisztatikus tulajdonságúak, ezért a PES-en kívül 1% ezüst- illetve szénszálat is tartalmaznak. Az 5K jelzésű szövetet hőlégballonhoz használják, az alapszövetet (4K) poliuretán (PUR) réteggel vonják be. Az R jelű anyagok kikészítésükben különböznek. A 6R és a 11S jelű bélésanyagoknál a vetülékfonal finomsága és sűrűsége, és ezzel összefüggésben a szövet területi sűrűsége különbözik.

## Mérési eredmények

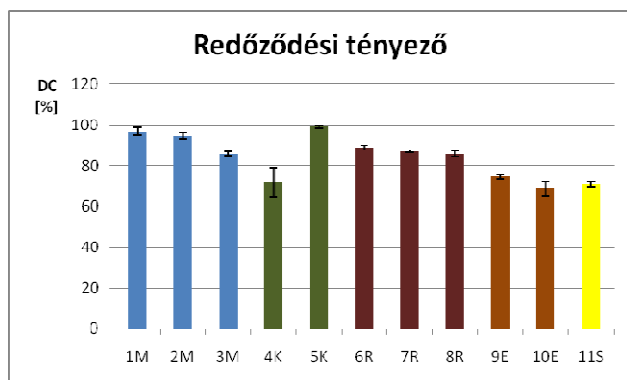
A vizsgálati anyagok redőződési tulajdonságait a Sylvie 3D Drape Tester segítségével határoztam meg. A 11 vizsgálati minta mérését azonos vizsgálati körülmények között, folyamatosan, egymás után végeztem el. A mérési sorozatot még kétszer megismételtem, így minden mintát összesen háromszor mértem meg. A mérések közötti időben a mintákat síkba terítve pihentettem.

A 2. táblázat összefoglalja a vizsgálati anyagminták Sylvie Drape Testerrel meghatározott redőződési paramétereit: a redőződési tényezőt (DC) és a hullámszámot (n). A táblázat tartalmazza az anyagmintaként elvégzett mindhárom mérés eredményét, az indexben számmal megkülönböztetve, és azok átlag értékét, az indexben á-val jelölve. A táblázat utolsó oszlopában a berendezéssel rögzített redőződési kép szintvonalai szerepelnek.

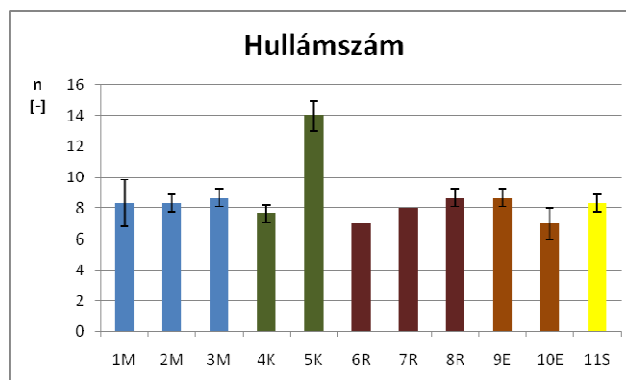
Az anyagminták redőződési tényezőjének (DC<sub>á</sub>) és a hullámszámának (n<sub>á</sub>) átlag értékét a mért három értékből számított szórással a 4. illetve az 5. ábra szemlélteti.

2. táblázat. A vizsgálati anyagok redőződési tulajdonságai

	DC <sub>1</sub>	DC <sub>2</sub>	DC <sub>3</sub>	DC <sub>á</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>á</sub>	Redőződés
<b>1M</b>	94,9	98,3	97,2	96,80	10	7	8	8,33	
<b>2M</b>	92,8	95,2	95,7	94,57	8	9	8	8,33	
<b>3M</b>	84,5	86,4	86,4	85,77	8	9	9	8,67	
<b>4K</b>	75,8	76,6	73,6	75,33	8	7	8	7,67	
<b>5K</b>	100	99,1	98,5	99,20	15	13	14	14,00	
<b>6R</b>	87,3	89,5	89,5	88,77	7	7	7	7,00	
<b>7R</b>	86,3	87,5	87,4	87,07	8	8	8	8,00	
<b>8R</b>	84,3	86,4	86,8	85,83	8	9	9	8,67	
<b>9E</b>	73,5	75,9	74,8	74,73	8	9	9	8,67	
<b>10E</b>	72,8	66,4	67,4	68,87	8	6	7	7,00	
<b>11S</b>	69,6	71,1	71,9	70,87	8	8	9	8,33	



4. ábra. A szövetminták redőződési tényezője



5. ábra. A redőzés hullámszáma

Az ábrákon jól megfigyelhető az egyes anyagok redőződési tulajdonságainak egymáshoz való viszonya.

Az M jelű minták közül a 3M jelű, sávoly kötésű minta redőződési tényezője a várakozásnak megfelelően szignifikánsan alacsonyabb, mint az 1M és 2M jelűeké. A kikészítésükben különböző R jelű minták redőződése között is különbség van. A kalanderezés művelete határozottan javította a 8R jelű kelme redőződési képességét, azaz csökkentette a redőződési tényezőjét. Az E jelű, antisztatikus kelmék közül a 10E jelű, szénszálas kelme redőződési tényezője jelentősen kisebb, mint a 9E jelű ezüstszálas kelméé. A 4K jelű, PUR kenés nélküli hőlégballon alapszövet és az 5K jelű, PUR kenéssel ellátott hőlégballon anyag redőződési tulajdonságai között figyelhető meg a legnagyobb eltérés. A PUR kenésű anyagszintje nem is redőződik, ami a rávitt réteggel magyarázható.

Az ugyanazon a mintán végzett vizsgálatok eredményei között is jelentős különbségek vannak, azaz a szórás mind a redőződési tényezőben, mind a hullámszámban viszonylag magas. Ez nem a mérési módszer hibája, sőt, a tapasztalatok szerint a Sylvie Drape Testerrel végzett vizsgálatok esetében a szórások jóval alacsonyabbak, mint a Cusick Drape Meterrel végzett méréseknél. A különösen a hullámszámban mutatózó magasabb szórás értékek leginkább a redőződési viselkedésben mutatózó véletlenszerűségek számlájára írhatók.

## Összefoglalás

A Sylvie Drape Tester alkalmas a textiliák redőződési tulajdonságainak meghatározására és rögzítésére. A rögzített adatok alapján a textiliák redőződési tulajdonságai elemezhetők és a textiliák redőződés szempontjából egymással összehasonlíthatók. Mivel a berendezés a mérést a vizsgált textília redőződési képének 3D-s rögzítésével végzi, a rekonstruált 3D-s virtuális kép felhasználásával a szoftver a textília redőződési viselkedésének szimulálásához szükséges mechanikai jellezőit is képes meghatározni.

A textiliákra egyedileg jellemző tulajdonság a redőződés, a fentiekben bemutatott eredményeken is jól látható, hogy a vizsgált anyagok a redőződési tényezője és redőződési képe jelentősen különbözik egymástól. Annak ellenére sincs egyezés, hogy egyes anyagok csupán egyetlen tulajdonságban különböznek.

A Sylvie Drape Testerrel mérhető precíz eredmények nagy segítséget nyújthatnak a textília redőződésének 3D-s szimulációjához és annak valószínű megjelenítéséhez.

## Köszönetnyilvánítás

A cikk elkészítését támogatta az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok és a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal a K 68438 számú OTKA- NKTH és a TR-17/2008, HR-37/2008, SI-6/2007 számú T&T projektekkel.

## Irodalomjegyzék

- [1] Kokasné Palicska Livia, Halász Marianna: A szövetek szerkezeti jellemzőinek hatása az esésre, Magyar Textiltechnika 2005/6, P 170-172, HU ISSN 1787-1395
- [2] L. Kokas Palicska; M. Halász: Analysing of draping properties of textiles, IN-TECH-ED'05, 5th International Conference, 8-9. September 2005, Budapest, ISBN 963 9397 06 7, P 133-138
- [3] M. Halász, P. Tamás, J. Graff, L. Szabó: Computer Aided Measuring of Textile-mechanical Parameters, Materials Science Forum Vol. 589 (2008) pp 311-316, online at <http://www.scientific.net>, © (2008) Trans Tech Publications, Switzerland (Scopus által referált)
- [4] L. Szabó, M. Halász: Examination of Dependence of Drape Coefficient on the Samples Size, Tekstil, Zagreb, 2008/9, P 439-447, ISSN 0492-5882 (IF=0,107)
- [5] M. Halász, L. Szabó, P. Tamás: Determination of Textile-Mechanical Properties using Image Processing and Simulation, 3rd International Technical Textile Congress, Dokuz Eylül University, 1-2 December 2007, Istanbul, Turkey, ISBN 978-975-441-245-1, P 464-471
- [6] J. Kuzmina; P. Tamás; M. Halász; Gy. Gróf: Image-Based Cloth Capture and Cloth Simulation Used for Estimation Cloth Draping Parameters, IN-TECH-ED'05, 5th International Conference, 8-9. September 2005, Budapest, ISBN 963 9397 06 7, P 358-365
- [7] Tamás P., Halász M.: 3D body modelling in clothing design, IMCEP 2003, 4th International Conference, Maribor, Slovenia, 9-11. Oktober 2003, ISBN 85-435-0575-7, 64-68
- [8] Tamás P.; Halász M.; Gräff J.: 3D dress design, AUTEX 2005, 5th World Textile Conference, Portorož, Slovenia, 27-29 June 2005, ISBN 86-435-0709-1, P 436-441
- [9] Tamás P., Gersák J., Halász M.: Sylvie 3D Drape Tester – New System for Measuring Fabric Drape. TEKSTIL 55:(10) pp. 497-502. (2006).