

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM SOPRON

KIVONAT

Nagyné Szabó Orsolya

„Gerinc deformitások gondozására szolgáló gyógyászati eszközök hordáskomfortjának javítása”

c. doktori (Ph.D) dolgozatából

Kutatási munkám célja, a gerincferdülés súlyosabb eseteinek kezeléséhez alkalmazott gerinc gyógyászati segédeszköz (korzett) alatti öltözetek fejlesztése és a korzettet viselők életminőségének javítása. Külső munkatársként, mint ruhaipari szakember csatlakoztam az „Ortopédiai deformitások megfigyelésére és gondozására szolgáló intelligens eszköz és módszer kifejlesztése” című Gerinco2 TECH-08-A 1/2-2008-0121 kutatási projekthez. Ezen belül végzett kutatómunkám során, a Magyarországon alkalmazott korzettek közül, a Chéneau korzett viselési nehézségeit elemeztem és a korzettet viselők igényeinek felmérése alapján, a jelen technikai feltételekkel megvalósítható megoldást kerestem, a korzett viselésével kapcsolatos problémákra.

A korzett alatti öltözet fejlesztése többféle tudományterületen való kutatást kíván. Az általam vizsgált kölcsönhatási rendszerben, mint a test – kelme – korzett – külső környezet, szükség volt a kelmék fiziológiai érzést befolyásoló tulajdonságainak vizsgálatára. Kutatási munkám során elvégeztem a kelmék vízfelvevő és vízfelszívó, légáteresztő képesség, kopásállóság valamint szilárdsági és nyúlás vizsgálatait. A korzett perforálásával lehetővé tettem a korzett szellőzését, ami az anyagának szilárdságcsökkenésével jár. Különböző furatvariációkkal 3 pontos hajlító vizsgálatot végeztem a korzett anyagán, amely alapján kidolgoztam egy diagramegyüttest, melyből meghatározható adott furatarányhoz a furatok száma, az anyagra ható erő és a szilárdságcsökkenés. Szimulációs vizsgálattal meghatároztam korzett használatkor fellépő maximális és megengedhető feszültségeket, így kiválasztható a megfelelő furatméret és felületarány a korzett perforálásához. Az alsóruházat tervezéséhez a célcsoport igényeinek megfelelő hagyományos pamut és poliészter kelmék mellett intelligens és funkcionális kelméket alkalmaztam az alsóruházati rendszer kialakításához. A konstrukciós eljárás során figyelembe vettem a kelmék rugalmassági tulajdonságait, az alsóruházati termékek korzett nyomáspontjaihoz igazodó formai kialakítási lehetőségeit és a varrástechnológiát. A test – kelme – korzett – külső környezet, rendszer fiziológiai hatásait a Maribori Egyetem klímakamrájában vizsgáltam, beállított paraméterek mellett. Szubjektíven és objektíven is értékeltem az elért eredményeket. Vizsgálataimmal bizonyítottam, hogy a korzett szellőző furatokkal való ellátása kedvező hatással van a viselési komfortra, az általam tervezett alsóruhákat a korzettes tábor lakói szívesen viselték.

**WEAR COMFORT IMPROVEMENT OF MEDICAL AIDS USED FOR SPINE
DEFORMITY TREATMENT**

PhD Dissertation

(Written by ORSOLYA NAGY SZABÓ)

SUMMARY

The aim of research is to improve the physiological comfort of Chéneau medical brace wearers regarding the presently used brace material. This brace fits on the waist, follows the contours of the upper body loosely and presses a few medically determined points as a healing treatment. In order to improve physiological comfort I determined the following aims regarding the perforation of the brace, the optimal selection of the fabric worn under the brace and the adequate formation of the underwear. I joined project Gerinco2 TECH-08-A 1/2-2008-0121 titled „Development of intelligent equipment and method for the observation and treatment of orthopedic deformities” as an external college, i.e. apparel industrial expert. Among others, the Budapest University of Technology and Economics, the Semmelweis Medical University and Salus Kft. took part in this project.

Tartalomjegyzék

TARTALOMJEGYZÉK.....	3
BEVEZETÉS.....	5
1.1 A KUTATÁS CÉLJA	5
1.2 A KUTATÁS MÓDSZERE	6
1 IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	8
2.1 GERINCBETEGSÉGEK ELŐFORDULÁSÁNAK GYAKORISÁGA	8
2.2 A GERINCŐR PROJEKT CÉLJA, TARTALMA	9
2.3 A GERINC FERDÜLÉS	9
2.3.1 A gerincferdülés fajtái	10
2.3.2 A gerincferdülés diagnosztizálásának eszközei	11
2.4 KEZELÉSI MÓDSZEREK, ELVEK	12
2.4.1 Gerincferdülés kezelése korzettel	13
2.4.2 Korzettek készítésének technológiája	15
2.5 AZ EMBERI TEST ÉS A RUHÁZAT FIZIOLÓGIA ÖSSZEFÜGGÉSEI	15
2.5.1 A ruházatfiziológiát befolyásoló komfort tényezők	18
2.5.2 A ruházat hőszigetelő képessége	19
2.5.3 A textíliák légáteresztő képessége	19
2.5.4 Textíliák nedvességelvezetése	20
2.6 TERMOFIZIOLÓGIAI KOMFORT SZEMPONTJÁBÓL ELŐNYÖS TEXTÍLIÁK	22
2.6.1 Természetes- és regenerált cellulóz alapú szálanyagok	23
2.6.2 Speciális szálszerkezetű szintetikus szálanyagok	24
2.6.3 Hűtő-fűtő fázis-változtató kelmék a test hőegyensúlyának fenntartása	26
2.6.4 Ruházatfiziológiai mérések	28
2.6.5 Helyzetkép a kereskedelemben kapható alsóruházati termékekről	29
2.6.6 Az áttekintett szakirodalom kritikus értékelése, dolgozat célja	30
3 A FELHASZNÁLT ANYAGOK TULAJDONSÁGAI.....	32
3.1 A VIZSGÁLATI KELMÉK KIVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI	32
3.2 A KELMÉK TECHNOLÓGIAI KÖTÉSMÓDJÁRA VONATKOZÓ JELLEMZŐK	34
3.3 KELMÉK VÍZFELVEVŐ ÉS VÍZFELSZÍVÓ KÉPESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA	35
3.4 KELMÉK LÉGÁTERESZTŐ KÉPESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA	42
3.5 KELMÉK SZILÁRDSÁGI VIZSGÁLATA	44
3.5.1 A kelmék koptatással szembeni ellenállásának vizsgálata	44
3.5.2 A kelmék húzó vizsgálata	47
3.5.3 Póló szerkesztési módszer továbbfejlesztése a kelmék húzó vizsgálata alapján ...	50
3.6 A KELMÉK TULAJDONSÁGAINAK ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉSE.....	54
3.7 KORZETT ANYAGÁNAK SZILÁRDSÁGI VIZSGÁLATA.....	56
3.7.1 A vizsgálati minták előkészítése.....	56
3.7.2 Vizsgáló berendezés bemutatása	61
3.7.3 Korzett anyag szilárdsági vizsgálata három pontos hajlítóvizsgálattal	61
3.7.4 A korzettanyag szilárdsági vizsgálata szimulációval	65
3.7.5 Szimulációs vizsgálat eredményeinek összefoglalása	72
3.7.6 Furatok elhelyezése korzett felületén	72
3.7.7 Korzett légáteresztése.....	74
4 ALSÓRUHÁZATI TERMÉKEK TERVEZÉSE KORZETTET VISELŐKNEK	75
4.1 ALSÓRUHÁZATI TERMÉKEK KIALAKÍTÁSA.....	75
4.1.1 Korzettet viselők igényeinek felmérése alsóruházati termékek kialakításához	75
4.1.2 Póló prototípus kialakítása	79
4.1.3 Viselési próbák, pólók szubjektív vizsgálata.....	82

4.1.5	<i>Prototípus továbbfejlesztése, új szabásvonalak kialakítása</i>	85
4.2	A PÓLÓK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA	88
4.3	KORZETT ALATT VISELHETŐ FEHÉRNEMŰK	88
4.4	SPECIÁLIS TEXTILHUZAT KORZETTRE	89
4.5	MÁRKANÉV ÉS LOGÓ	90
4.6	SZABADALOM ÉS VÉDJEGY BEJELENTÉS	91
5	A KIVITELEZETT KORZETT–ALSÓRUHÁZAT EGYÜTTES FIZIOLÓGIAI VIZSGÁLATA	92
5.1	A KLÍMAKAMRÁBAN VÉGZETT VIZSGÁLATOK ESZKÖZEI	92
5.2	KLÍMAKAMRÁBAN VÉGZETT VIZSGÁLATOK MÉRÉSI TERVE	93
5.3	A KLÍMAKAMRÁBAN VÉGZETT VIZSGÁLATOK	95
5.4	A PERFORÁCIÓ NÉLKÜLI ÉS A PERFORÁLT KORZETT VISELÉSI TULAJDONSÁGAINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	96
5.4.1	<i>Az eredeti és a perforált korzett vizsgálata a testrészek hőmérséklete és páratartalma alapján</i>	98
5.4.2	<i>Az eredmények értékelése</i>	103
5.5	AZ OBJEKTÍV KELMEVIZSGÁLATOK ÉS A PÓLÓK SZUBJEKTÍV ÉRTÉKELÉSÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	104
6	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA	106
6.1	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK, TÉZISEK	107
6.2	AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNA	109
6.3	TOVÁBBI MEGOLDÁSRA VÁRÓ FELADATOK	109
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	110
	IRODALOMJEGYZÉK	111
	A DISSZERTÁCIÓHOZ KAPCSOLÓDÓ SAJÁT PUBLIKÁCIÓK LISTÁJA	119
	ÁBRAJEGYZÉK	120
	MELLÉKLETEK	123

Bevezetés

Ruhaipari szakemberként, a gerincferdülés súlyosabb eseteinek kezeléséhez alkalmazott gerinc gyógyászati segédeszközök alatti öltözetek fejlesztésével foglalkozom. Célként tűzöm ki, hogy a gerincdeformitások kezeléséhez alkalmazott gyógyászati segédeszköz viselési komfortját és ezzel együtt a korzettet viselők életminőségét javítom. Külső munkatársként csatlakoztam az “Ortopédiai deformitások megfigyelésére és gondozására szolgáló intelligens eszköz és módszer kifejlesztése” című BME Gerinco2 TECH-08-A 1/2-2008-0121 kutatási munkához. A 2013-ban lezárt projekt elsődleges célja volt, hogy a betegségmegelőzés és egészség-helyreállítás területén jelentős népegészségügyi és prevenciós intézkedések megalapozását segítse elő.

1.1 A kutatás célja

Kutatómunkám során találkoztam azokkal a gerincferdülésben szenvedő 8-18 év közötti fiatalokkal, akiknek az orvos korzett viselését írja elő. Az eszköz csak akkor hatékony, ha a nap 24 órájából 23 órát viselik. Velük, és szüleikkel történt beszélgetéseim során kiderült, hogy a korzett a fizikai és lelki problémákon kívül öltözködési nehézséget is jelent, mivel a gyerekeknek egy 5 mm vastag műanyag “páncélt” kell viselniük. A korzett adott pontokon nyomást fejt ki a testre és gyakran előfordul, hogy ezeken a helyeken bőrsérülések jelentkeznek, melynek oka lehet a korzett alatt viselt nem megfelelő konstrukciós eljárással kialakított póló.

A korzett alatt viselhető öltözetek megfelelő kialakításához figyelembe kell vennem az esztétikai, kényelmi és fiziológiai szempontokat, valamint a korzetten elhelyezkedő nyomáspontokat is. Munkám során a korzettet viselők igényeinek felmérése után a korzett alatt viselhető pólók megtervezésével – szerkesztésével, modellezésével és technológiai megvalósításával – igyekszem azokat az igényeket kielégíteni, melyek ehhez a speciális viselethez igazodnak.

A test komfortérzetét és a megfelelő higiénia nagymértékben meghatározza a fehérneműk alapanyaga, konstrukciós kialakítása, valamint technológiai kivitelezése. Feltételezem, hogy az alsóruházat anyagainak megfelelő kiválasztásával, funkcionális illetve intelligens kelmék alkalmazásával javítható a test mikroklímája korzett viselés közben. Célul tűztem ki, hogy a hagyományos pamut és poliészter, valamint funkcionális és intelligens kötött kelmék textilvizsgálatokon alapuló tulajdonságait összehasonlítva kiválasztom a legmegfelelőbb anyagokat a korzett alatti viselethez, melyekkel a gyerekek komfortérzete, életminősége javítható.

Az időjárási körülmények is befolyásolják a korzett fiziológiai hatását. Mivel korzett viselése nyáron a legkellemetlenebb, ezért a korzett szellőzésének javításával csökkentem az eszköz kellemetlen hatásait úgy, hogy a gyógyászati segédeszköz alapvető funkciója ne változzon. A jelenleg használt korzett anyagnak nincs légáteresztése. A rendelkezésemre álló korzett anyagot, síklemez formában, különböző perforációval látom el, és feltételezem, hogy az anyag mechanikai tulajdonságának változása a korzett

alapvető gerincre ható, korrekciós tulajdonságát nem változtatja meg. Célom továbbá a perforálás hatékonyságát bizonyítani klímakamrában, különböző hőmérsékleteken.

1.2 A kutatás módszere

A korzett alatti öltözet fejlesztése többféle tudományterületen való kutatást kíván. Az általam vizsgálandó kölcsönhatási rendszerben, mint a test – póló – korzett – külső környezet, szükség van a kelmék fiziológiai érzést befolyásoló tulajdonságainak vizsgálatára, valamint a korzett anyagának szilárdsági vizsgálatára. Az alsóruházat tervezéséhez meg kell határozni a célcsoport igényeit előzetes felmérésekkel, majd megfelelő konstrukciós eljárást kitalálni a formai kialakításhoz, valamint varrástechnológiát keresni a kivitelezéshez. A rendszer fiziológiai hatása klímakamrában, beállított paraméterek mellett szubjektíven és objektíven is értékelhető.

- *Információgyűjtés kérdőíves vizsgálatok és interjúk alapján*

Kérdőíves vizsgálatokkal és interjúkkal feltérképeztem a korzettet viselők problémáit. Többször készítettem mélyinterjút a Salus Kft. vezető ortopéd technikusával, Marlok Ferencsel, továbbá beszélgettem Schultz Orsolyával, aki gyógytornával segíti a korzettet viselő gyerekek felépülését. Ezekkel a gyerekekkel és szüleikkel történt beszélgetések, valamint kérdőíves vizsgálatok értékelése alapján gyűjtöttem össze azokat az információkat, amiket a korzett alatti alsóruházat kialakításához felhasználtam.

- *Az anyagvizsgálatokhoz alkalmazott mérési módszerek*

A kiválasztott anyagok (3.1 táblázat) tulajdonságainak vizsgálatához a Magyar Szabványokat alkalmaztam. Az általam elérhető szabványok ugyan visszavonásra kerültek, de ugyanezen vizsgálatokra vonatkozó hatályos szabványokhoz betekintést engedélyeznek a Szabványügyi Hivatalban és a BME könyvtárban. A visszavont és hatályos szabványok összehasonlítása során megállapítottam, hogy a visszavont Magyar Szabványok és a hatályos Európai Szabványok tartalmában, a vizsgálatok végrehajtásában és az eredmények értékelési módszerében nincs jelentős eltérés, ezért az rendelkezésemre álló Magyar Szabványok alkalmazhatók. A kelmevizsgálatokat az OE RKK TTI Textilipari Laboratóriumában, a korzett anyagának hárompontos hajlítóvizsgálatát a BME Polimertechnika Tanszék Laboratóriumában, a szimulációs vizsgálatokat az NYME Papíripari Technológiák Intézetnél elérhető SolidWorks 2013 Education (© Dassault Systems S. A.) rendszer segítségével végeztem el.

- *Az alsóruházati termék tervezése, szerkesztése, modellezése*

Az igények alapján felvázolt terveimhez az egyik legismertebb szerkesztési módszert a Müller and Sohn által kifejlesztett és folyamatosan fejlődő „Müller” módszert alkalmaztam. Az általuk havonta kiadott szakmai folyóirat a Rundschau által közölt, nagynyúlású anyagokra javasolt szerkesztési módszer alapján készült el a póló prototípus alapszerkesztése.

- Ruházatfiziológiai mérések

A klímakamrában, beállított hőmérsékletek, relatív páratartalom és légmozgás sebesség mellett végzett ruházatfiziológiai mérések során magam töltöttem be a korzettet viselő teszt személy szerepét. A vizsgálatokat a Maribori Egyetem Textil, Anyagtudomány és Tervezés Tanszék, Ruhaipari Laboratóriumában végeztem. A klímakamrában végzett vizsgálatok során a bőr hőmérsékletének és a páratartalmának mérése céljából, egy számítógéppel vezérelt, hordozható MSR (Modular Signal Recorder) adatgyűjtő készüléket használtam. A készülékhez csatlakoztatott szenzorok a test EN ISO 9886:2004 szabványban előírt pontjain helyezkedtek el. A vizsgálatok hosszú időtartama, és a külföldön tartózkodás lehetősége miatt, csak egyszer volt alkalmam elvégezni a fiziológiai kísérleteket.

1 Irodalmi áttekintés

A dolgozat témájához kapcsolódó irodalmi áttekintésben bemutatom a gerincbetegségek konzervatív kezeléséhez szolgáló eszközöket, a viselésükkel kapcsolatos problémákat, különös tekintettel a *Chéneau* korzetre. A fejezet második részében a test és a ruházat között létrejövő mikroklíma kialakulásának szakirodalmát, továbbá az intelligens és funkcionális textíliákkal kapcsolatos kutatási eredményeket tekintem át, olyan textíliákra fókuszálva, melyek feltételezéseim szerint, korzett alatti viseletként, a megfelelő termofiziológiai komfortot elősegítik.

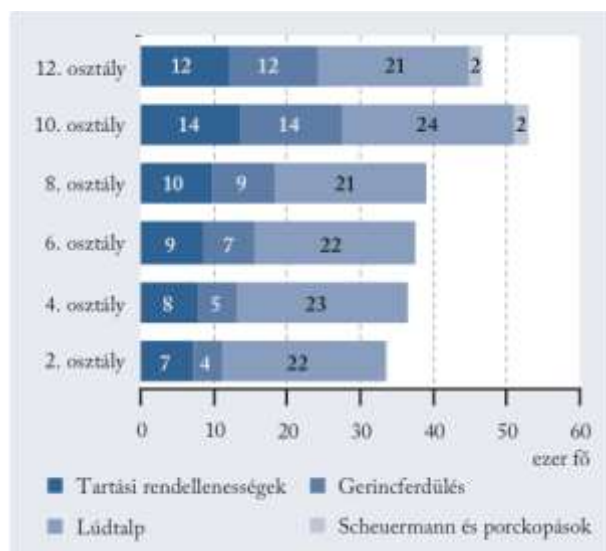
2.1 Gerincbetegségek előfordulásának gyakorisága

Hazánkban évente egyre több gerincbeteggel kell számolni, főként a mozgásszegény életmód következményeként. A gerincferdülésben szenvedő gyermekek száma napjainkban egyre növekszik, a gyerekek 30-40%-nál mutatható ki a gerincen kisebb-nagyobb elváltozás (<http://www.gerincferdules.hu/scoliosis/kezelesi-modok>).

A WHO (World Health Organization) 1998-ban készített XXI. századi előrejelzésében a gerincbetegségeket a kiemelten kezelendő népbetegségek közé sorolta, ami Magyarországon minden harmadik embert érint. Egy 2004-ben készült felmérés szerint az óvodáskorúak 62 százalékánál állapítható meg tartáshiba, izomgyengeség vagy jellegzetes izomsugorodás. A vizsgálat kimutatta, hogy a fiatalok gerincártalmi megötszöröződtek. A gerincferdülést a nyolcvanas években a népesség négy-hat százalékánál, az ezredfordulóra már tizenöt-tizenhat százalékánál diagnosztizálták (Kormos 2004).

A betegség súlyosságától függően, szükség van konzervatív kezelésére, gyógytornára, úszásra és/vagy korzett viselésére, illetve ezek együttes alkalmazására. Ha a konzervatív kezelési módszerek már nem segítenek, műtéti beavatkozással lehetőség van a gerinc „kiegyenesítésére”. Hazánkban évente 450 új gerincferdüléssel fordul elő, de ortopédiai segítségre közülük 150 betegnek van szüksége. A nagyon súlyos eseteknél a műtéti beavatkozás Magyarországon évente 200 deformáció korrekciót jelent (Czibula 2010).

Dr. Bélyei Árpád 1970-es években végzett felmérése alapján a 10 Cobb fokot meghaladó gerincferdülések száma a 14 éven felülieknél 0,29% volt, amiből a lányok aránya 3,4-szeres (Bélyei és tsai. 1977). Az Egészségügyi Közlöny 2009-es beszámolója szerint a gerinc 20 Cobb fokot meghaladó görbülete a gyerekek 0,3-0,4%-nál fordul elő, amiből a fiú-lány arány 1:6-8. (EÜ Közlöny 2009). A KSH 2013-ban kiadott adatai alapján, egy 2011-es felmérés szerint, 51 000 esetben diagnosztizáltak gerincdeformitást a házi gyermekorvosi rendelőkben és a 2010/2011-es tanévben iskolai vizsgálaton 115000 gyermek került kiszűrésre gerinc deformitás miatt (Andrejcsik és tsai 2013) (2.1-es ábra).



2.1. ábra: Az iskolaorvosok vizsgálataival kiszűrt, mozgásszervi rendellenességgel küzdő gyermekek száma, 2010/11. tanév (Andrejcsik 2013)

Arra vonatkozóan, hogy Magyarországon hány beteget kezelnek korzettel, nem találtam irodalmat, és erre vonatkozóan a korzettet gyártó cégek nem adnak ki adatokat.

2.2 A Gerincőr projekt célja, tartalma

A konzorcium létrehozásának célja a műanyagtechnika ortopéd orvosi alkalmazásának optimalizálása, intelligens műanyag rögzítő eszközök fejlesztése, ami magába foglalja a BME által kidolgozott:

- gerincgyógyászati segédeszközök gyártásához, a legmegfelelőbb és legjobban reprodukálható mintavétel kidolgozását, új optikai mérőeszköz család kifejlesztését,
- az általában műanyag gyógyászati segédeszközökkel is kezelt betegségek esetében, a műanyag sínek alkalmazási indikációjának pontosítását,
- a kezelést igénylő betegcsoportok mind tökéletesebb és a diagnosztika szempontjából mind korábbi feltalálását,
- a fejlesztett optikai mérőműszerek orvosi alkalmazhatóságának vizsgálatát a szűrés, a diagnosztika és a gondozás területein,
- az ortopédiai deformitások 3D modellezésének tökéletesítését a fejlesztett optikai mérőeszközök és a hagyományos orvosi képalkotó eljárások segítségével,
- intelligens műanyag rögzítő prototípusának elkészítését. (Jelentés Gerincőr projekt)

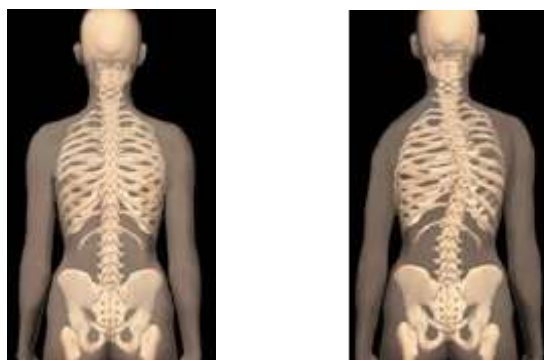
2.3 A gerincferdülés

A gerincbetegségek már az emberiség két lábon járása óta léteznek. A gerinc oldalirányú elhajlását Hippocrates – görög származású orvos ie 460-375 – írta le először, majd tanítványa Celsus az – római származású orvos, író az I. században – a

gyógykezelésre tornát javasolt. Második században Galenus – görög származású orvos, filozófus – a tér mindhárom irányában történő gerincferdülésnek a *scoliosis* nevet adta. A XIX. század közepén Bauer írja le először a betegség súlyos tüneteit, és elnevezi a betegséget *idiopátiás scoliosisnak*. 1966-ban megalakul az orvosokat és kutatókat összefogó Scoliosis Research Society (SOSORT) szervezet (Czibula 2010).

A gerinc deformáció problémáival, a gerincferdülés diagnosztizálásának és kezelésének lehetőségeivel orvosi kutatások, tanulmányok foglalkoznak. Irodalomkutatásomban a Chéneau korzettel és viselésével kapcsolatos fiziológiai problémákkal foglalkozom.

A 2.2. ábrán egy egészséges felnőtt ember gerince látható, míg a 2.3-as ábra a gerinc torziós elhajlását mutatja (Scoliosisos gerinc).



2.2. ábra: Egészséges gerinc 2.3. ábra: Scoliosisos gerinc
(Dr. Horváth B. 2012)

A kiváltó okok különbözőek lehetnek, (ideg-izom problémák), de a legtöbb esetben a mai napig nem tisztázott, milyen ok vezet a gerinc torzulásához. A konzervatívan (operációs beavatkozás nélkül) kezelhető esetek nagy részét az idiopátiás (ismeretlen eredetű) esetek teszik ki, amelyek leggyakrabban serdülőkorú fiataloknál jelentkeznek. (Dr. Horváth B. 2012)

2.3.1 A gerincferdülés fajtái

A gerincferdülés kiváltó oka az esetek 85 százalékában ismeretlen eredetű, további 15 százalékban a kiváltó ok lehet fejlődési rendellenesség, anyagcsere-zavar vagy izomsorvadás. Az ismeretlen eredetű *scoliosis* jellemzően 10-12 éves korú lányoknál megjelenő, jobbívű, háti, oldalirányú gerincgörbület.

Funkcionális scoliosisnak a gerinc oldalirányú görbületeinek azt a fajtáját nevezik, ahol az oldalirányú elhajlást nem követi torzió és nem alakul ki bordapúp. Előrehajlított vagy fekvő helyzetben a görbület eltűnik. Kialakulhat minden kideríthető ok nélkül. (Elanie N. 1991)

Strukturális vagy az idiopátiás scoliosis definíciószerűen a gerinc strukturális elváltozásokkal járó oldalirányú görbülete, amely ok nélkül és a csontérés előtt alakul ki.

Elváltozások a tér minden irányában létrejönnek. A kóros görbület oldalán megjelenik a bordapúp. A betegség különböző életkorokban kezdődhet és a gerinc bármely szakaszán megjelenhet. A betegség kezdetének időpontja jelentősen befolyásolja a görbület nagyságát. (Orosz M. 2005)

2.3.2 A gerincferdülés diagnosztizálásának eszközei

1. *Röntgenfelvétel:* A görbület nagyságát és a scoliosis típusát, az álló beteg gerincéről készült, kétirányú röntgenfelvétel segítségével határozzák meg. A felvételt általában évente kell megismételni, de szükség szerint ennél gyakrabban is készítenek felvételeket, például gyors növekedés, korzettcsere, vagy gyors állapotváltozás esetén. (Dr. Segatto E. 2010) Röntgenfelvétel segítségével meghatározható a görbület nagysága (Cobb-fok), valamint a beteg biológiai életkora (Risser-jel), melyek alapján eldönthető a kezelési mód.
- *Cobb-fok:* A gerincgörbület szögének nagyságát Cobb módszerével határozzák meg. Az egészséges gerinc oldalnézetben kettős S alakú, mely görbületek helyes testtartásnál kiegyenlítik egymást, míg a gerinc szemből nézve egyenes. Ha a frontális síkban is található görbület, akkor annak jellemzésére használható a Cobb-fok. A Cobb-fok a görbült gerincszakasz végpontjain lévő csigolyák fedőlemezeire (ahol a csigolyák közötti rés párhuzamos) húzott, merőleges vonalak által bezárt szög kiegészítő szöge (2.4 ábra).



2.4. ábra: A Cobb-fok meghatározása frontális síkú röntgenfelvételen (Tomits T. 2008)

A gerincferdülés előrehaladtával bonyolultabbá válik a görbület súlyosságának meghatározása, mivel előfordulhat, hogy amíg az egyik jellemző javul, például a Cobb-fok csökken, addig egy másik jellemző, például a csigolya rotáció fokozódik. Tehát a Cobb-fok egyértelműen nem alkalmas az adott állapot meghatározására, viszont nagy előnye, hogy számszerűsíti a röntgenképről leolvasható vizuális információt, ezzel segítve az összehasonlítást, értékelést (Eising F. és tsai 2011).

- *A Risser-jel:* A beteg biológiai életkorát a Risser-jel segítségével lehet meghatározni. Risser jött rá először arra, hogy serdülőkorban az ember növekedésével párhuzamosan zajlik a csípőlapát tarajának csontosodása. Az elcsontosodás egyben a növekedés végét jelenti. A biológiai életkor nagy segítséget nyújt a kezelés szükségességének eldöntésében, valamint a gerincferdülés folyamatának elemzésében (Orosz M. 2000).
2. *Scoliometer* segítségével is megbecsülhető görbület nagysága, főként vékonyabb személyeknél (Patias P. és tsai) (2.5 ábra).



2.5. ábra: Scoliometer (P. Patias és tsai)

3. *Moire módszerrel* a vizsgált személy hátát optikai rácson keresztülvezetett erős fénnel megvilágítják, majd a képződött szintvonalak aszimmetriájából következtetnek a scoliosis jelenlétére (Szakály és tsai 2013).
4. *3D –s számítógépes modellezés:* A 3D-s számítógépes megjelenítés lehetőséget ad arra, hogy a gerinc görbület formáját és mértékét, gerinc szkanner segítségével, számítógépes szimulációval meghatározzák (Danka és tsai 2013).
5. *Mélységsszenzorokra alapozott dinamikus mérési eszköz:* járáslaborban mért mozgásmodell, amely lehetővé teszi a gerinc térbeli alakjának statikus és dinamikus meghatározását (Grósz és tsai 2013), (Shannon T.M.L. 2010).

2.4 Kezelési módszerek, elvek

A scoliosis kezelése, szigorúan team-munkában zajlik. A csapatot az ortopéd szakorvos, ortopéd műszerész, gyógytornász, illetve igény szerint pszichológus, valamint kórházi ellátás esetén ápolók alkotják. Nagyon fontos a szoros együttműködés és az intenzív információáramlás a tagok között. Mivel a betegek zöme serdülőkorú, így többnyire nem rendelkeznek betegségtudattal, ezért a kezelés sikerességének érdekében a jó team-munka, a család és a páciens bizalmának megnyerése és fenntartása létfontosságú. (Orosz M. 2005). A kezelés módja a betegség súlyosságától függ:

- *10 Cobb fok alatt:* nem szükséges kezelés, ám a *rendszeres orvosi kontroll* elengedhetetlen, hogy az esetleges állapotromlást időben felfedezzék.

- *10-20 Cobb fok között:* célzott gyógytorna Schroth-terápia (gyógytorna) végzése javasolt az állapotromlás megállítására, a testi- és a röntgenen látható kép javítására, a görbületek korrekciójára (Dr. Horváth 2004).
- *20 Cobb fok felett:* a rendszeres gyógytorna végzése mellett korzett hordása javasolt.
- *40-50 Cobb fok felett:* az operáció a legtöbb esetben elkerülhetetlen. (Eising F. 2011).

2.4.1 Gerincferdülés kezelése korzettel

A gerincferdülés kezeléséhez, a deformitástól függően, különböző típusú korzetteket alkalmaznak. A diagnózis alapján az orvos feladata eldönteni, hogy a betegnek milyen típusú korzettet kell viselnie. Az I. számú mellékletben (a teljesség igénye nélkül) bemutatok néhány jelenleg is alkalmazott korzett típust. Kutatási munkámban csak az egyik, Európában elterjedt Chéneau (ejtsd: sénó) korzettel foglalkozom.

A korzett kezelés hatékonysága a gerincferdülés felismerésének idejétől, súlyosságától valamint a korzett viselési idejétől (óra/nap) függ. A gerincműtét elkerülésének érdekében is alkalmazzák, de legalábbis azt a célt próbálják az orvosok és az ortopéd technikusok elérni, hogy gerincműtetre minél később, csak felnőtt korban kerüljön sor. A korzettes kezelés hatékonyságát már régóta vizsgálják, és az ezzel foglalkozó cikkek pozitív hatásáról számolnak be. Wood G. cikkében egy 11 éves kislány gerincferdülésének hatékony kezelését mutatja be (2.6. ábra) (Wood G.2014).



2.4 ábra: Chéneau-korzett nélkül és korzettben készített röntgenfelvétel (Wood G. 2014)

A kezelés kellő hatékonyságához a korzettet ideális esetben a csontosodási időszak végéig (körülbelül 18-19. életév), viselnie kell a betegnek napi 23 órán keresztül. Magyarországon a fiatalkorúak korzettkezelése elterjedtebb, de amerikai cikkek foglalkoznak a felnőttek korzettes kezelésének hatékonyságával is (Loon P. és tsai. 2012), (Aulisa A. G. és tsai 2012), (Katz D. E. és tsai 2010).

A Chéneau-korzett, felépítésének köszönhetően, háromdimenziós korrekciót hoz létre a görbült gerincoszlop számára. A törzs kipúposodott területeire, úgynevezett pelottákkal, nyomást gyakorolva készíti a gerinc megfelelő irányba való növekedését.

Ez a fajta kezelés igen hosszadalmas procedúra, mind a beteg, mind a kezelést irányító ortopéd szakember számára. Az eredményes javulás feltétele, hogy a szakembernek kellő szaktudása legyen, valamint nagy gyakorlattal rendelkezzen a kezelést illetően. A korzettkezelés akkor válik szükségessé, ha a gyógytorna nem elegendő a görbület korrigálására. Ez általában 20 Cobb fok feletti görbületek esetén jöhet szóba. Ha a csontosodás befejeződése előtt a ferdülés eléri a 20 fokot, a növekedési időszakban nagymértékű rosszabbodás következhet be. A korzett rendszeres használatával azonban a rosszabbodás megállítható, sőt statisztikai adatok bizonyítják, hogy nagyfokú javulás is elérhető. A korzett illeszkedését a felíró orvosnak mindig ellenőriznie kell, szükség esetén beállításokat is kell végezni rajta. Kezdetben havonta, majd háromhavonta kell ellenőrizni a betegeket. A korzett elkészítése az ortopédtechnikus feladata. Fontos, hogy a korzettet olyan csapat készítse el, amely évente legalább 20 beteget ellát. A rendszeres gerinctorna a kezelés fontos kiegészítő része, amely a gerincizomzat megerősítésével biztosítja a jó testtartást, valamint a scoliosisos gyermekek előnyös megjelenését.

Maga a korzett egy feltűnő, hétköznapi emberek számára ismeretlen segédeszköz, melynek viselése nagyon zavarhatja a gyermeket. A szülőknek és a szakembereknek gyakran közösen kell meggyőzni a gyermeket a használat szükségességéről, fontosságáról, ami a fiatal kor következtében nem egyszerű feladat. Sok esetben szükséges pszichológus bevonása is. (Orosz 2005).

Magyarországon a Chéneau-korzetteket (2.7 ábra), többek között, a Salus Orthopédtechnika Kft. készíti.



2.5. ábra: Chéneau-korzett

A korzettek kialakítását Marlok Ferenc nemzetközileg elismert ortopédiai műszerészmester irányítja, aki lélektanilag is sokat tesz a beteg gyermekekért. A Salus Kft. kezdeményezésére évente megrendezésre kerül a Vertebra alapítvány támogatásával és Schusztter Barbara vezetésével a „Korzettes tábor”, ahol nagyon sokat foglalkoznak a korzettes gyermekekkel, támogatják, segítik őket. Évente több alkalommal szerveznek a gyerekeknek és a szülőknek ún. scoli-bulit, ahol különböző foglalkozások, vetélkedők várják a gyerekeket, a szülők pedig találkozhatnak a Salus Kft. dolgozóival, gyógytornászaival, akik segítenek megoldani az esetleg felmerülő problémákat.

2.4.2 Korzetek készítésének technológiája

A korzett alapanyaga 180°C fokon lágyuló (nagy sűrűségű HDPE, High Density Polyethylene) polietilén, mely sűrűsége nagyobb, mint 0,941 g/cm³ (Czvikovszky 2013). A Salus Kft. a Simona cég által előállított PE-HWST (High Heat Stability) márkanévű melegen alakítható polimer anyagot használja a korzetek készítéséhez, melynek műszaki adatai a II. számú mellékletben találhatók. Korzetek készítéséhez felhasznált anyagnak keménynek, merevnek, alakíthatónak, rendkívül jó rugalmasságúnak, tisztíthatónak és egészségre ártalmatlannak kell lennie. A korzett anyagának tulajdonságait és az anyag egyéb felhasználási területeit Patini cikkében elemzi (Patini 2012). A 2.7. ábrán látható korzett anyagvastagsága 5 mm.

A korzetek készítésének alapelvei:

- „A testen megjelenő minden görbületre nyomást kell gyakorolni;
- Minden görbület ellentétes oldalán nagy kiterjedésű szabad felületeket kell kialakítani
- A korzett hárompont-rendszerből, illetve összekötő elemekből épül fel (hiszen egy görbület kiegyenesítéséhez három pontra van szükség)” (Marlok F. 2007).

A korzett készítésének folyamata:

- *Mintavétel:* hosszú ideig gipszeléssel történt. 2013 óta a Salus Kft. rendelkezik olyan speciális testszkennerrel melynek segítségével elkerülhető a gipszeléssel történő mintavétel.
- *Röntgen vizsgálat:* álló beteg gerincéről kétirányú röntgenfelvételt kell készíteni a gerinc deformáció megállapításához.
- *Gipszmintavétel vagy szkennelés* alapján torzó készítése, majd a torzón nyomófelületek és szabadterek kialakítása.
- *Ványolás:* a korzettanyag felmelegítése, majd alakjának kialakítása a torzó alapján.
- *Próba:* próba alapján az elkészített korzettet a pontos méretre vágása (Marlok F. 2007).

Mindenkinek más-más problémája van a gerincével, a korzetek egyedi méretvétel és röntgenfelvételek alapján kerülnek kialakításra.

2.5 Az emberi test és a ruházat fiziológia összefüggései

Kutatásaim során törekedtem olyan irodalmak felkutatására, melyekben a test a ruházat, a korzett, és a külső környezet együttes rendszerében kialakuló mikroklíma kapcsán megtalálom az összefüggéseket.

A ruházatifiziológia tudománya foglalkozik a ruházati rendszerek levegő- és páraáteresztésének, valamint hőszigetelésének kérdéseivel, ezek optimális arányainak beállításával. Az ehhez kapcsolódó vizsgálatok segítséget nyújtanak a megfelelő alapanyagok és tervezési koncepciók kialakításához, kiválasztásához.

Az emberi test hőérzete akkor kellemes, ha sem hideget, sem meleget nem érez. Az ember komfortérzetét (hőkomfortját) akaratan kívülálló tényezők határozzák meg:

- *emberi tényezők*: életkor, nem, egészségi állapot, edzettség, a táplálkozás összetétele mennyisége, a fizikai tevékenység, kimerültség,
- *környezeti tényezők*: környezet hőmérséklete, páratartalma, légsebessége, légnyomás, zaj, fény,
- *öltözet*: ruházat nyersanyaga, szövet előállítási módja, kikészítése, vastagsága, területi sűrűsége, szabászati és varrástechnológiai kialakítása (Pintér 2009).

„A kellemes hőérzet az a tudati állapot, amely a termikus környezettel kapcsolatos elégedettséget fejezi ki.” (ASHRAE 1981 55-81) American Society of Heating and Ventilating Engineers Standard

A kellemes hőérzet feltétele, hogy az ember megszabaduljon a termelődő hőmennyiségtől. A szervezetben folyamatos hőcsere folyik, ahol izomtevékenység hatására, az ember testében teljesítmény /hő/ keletkezik, amely felmelegíti a testet. A test hőleadása 4 úton történhet: konvektív hőátadással, vezetéssel, sugárzással és párolgással.

A konvekciót és vezetést összevonatan kezelik, az első három hőleadási módot száraz, az utolsót nedves hőleadásnak is nevezik. A tapasztalatok, feltevések, illetve mérések alapján az összes hőleadás:

- 42-44 % sugárzás,
- 32-35 % konvekció és vezetés,
- 21-26 % párolgás.

A sugárzás és konvekció lehet hőfelvétel is, a párolgás mindig hőleadás. (Bánhidi 2000).

„Az embernek a termikus környezetre való reagálását a hőkomforttal kapcsolatos megelégedettségét a hőérzete fejezi ki. A hőérzet azzal van összefüggésben, hogy a szervezet hőegyensúlya milyen átmeneti idővel, milyen alkalmazkodási reakciókkal valósul meg. A megvalósult egyensúly az ember számára kellemes-e, milyen hőmérséklet, és milyen verejtékezés alakul ki.” (Bánhidi és tsai 2008)

Az ember a testhőmérsékletét (maghőmérsékletét) állandóan pontosan, a biológiailag szükséges hőmérsékleten próbálja tartani, amely a törzsben és a fejben kb. 37°C. A bőr hőmérséklete és a ruházat külső rétege közötti mikroklimát a ruházat szerkezete és anyaga sajátos hő- és nedvességviszonyokkal, jelentősen befolyásolja. A bőr hőmérséklete testtájanként akár 10°C különbséget is mutathat. Ez nagymértékben meghatározza az ember közérzetét. Hideg környezet ellen lehet védekezni, akár fűtött ruházattal, de a meleg környezetben, amikor a mikroklimában a levegő hőmérséklete 32-34°C és páratartalma telítetté válik, a hőleadás egyetlen módja a párologtatásos hőelvonás. Meleg környezethez csak akklimatizálódással lehet alkalmazkodni.

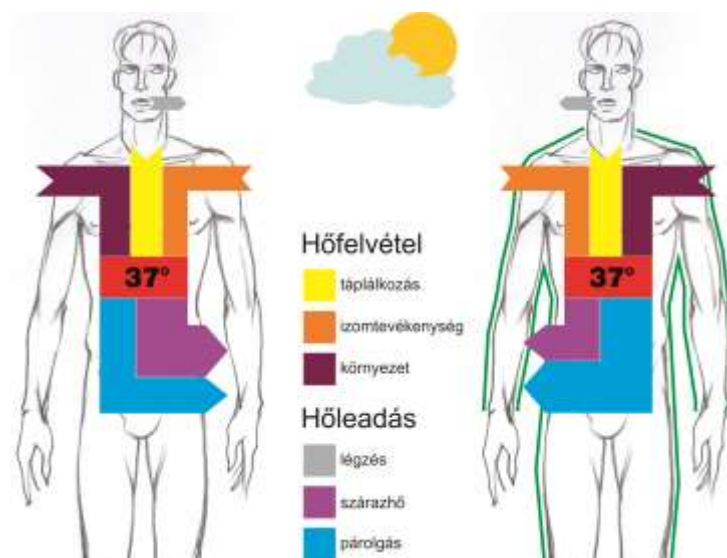
Egy egészséges ember bőr hőmérsékletének maximális átlagértékekre Mecheels szerint kb.: 35-36°C, Olsen vizsgálatai szerint 36,7°C is lehet (Mecheels J. 1998), (Olsen B.W 1984).

A ruházatnak alapvető célja a test védelme, és a testhőmérséklet állandó értéken tartása. A felöltözött test hőháztartásában elsősorban a ruházat hőszigetelő képessége,

nedvességelvezető képessége és a ruházattal borított testfelület nagysága játszik szerepet. (Umbach, K.H. 1993). Li és Byrne szerint a komfortérzetet befolyásolja még a ruházat anyagának tapintása és a ruha a testre illőssége is. (Li Y. 2002), (Byrne M.S és tsai1997).

Az emberi test hőleadása és hőfelvétele az időjárástól és a mozgásának intenzitásától függ. Különböző tevékenységeknél pl. alvás, ülés, állás, fizikai munka, sportolás stb. a test más-más mennyiségű hőt termel, amit a környezetnek lead (Bánhidi 2000). A hőleadás a bőrön át és az izzadság elpárolgása útján történik. A hőháztartás szabályozásáért a központi idegrendszer felelős (Kenney W.L. 1993).

A konvekcióval és párolgással távozó hő mennyisége a ruhátlan és a ruházattal borított testen különböző (2.8. ábra).



2.8. ábra: Test hőfelvétele, és hőleadása ruha nélkül és ruhában (Mecheels J. 1998),

A test hőmérséklete, nedvességtartalma és hőkomfort érzete közötti összefüggéseket az 2.9-es ábra mutatja.

Testmag hőmérséklet (°C)	Állapot	Átlag bőr hőmérséklet (%)	Komfort érzés	Bőr nedvességtartalma (%)
44	Hőguta, agysérülés			
41	Láz	36	Nagyon kellemetlen	60
	Megterhelő mozgás	35	Kissé kellemetlen	40
38	Mozgás	34		20
		33		6
37	Normál, pihenő állapot	32	Kellemes	
36		31	Kissé kellemetlen	
		30	Kellemetlen	
35	Reszketés			
33	Csökkent öntudat			
31	Eszméletvesztés, halál			

2.9. ábra: A test hőmérséklete, nedvességtartalma és hőérzete közti összefüggések (Kenney W.L 1993)

Ha a klímafeltételek nem megfelelőek, a test nem tudja fenntartani a megfelelő mag- és bőrhőmérsékletet, így súlyos betegségek alakulhatnak ki vagy akár halál is bekövetkezhet.

2.5.1 A ruházatzfiziológiát befolyásoló komfort tényezők

Yoon (1984) szerint a ruházat komfortját három alapvető tényező határozza meg:

- termofiziológiai komfort,
- bőrszenzorikus komfort,
- ergonómiai komfort.

A ruházatzfiziológiát befolyásoló komfort tényezőket részletesen a 2.10. ábra szemlélteti:



2.10. ábra: Ruházatzfiziológiát befolyásoló tényezők (Bánfi és tsai 2009)

A ruházattal szembeni fiziológiai elvárások:

- hidegben és nagy melegben biztosítsa az emberi test és környezet közötti hőszigetelést,
- megfelelő szellőzést biztosítson a testnek, légáteresztő legyen,
- bőrfelületet tartsa szárazon nagy fizikai igénybevétel esetén is, a ruházat gyors száradása és nedvességelvezetése révén,
- ne akadályozza a légzést, vérkeringést, a szabad mozgást, emésztést és más testi funkciókat,
- legyen kis tömegű, vastagságú, és elasztikus, hogy ne növelje feleslegesen a mozgás energiaszükségletét, védje a testet a mechanikai, fizikai, vegyi ártalmakkal szemben (Bartels V.T. 2005).

2.5.2 A ruházat hőszigetelő képessége

A ruházat szerepe elsősorban a test védelme a környezeti klíma változásai ellen, ami függ a ruházat hőszigetelő képességétől.

A ruházat hőszigetelő képességének kifejezésére többféle mérőszámot dolgoztak ki, pl.: Clothing Unit (clo). $1 \text{ clo} = 0.155 [\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}]$. A teljesen meztelen testre vonatkozó adat: 0 clo, egy rövid ujjú póló hőszigetelő képessége 0,1 clo, egy hosszú ujjú pulóveré 0,3 clo, egy teljes öltönyé 1 clo. Minél nagyobb az érték, annál jobb a ruha hőszigetelő képessége. További adatok a ruházati termékek hőszigetelésére az ASHRAE 55-1981 szabványban találhatók.

A ruházat hőszigetelése nem a szálaknak és fonalaknak, hanem a pórusokat kitöltő levegőnek köszönhető. A textilszálak 10 – 20-szor jobban vezetik a hőt, mint a nyugodt levegő. A textilszálak feladata egy hőszigetelő rétegben az, hogy a levegőnek a szükséges térfogatot biztosítsa és ebben a térfogatban a levegőt bent tartsa. Minél több textilszál tartalmaz a légréteg, annál kevésbé lesz jó hőszigetelő.

Fontos, hogy a szigetelő réteg levegője nyugalomban legyen, különben a ruházatban lévő hőmérsékletkülönbségek révén mozgásba lendül, aminek következtében konvekció folytán megnövekszik a hőszállítás. A hőszigetelő rétegekben lévő levegő nyugalomba tartását biztosítja a megfelelő textilkonstrukció. Minél nagyobb a textil térfogatának levegőtartalma, annál jobb a hőszigetelő képessége. (Nielsen R., Nielsen B. 1984), (Mecheels, J. 1998)

2.5.3 A textíliák légáteresztő képessége

A különböző testrészeknek más és más a hő- és nedvesség leadása. A ruha és a bőr közötti mikroklimába a be-, illetve kiáramló levegő jelentősen csökkentheti a textília hőszigetelését. A ruha és a bőr közötti levegő mozgásának egyik feltétele, hogy a ruházat ne legyen túl szűk. A ruházatba a levegő bejutása történhet a szabászati konstrukciós kialakítással biztosított nyílásokon keresztül, pl. nyakív, ujjá alja, nadrág alja, illetve a fonal és textil szerkezeti kialakítása által létrejött pórusokon keresztül. A megfelelő formai kialakítású ruházat rétegei között lévő levegő mozgása elősegíti a test hő és pára

leadását. A ruházati rétegek között lévő levegőnek a környezeti levegővel való cseréje a ruházat szellőzése. (Mecheels, J 1998)

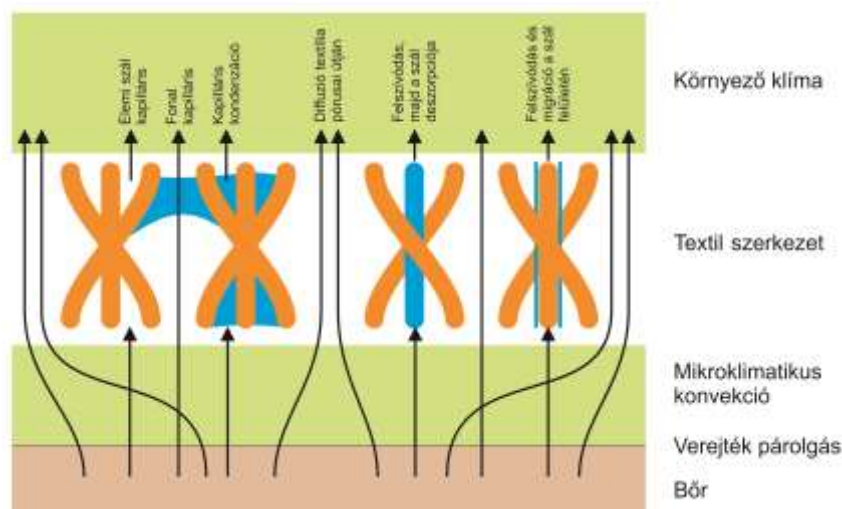
Az anyagrétegek pórusain keresztül áthaladó levegő mennyisége a ruházat légáteresztő képessége.

2.5.4 Textíliák nedvességelvezetése

Az alsóruházat elsődleges feladata, hogy a bőrfelszínt szárazon tartsa. Az emberi bőrön lévő izzadásmirigyek eloszlása eltérő, a test felszínének különböző régióiban. Egy felnőtt ember (amikor a külső hőmérséklet alacsonyabb, mint a test belső hőmérséklete), naponta átlagosan fél – egy liternyi izzadságot termel, ami a bőr felületéről párolgás révén vagy kicsapódott izzadság formájában segíti a test hűtési mechanizmusát (Varjú G. 2010). A bőr felszínéről a ruházat a keletkezett nedvesség egy részét magába szívja, más részét elvezeti, de kialakításának olyannak kell lennie, hogy rétegei között a pára ki tudjon jutni a környezetbe. A nedvesség a textilszerkezeten keresztül, valamint a ruházat nyakánál, ujján alján illetve egyéb technológiai nyílásain keresztül tud eltávozni.

A kelmeszerkezet nedvességgel szembeni viselkedése függ a textília szövés és kötésmódjától, a fonalszerkezetétől, és a fonalakat alkotó elemi szálak atom, molekula és kristályszerkezetétől. A szálanyagok egyes szerves és szintetikus szálak kivételével higroszkópos, nedvszívó tulajdonságúak.

Mecheels szerint a nedvesség a bőr felületéről, a textílián keresztül, a 2.11-es ábrán látható módokon távozhat:



2.11. ábra: Nedvességelvezetés textílián keresztül (Mecheels, J. 1998)

- Az elemi szálak kapillárisain keresztül, amit a szál anyagának hidrofíli vagy hidrofób tulajdonsága, a vastagsága (szálfinomsága), valamint porozitása befolyásol. A hidrofíli tulajdonságú elemi szálak vízfelvétel hatására erősen megduzzadnak, kitöltik a

hézagokat, a textil pórusain keresztül történő nedvességelvezetés számára beszűkítik azokat.

- A fonalak kapillárisain keresztül, ami a fonalak geometriai tulajdonságaitól pl. átmérőjétől és sodratától függ.
- A textília szövés illetve kötősszerkezete által kialakuló pórusokon keresztül, amit a pórusok mennyisége és mérete határoz meg. A textília szerkezetében levegőt tartalmaz és a nedvességnek ezen a levegőn kell áthaladnia, ami annál jobb, minél lazább a textília szerkezete.
- A szálak felszínén történő nedvességelvezetés, a 2.12. ábrán bemutatott elv alapján történik. Az ily módon elvezetett nedvesség mennyisége függ a környezeti levegő nedvességétől és a szálak felszínének nedvesedőképességétől. (Mecheels, J. 1998)

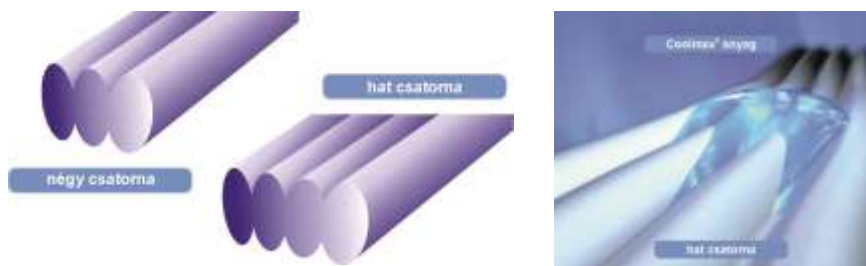
Kutatási munkám során cellulóz alapú természetes szálanyagból (pamut), regenerált cellulózból (viszkóz, Lyocell), valamint poliészterből készült kelméket alkalmazok korzett alatt viselhető alsóruházat céljára. Ezen kelmék szálanyagainak, nedvesség hatására vonatkozó tulajdonságait mutatom be.

Cellulóz vízfelvevő és vízmegkötő tulajdonságai

A cellulóz molekula nagyszámú hidroxil csoportot tartalmaz, ebből adódik jó higroszkópikus tulajdonsága. A cellulóz vízfelvételét hidroxil csoportjaik száma valamint kristályos és amorf részek aránya és rendezettsége határozza meg. A cellulóz vízmegkötő képessége a hidroxilcsoportok és a vízmolekulák közötti hidrogénkötésektől függ. Csűrös szerint a száraz cellulóz, vízből a saját súlyának 3-6%-át hidroxilcsoportokon, 20-25%-át kapilláris kondenzáció útján köti meg. A vízfelvétel (adszorpció) hatására a duzzadás elsősorban a cellulóz amorf részeiben megy végbe, de jelentősen befolyásolja a kristályos rész geometriai alakja és szerkezete is. A szálak porozitása is előnyösen hat vízfelvételre és lehetővé teszi a kapilláris vízfelvételt. (Csűrös-Rusznay 1964)

A poliészter szálak nedvességgel kapcsolatos tulajdonságai

A poliészter polikondenzációs eljárással előállított mesterséges szálanyag. Nedvszívása kicsi, víz hatására nem duzzad. A poliészter szál nedvességfelvétele száraz tömegéhez képest 0,2-0,4% (Jederán és tsai 1979). A nedvszívó képesség és a nedvesség elvezetés javítása érdekében a Coolmax márkanévvel forgalomba hozott kelme speciálisan kialakított, *négy vagy hat csatornás poliészter* elemi szálból készül. Az elemi szál keresztmetszetét és nedvességelvezető működését szemlélteti a 2.11. ábra. A speciális keresztmetszetű szál elvezeti az izzadságot a testtől, és az anyagon keresztül gyorsan elpárologtatja, így a ruházat viselőjének komfortérzete javul. Az elemi szál megnövekedett felülete miatt a szövet felületéről a nedvesség gyorsabban elpárolog, ami kapilláris nedvességelvezetésen alapul. (Dongping L.I. és tsai 2009) (2.13. ábra).



2.12. ábra: Coolmax elemi szál keresztmetszete és nedvességelvezetése (www.coolmaxfabric.com)



1. Párolgás
2. Levegő
3. Nedvesség
4. Bőr

2.13. ábra: Coolmax anyag működése (www.memoryfoamwarehouse.co.uk)

2.6 Termofiziológiai komfort szempontjából előnyös textíliák

A ruházatzfiziológiához szorosan kapcsolódnak az új fejlesztésű intelligens és funkcionális textíliák, melyeket az akár extrém körülmények között is fenntartható kellemes komfortérzet miatt, folyamatosan tökéletesítenek. A XX-XXI. századfordulón az anyagtudományok fejlődése miatt, a mesterséges, szintetikus szálanyagok tulajdonságait javították, de néhány természetes (eddig kevésbé használt) szálanyag is megjelent.

Kutatási munkám során az intelligens és funkcionális szálanyagok irodalmait elemzem, kapcsolódva az előző fejezet fiziológiai alapjaihoz, és azokra fókuszálók, melyek a korzett alatti, fehérnemű viselethez felhasználhatók.

Intelligens textíliák azok az anyagok, melyek tulajdonságaik megváltozásával reagálnak a környezet változásaira és megváltoztatják bizonyos tulajdonságaikat, vagy emlékeznek korábbi állapotukra és a változási állapot megszűnésével visszatérnek korábbi állapotukra (Kokasné 2007). Intelligens textíliák például a természetes környezet változásaira reagáló anyagok, amelyekbe a szálanyag gyártásakor vagy kikészítéskor olyan anyagokat tesznek, amelyek reagálnak a környezet kedvezőtlen viszonyaira és fokozott védelmet nyújtanak velük szemben, valamint olyan textíliákat, melyek elektronikus jel segítségével kapják a változáshoz szükséges információt. (Bánfi és tsai 2009, Mather, R. R. 2008).

Funkcionális textíliáknak azok az anyagok nevezhetők, melyek esztétikai tulajdonságuk mellett, felhasználás szerinti speciális tulajdonsággal rendelkeznek (Kokasné 2007).

Az öltözetek kialakításánál azt kell elsődlegesen figyelembe venni, hogy a testtel közvetlenül érintkező réteg jó nedvszívó és nedvességtovábbító hatású legyen, a következő rétegek pedig ezt a nedvességet tárolják, illetve továbbítják a külső környezet felé. A fiziológiai komfort optimális elérése érdekében véleményem szerint a következő, kizárólag nagy rugalmasságú kötött kelmék jöhetnek számításba korzett alatti alsóruházatként:

- természetes és természetes (cellulóz) alapú szintetikus szálanyagok
- speciális szálszerkezetű szintetikus szálanyagok, melyek szál- és kelmesterkezet kialakítása biztosítja a nedvesség elvezetését,
- hűtő-fűtő, fázis-változtató intelligens kelmék a test hőegyensúlyának fenntartására

2.6.1 Természetes- és regenerált cellulóz alapú szálanyagok

A hagyományos *pamut* és *gyapjú* alapanyagból készült alsóruházati termékek nagyon népszerűek és kellemes viseletnek számítanak. Dolgozatomban néhány újdonságnak számító természetes alapú szálanyagot mutatok be, melyekből oldás és regenerálás után képezhető alsóruházati célra is feldolgozható szálanyag.

- A *bambusz*, amely egy Kínában elterjedt fűféle, és kiváló tulajdonságokkal rendelkezik. Pl. lágy fogású, természetes antimikrobiális képességű és olcsóbb a pamutnál.
- A *kukoricaszál*, biológiailag lebontható, újrahasznosítható, bőrbárát, kis szennyeződési hajlamú, könnyen mosható, kevésbé gyűrődő kellemes viseletet biztosító szálanyag. (Baussan E. és tsai 2010)
- A *kitozán* a rákok páncélzatából nyert szálanyag, amit kiváló antibakteriális és bőrbárát tulajdonságai miatt, alsóruházati cikkek és szabadidő-ruházatok céljára, valamint az egészségügyben is alkalmaznak. (Lázár 2013)
- A *polilaktid-acid*, politejsav (PLA szál) természetes növényi alapanyagból (kukorica, búza), képzett tejsav-észter származék. A politejsav kémiai felépítését és különböző célokra történő előállítási technológiáját Borsa J. cikkében részletesen bemutatja. (Borsa J. 2010) A PLA –ból készült szálak fiziológiai tulajdonságai felülmúlják a jelenleg használt poliészter szálak tulajdonságait (pl. nedvszívóképesség, komfortérzet). Fontos környezetvédelmi szempont, hogy a PLA szál és a belőle készített termékek, használat után vízben, biomasszában vagy szén-dioxidban lebontódnak és a gyártásuk is kevésbé környezetszennyező. (Kutasi 2009)

Ezek közül a természetes szálanyagok közül csak a pamutból készült kelmét alkalmazom a korzett alatti viselet tesztelése során.

A *regenerált cellulóz szálanyagok* közül a viszkóz és a Lyocell szerepel a tesztelésre kiválasztott kelmékben.

2.6.2 Speciális szálszerkezetű szintetikus szálanyagok

Speciális szálszerkezet és kelmesterkezet kialakítással a kelmék nedvesség elvezetése növelhető a szintetikus szálanyagoknál. A 2.5.4-es fejezetben a 2.11-es ábrán bemutatott speciális szálfelületű poliészter elemi szálakból készült kelmék elősegítik a nedvességelvezetést. Ezzel a szálképzési technológiával készülnek a már bemutatott Coolmaxon kívül a svájci fejlesztésű HeiQ, valamint az Advansa Thermo Cool márkanévű kelmék (<http://www.coolmaxfabric.com>, <http://heiq.com/>, <http://thermocool.invista.com>).

A kelmék kötésmódja a felhasználási céltól függően változó. Ezek közül a kelmék közül a Coolmax márkanévű kelmét alkalmazom korzett alatti viselet tesztelése során.

Makro- és mikro szálak kombinációja, amely nem nedvszívó anyagból, pl. poliészterből készül. A külső oldalon elhelyezkedő mikroszálak közötti kapillárisok kiszívják a nedvességet a bőrrel érintkező felületről. (2.14 ábra)

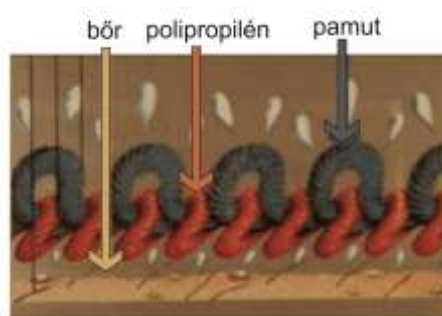


2.14 ábra: Makro és mikro szálak kombinációja nedvességelvezetés céljából (Lázár 2010)

Kutatási munkám során ezt a kelmefajtát nem állt módomban kipróbálni.

Többrétegű kelme általában két vagy három rétegű kötött kelme, amelynek a test felé eső belső felülete nem nedvszívó pl. polipropilén-, poliészter-, poliamid-, coolmax fonalból, a külső felülete pedig pl. pamut-, bambusz-, vagy gyapjú fonalból készül (Uttam D. 2013). Ha beleizzadnak, a kelme belső oldala nem nedvesedik át, hanem kivezeti az izzadságot a külső természetes anyagból készült felületre, ami felszívja azt, és onnan elpárologhat. A bőr ezáltal mindig száraz felülettel érintkezik, ami sokkal jobb közérzetet biztosít. G. Bartkowiak és E. Szucht pamut gyapjú és viszkóz és poliészter polipropilén két rétegű kelmék vizsgálatai mutatják, hogy ezen a kelmék páraáteresztése egy tiszta pamutéhoz képest elérheti az 5-6 szoros értéket is. (Bartkowiak G., Szucht E. 2002) Ezeket az anyagokat különböző sportruházati célra alkalmazzák (2.15 ábra).

A rendelkezésemre álló poliészter – pamut összetételű kétrétegű kelme előzetes tesztelésem alapján vastagnak és rugalmatlannak bizonyult, ezért nem alkalmazom kutatási munkámban.



2.15 ábra: Két rétegű kelme (Dr. Schmidt A. 2009)

Üreges, vagy távolságtartó kelmék jó fizikai tulajdonságaik és sokoldalú felhasználási lehetőségeik folytán nagyon elterjedtek. Alkalmazhatók fehéreneműgyártásban, gyógyászati célra, védő- és sportruházatként, valamint cipőgyártásban. (Lázár 2006). Az üreges kelmék két egymástól független kelmefelületből állnak, melyeket többé-kevésbé merev távolságtartó fonalak kötnek össze (2.16. ábra). Ezek különböző kötésmóddal készülhetnek, a két szövetréteg között lévő fonalak tulajdonságai határozzák meg az összenyomhatósági tulajdonságaikat. Az alkalmazott monofil fonalak vastagsága és a kötésmód határozza meg, hogy milyen erő ellenében tartható meg a két kelmeréteg egymástól való távolsága.



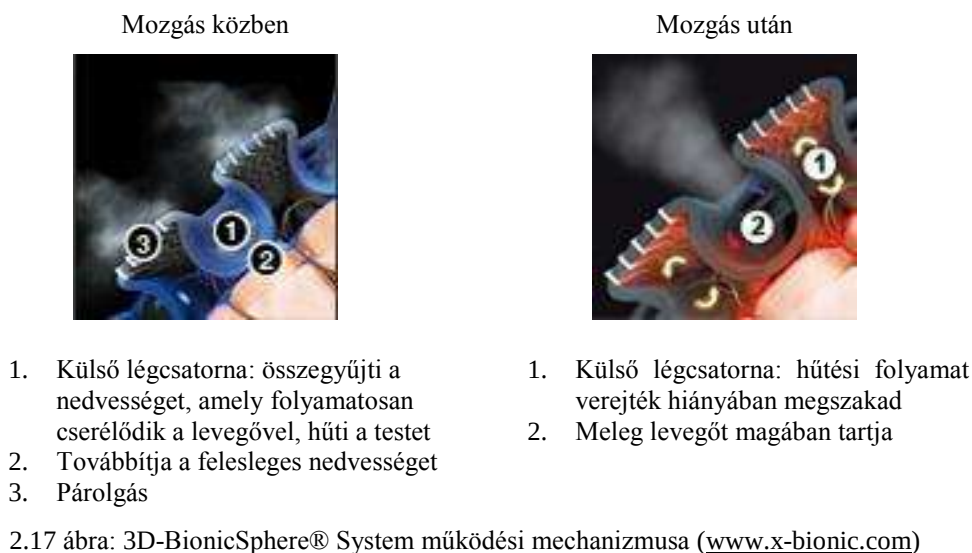
2.16 ábra: Üreges körkötött kelme keresztmetszete (Liu Y., H. Hu 2011)

A távolságtartó szerkezetű kötött kelméket a következő tulajdonságaik alapján alkalmaznám korzett alatti ruházat kiegészítő alapanyagaként: könnyű, puha, a bőrt nem irritálja, jó a légáteresztő tulajdonságú, rugalmasan összenyomható, jó a nedvességfelvétel és nedvesség szállító képessége, jól konfekcionálható, mosásálló, nem öregszik és vannak olyanok, melyek sterilizálhatók. (Liu Y., H. Hu 2011) (Lázár 2006)

Ezzel a fajta kelmével kiegészíteni, kombinálni lehet a korzett alá tervezett pólókat, pl. hónalj részen, ill. nyomáspontokon.

Légcsatornák kialakítása kötéstehnológiával: Ezek a termékek olyan speciális kötéstehnológiával készülnek, ahol a ruha nem érintkezik teljes felületen a testtel. A kötött kelme csatornák rendszeréből áll, melyek kialakítása a test izzadságmirigyeinek elhelyezkedését is figyelembe veszi. Ezek összegyűjtik és elvezetik a nedvességet, és így

a ruházat és a test között ventiláció jön létre, amely a folyamatos párologtatást felgyorsítja. A rendszer egy vékony nedvesség réteget hagy a bőrön anélkül, hogy a test érzékelne azt, a felesleges verejtéket a csatornákon keresztül elszállítja és elpárologtatja. Ez az ún. SweatTraps technológia. A fejlesztők szerint így módon az izzadságcseppek „kiegyenlítődnek”, ezáltal a ruházat jobb viselési komfortot nyújt (Lázár 2012), (www.x-bionic.com) (2.17 ábra).



Ezt a fajta testre formázott, varrás nélküli technológiával előállított kötött kelmét, főleg sportolók számára fejlesztett alsóruházati termékként, magas árkategóriában forgalmazzák, ezért nem volt módomban kipróbálni korzett alatti viseletként.

2.6.3 Hűtő-fűtő fázis-változtató kelmék a test hőegyensúlyának fenntartása

A PCM, mint hőtároló anyag kutatásáról, a textíliákban is alkalmazható kapszulák kémiai összetevőiről, hőtárolási kapacitásairól sok irodalom beszámol. (Zalba B. és tsai 2003), (Cox R. 2000), (Salaün F és tsai 2010). Árokszállási szerint a hőtároló (PCM) anyagoknak rendkívül széleskörű alkalmazása ismert, és további kutatások folynak főleg építőipari alkalmazások területén (Árokszállási 2010). Zalba B. és tsai összefoglaló értékelésében megtalálhatók a kelmékhez kifejlesztett és alkalmazható fázisváltó anyagok.

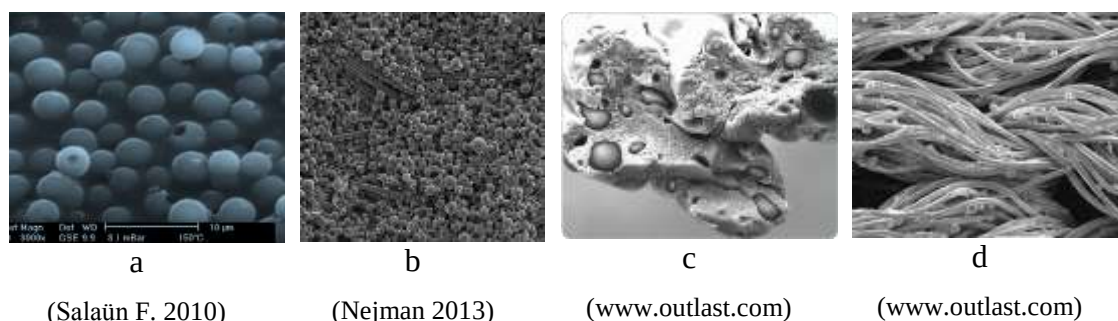
A textíliákban történő hőtárolás PCM-el: Ezek a textilanyagok az intelligens textíliák egy fajtáját alkotják, amelyekben olyan, eredetileg szilárd halmazállapotú részecskéket helyeznek el, amelyek bizonyos körülmények között (hő hatásra), folyékonnyá válnak. (Ezeket az anyagokat angol elnevezésükből – phase change material, azaz fázis-váltó anyag – PCM rövidítéssel jelölik.) A PCM fő célja, hogy textíliába építve a legszélsőségesebb munkaterhelés és a körülvevő környezeti kondíciók hatása alatt is kényelmes termofiziológiai állapotot tartson fenn a viselő számára (Cox R. 2000).

A termikus szabályozással ellátott klíma-aktív ruházat működése:

A PCM részecskék a test melegének hatására meglágyulnak, az ehhez szükséges hőmennyiséget a bőr közeléből elvonják, és tárolják (hűsítő hatás érzése). Ha a külső hőmérséklet csökken, vagy az adott testmozgás megszűnik és a test hőmérséklete csökken, a paraffin részecskék megkeményednek, és a halmazállapot változás során hőleadás történik, amely felmelegedést idéz elő. A hűtő, illetve melegítő hatás a PCM kapszulák hőkapacitásától függ. A termikus beavatkozásokra addig van mód, ameddig a teljes mikro kapszula állomány energia felvevő, tároló és leadó kapacitása ki nem merül (Kutasi 2010). A mikrokapszulákat tartalmazó textíliák hatékonysága függ a hőmérséklet-ingadozás mértékétől, az entalpia (hőkapacitás) – 1kg tömegben lévő hőmennyiség [J/kg] – mértékétől, valamint a szövet PCM tartalmától (%-os érték). A különböző textilanyagok hőkapacitásának vizsgálatáról Shim publikációjában részletesen beszámol. (Shim H. 2001)

A halmazállapot-váltó anyagot, általában valamilyen paraffint, de esetenként más anyagot is önmagában vagy ún. mikrokapszulákba helyezve keverik a szálanyag anyagához. A mikrokapszulák mérete 6–10 ezred milliméter átmérőjű (2.18/a ábra) amelyeket kenéssel (2.18/b), telítéssel, vagy hab formájában visznek fel a kelmére és rögzítenek a textilszálakhoz, így azok maradandóan ott vannak, az ismételt mosást és a mechanikai igénybevételeket is elviselik. Salün F. és tsai. a PCM kapszulák kötőanyagainak hatásával foglalkozik. Felületkezelt 270g/m² pamut szöveten vizsgálja, hogy változik a hőkapacitása az idő függvényében különböző koncentrációban hozzáadott poliuretán kötőanyag használata során (Salaün F és tsai 2010).

Egy másik módszernél a PCM-et folyékony állapotban üreges szálak (pl. üreges vagy viszkózuszálak) belsejébe töltik (2.18/c). Ismét más módszer szerint a mikrokapszulákat belefonják a fonalba (2.18/d); melyre a legalkalmasabbnak a poliakrilnitril fonal bizonyult (Stegmaier és tsai 2000).



2.18. ábra: Mikrokapszulák elhelyezésének lehetőségei

(a: felépítése, b: a szövet felületén, c: a elemi szálban, d: a fonalba fonva)

A textília hőszabályozó képessége elsősorban a PCM anyagától és mennyiségétől függ. A különböző PCM anyagoknak más-más értékű az olvadáspontjuk, az olvadáshőjük vagy az időtartam indexük. Mindig a felhasználási cél határozza meg, hogy melyik anyag felel meg az adott körülményeknek. (Sanchez P. és tsai 2010)

Kelmékben lévő fázisváltó PCM anyagok hatása viszonylag rövid ideig tart, (20-30 perc), korzett alatt viselve tehát 12 órás viseletként nem tökéletes megoldás. Valójában működési mechanizmusát tekintve akkor hatékony, ha a korzett viselő hidegből meleg térbe (vagy melegebből hidegbe) megy, akkor késleltetve érzi az aktuális külső környezet hatását. Kutatási munkám során nem találtam más, ennél jobb hűtő-fűtő hatást eredményező intelligens kelmét.

PCM ruházatban való alkalmazása az Outlast Technologies Inc. révén jött létre. A fázis-váltó szálak, szövetek és bevonatok technológiájának kifejlesztését 1988-ban a NASA felkérésére valósították meg a US Space Program keretében. A vállalat által Thermocules® néven szabadalmaztatott fázis-váltó anyag kereskedelmi forgalomban is megtalálható. Legfőbb jellemzője az emberi test hőmérsékletének és nedvességének szabályozása a megfelelő komfort megteremtéséhez. Az Outlast® fonal egy mikrokapszulákkal kitöltött szintetikus fonal. Ezek felhasználhatóak szövött vagy kötött textília gyártásakor. Az Outlast® bevonat kötött, szövött vagy nemszött textíliára is felvihető. Különböző Outlast® márkanevű kötött kelmét kipróbálok korzett alatti viseletként kutatási munkámban.

2.6.4 Ruházatfiziológiai mérések

Ruházatfiziológiai mérések végezhetők élő alanyokon, különböző tevékenységek közben, valamint egy erre a célra fejlesztett termikus műemberen. (Magyar Z 2011, Nilsson O. 2004). A termikus műemberes vizsgálat során – különböző komfort körülmények mellett – az előre beállított testrészek szegmenseinek hőmérsékletét állandó értéken tartva, méri azt a fűtési teljesítményt, amely a megadott felületi hőmérséklet tartásához szükséges. Az élő emberes vizsgálatoknál ezzel szemben a testfelület hőmérséklete, valamint a test által leadott pára, valamint a szívritmus és a vérnyomásváltozás is mérhető. Ezen kívül a különböző tevékenységek közben a tesztszemély szubjektíven is értékelni tudja állapotát. A klímakamrás vizsgálatokat először Fanger végzett és átfogó tanulmányt készített minden testet befolyásoló tényezőről. Ezeket a vizsgálatokat mindig több személy bevonásával végzik el, mérik a szívritmus változását, a vérnyomást, a test külső /bőr/ és belső /mag/ hőmérsékletét, a bőr páratartalmát és szubjektív értékeléssel hőérzeti skálán számszerűsítik a komfortérzetet (Fanger P.O. 1970). Ezeket a vizsgálatokat az ember és a környezet ergonómiai kölcsönhatását főleg az olyan extrém magas és alacsony hőmérsékleteken viselt védőruházatoknál vizsgálják, ahol a túlhevülés, illetve a lehűlés veszélye fenyeget. Armstrong amerikai focisták védőöltözetének hőstressz okozta hatását vizsgálta klímakamrában, olyan sportolók bevonásával, akik min. 3 éve aktívan részt vesznek egyetemi bajnokságokban. A sportolók átlagéletkora 23 év, átlagos testmagassága 186 cm, testsúlya 117 kg. Cikkében 10 sportoló 3 féle öltözetben (csak aláöltözetben, aláöltözetben és védőfelszerelést alkalmazva (sisak és mellvédő nélkül) mezben, valamint teljes védőfelszerelésben) 40°C-os klímakamrában végezett kísérleteket. A tesztszemélyek 10 percig 20 kg-os súlyt emeltek, 10 perc ülés után 40 perc 5,6 km/órás

sebességgel 5%-os emelkedőn gyalogoltak, miközben mérték a sportolók mag és bőr hőmérsékletét valamint véroxigén szintjét. A tesztsubjektumok teljes védőfelszerelésben átlagosan 36 percet, fél védőöltözetben 43, alsóruhában 51 percet bírtak ki a klímakamrában. A cikkben a szerző arra a megállapításra jut, hogy a sisak és a mellvédő nélkül kevesebb hőstressz okozta baleset fordulna elő, illetve ezen védőfelszerelések kialakításán kellene változtatni. (Armstrong L.E. 2009). Fogarty cikkében az ausztrál katonák harci egyenruhájuk (75%pamut, 25% poliészter) alatt viselt, 100% pamutból és 100% poliészterből készített szűk aláöltözetének hatását tesztelte a kétféle aláöltözetrel és aláöltözet nélkül. A kísérletben 9 fő 23 éves, átlagosan 184 cm magas és 82 kg testsúlyú katona vett részt. A vizsgálat programja: 40 °C-os klímakamrában 10 perc akklimatizálódás után 2 perc gyaloglás 6 km/h sebességgel, 4 perc futás 10 km/h sebességgel összesen 40 perc időtartamban. A kutatás során a szerző megállapítja a bőr nedvességtartalmát, a ruha komfortérzetét, és fiziológiai hőérzet mutatói alapján, hogy a poliészterből készült aláöltözet kevésbé támogatja a test által termelt hő és nedvesség elvezetését (Fogarty A. L. 2009). A cikk nem tesz említést a poliészterből készült póló fonal és kelmeszerkezetére vonatkozóan.

2.6.5 Helyzetkép a kereskedelemben kapható alsóruházati termékekről

A kereskedelemben kapható pólók nem követik kellően a test vonalát, ezáltal a korzett alatt gyűrődések képződnek, melyek tartós bőrirritációt okozhatnak.

A köznapi pamut pólók mellett, sportruházat céljára kapható sokféle speciális, innovatív formai kialakítású és funkcionális alapanyagú póló és fehérnemű is alkalmas lehet korzett alatti viseletre. Tapasztalataim szerint azonban, ezek nem felelnek meg a korzett alatti viselés követelményeinek, mert:

- jellemzően sok szabásvonallal oldják meg a pólók test vonalát követő formáját, melyek díszítésként is szolgálnak,
- a varratok nem minden esetben átlapoltak, így a varrásszélességek benyomódnak korzett alatt a bőrbe,
- a pólók konstrukciója a korzettet viselők szempontjából nem megfelelő módon követi a test vonalát és többnyire oldalvarrással készülnek,
- sok korzettet viselő számára, a hónaljra keresztül húzódó szabásvonal kifejezetten irritáló,
- varrat nélküli, kötéssel formázott pólók is kaphatók, de ezek kötésmintái benyomódnak a bőrbe, és mivel az ujj bevarrást nem tudják kötéssel kialakítani, a hónaljvonalon varrással van rögzítve az ujj és a testrész.
- a funkcionális anyagokból készült, divatos sportruházati termékek magasabb árfekvésűek,
- a sportolók számára fejlesztett speciális nedvességelvezető anyagok nem felelnek meg korzett alatti viseletnek, hiszen a korzett a test nagy részét lefedi, így nem tudja a test által leadott nedvességet elpárologni.

A III. számú mellékletben bemutatok néhány fotót, főleg sportolóknak fejlesztett alöltözetekről (a teljesség igénye nélkül), melyeken láthatók a fent említett problémák.

2.6.6 Az áttekintett szakirodalom kritikus értékelése, dolgozat célja

A korzett kialakítása meghatározott séma alapján az ortopédtechnikus feladata. Anyagára vonatkozóan a Gerincőr projektben kutatásokat végeztek, de nehéz összehangolni az ár-érték arányt, valamint a megfelelő szilárdsági tulajdonságokat. Kutatási munkámban a jelenleg használatos 2.4.2-es fejezetben bemutatott PE-HWST anyaggal végzek kísérleteket és a Chéneau-korzettet kísérlelem meg hordhatóbbá tenni. Ez a korzett típus az egyik leggyakrabban alkalmazott, legzártabb, komfortérzet alapján a legkellemetlenebb viselet. A merev, páncélszerű korzett egyrészt mechanikailag hat viselőjére – behatárolja a felsőtest mozgását, nem lehet benne lehajolni és a jobbra-balra fordulás is korlátozott – másrészt jelentősen befolyásolja viselője fiziológiai komfortját. Az alatta viselt fehérneművel kapcsolatos problémák két fő csoportba sorolhatók:

- Az egyik problémakör a ruházat fiziológiai szempontjából fontos. A ruházat legfontosabb tulajdonságai a hőszigetelés, a légáteresztő képesség, ill. nedvesség felszívásával kapcsolatos tulajdonságok, melyek alapvetően befolyásolják az ember hőszabályozását. Probléma azonban, hogy ugyanezek a mutatók, korzett viselése esetén, jelentősen megváltoznak.
- A másik probléma fehérneműk testre illeszkedésével, illetve nem illeszkedésével és a mechanikai irritációval kapcsolatos. Kutatási munkámban azt vizsgálom, hogy a problémák speciális anyagú, szabászati megoldású és technológiai kivitelezésű pólók kifejlesztésével milyen mértékben csökkenthetők.

Irodalomkutatásom alapján megfigyeltem, hogy egyes korzettek bizonyos részekben, vagy teljes egészében perforációval vannak ellátva. Arra azonban nem találtam irodalmat, hogy a furatok elhelyezésénél milyen szempontokat vesznek figyelembe, és ez milyen hatással van a viselési komfortra. A korzett fiziológiai hatására vonatkozóan Katz és tsai Amerikában végeztek kísérletet 126 fő, Boston típusú korzettet viselő felnőtt bevonásával. A korzetre elhelyezett szenzorral mérték a korzett hőmérsékletét, és vizsgálták, hogy mennyi ideig viselik a betegek naponta, ezáltal hogy változik a gerincgörcsük. A szenzorral felszerelt korzettben a tesztszemélyek élték mindennapjaikat, de a cikk a hőkomfortra vonatkozóan egy személy 5 napra vonatkozó diagramját közli, és a viselési idő függvényében a gerinc progressziójának változására koncentrálnak. (Katz D.E. és tsai 2010)

Az ember fiziológiai komfortérzetére vonatkozóan az épületgépészek alkalmaznak összetett hőkomfort számításokat, hogy megvizsgálják, miként hat a külső környezet az emberre és szubjektív értékelések alapján számszerűsítik a hőérzetet.

Az új fejlesztésű funkcionális és intelligens textíliák közül azokat gyűjtöttem össze és mutattam be melyeket termofiziológiai komfort szempontjából alsóruházati terméknek megfelelőnek tartok, és feltételezem, hogy korzett alatti öltözetek kialakíthatók belőlük.

A korzett hatásának orvosi vonatkozásairól, hatékonyságának elemzéséről sok orvosi tanulmányt készítettek, de ruházatfiziológiai hatásának vizsgálatával még nem foglalkozott senki. Irodalomkutatásom során nem találtam olyan irodalmat, amely a korzett alatti öltözetek kialakításával foglalkozna. Sehol nem találtam utalást arra, hogy milyen típusú alsóruházatot javasolnak korzett alá.

Az irodalmi áttekintés alapján dolgozatomban a következő célokat tűztem ki:

1. Irodalomkutatásom alapján a funkcionális és intelligens kelmék azon tulajdonságainak vizsgálata, melyek hatással vannak, illetve közvetlenül szerepet játszanak a termofiziológiai komfort kialakulásában. A vizsgálatok alapján a kelmék rangsorolása.
2. *Előzetes tesztelés alapján olyan, kellően rugalmas kelmék kiválasztása, melyekből a speciális viseletet elkészíthető úgy, hogy megfeleljen a korzettet viselők igényeinek.* A kelmék húzó vizsgálata alapján, egy olyan méretezési eljárás kidolgozása, melynek segítségével a különböző nyúlású anyagokhoz az alsórukesztési érték meghatározható. Ezzel az értékkel módosítható a szabásminta mérete az eltérő nyúlású kelmékhez igazítva. A vizsgálatok és a pólók viselési próbájának célja, hogy a kelmék nyúlásától függetlenül ugyanolyan kompressziós erővel szorítsák a testet, így a pólók nem gyűrődnek, nem csúsznak fel a korzett alatt.
3. A komfortérzet javítása céljából a korzettanyag perforálása (sík lap formában). A furatok méretének, arányának, elhelyezésének megtervezése, és 3 pontos hajlító vizsgálattal a korzett anyag hajlítószilárdság változásának meghatározása, valamint szimulációs program segítségével a legmegfelelőbb furat variációk kiválasztása.
4. A korzettet viselők igényeinek felmérése alapján 5 féle kelméből póló prototípus készítése és további tesztelése. A pólót viselő tesztszemélyek véleménye alapján a korzett alatti öltözet végső formáinak kialakítása, valamint olyan takaró huzatot készítése a korzettre, mely levehető és mosható.
5. A test – póló – korzett – külső környezet kölcsönhatásának vizsgálata klímakamrában, 3 különböző hőmérsékleten 3 különböző anyagösszetételű pólóban. A tesztszemély testtömegének, bőrfelület hőmérsékletének és páratartalmának változása alapján annak vizsgálata, hogy a furatokkal ellátott korzett pozitív hatással van viselője komfortérzetére.
6. A korzettet viselők fiziológiai érzését befolyásolja a pólók alapanyaga. Az anyagvizsgálat során kialakult rangsor, a korzett viselők szubjektív értékelése, valamint a klímakamrás vizsgálatok alapján a megfelelő anyag(ok) kiválasztása korzett alatti viselethez.

3 A felhasznált anyagok tulajdonságai

A korzett alatt viselhető fehérnemű anyagának optimális megválasztása kutatásaim egyik legfontosabb célja. A kutatási munkámat megelőzően részt vettem a Felina Hungária Kft megbízásából egy projektben, melyben különböző funkcionális kelméket vizsgáltunk. Ezekből a kelmékből készült pólókat előzetesen lehetőségem volt viselés (különböző sporttevékenységek) közben tesztelni, és kiválasztani közülük azokat, melyek korzett alatti viseletnek is megfelelnek. (Bódi 2009) Tapasztalataim alapján a további vizsgálataimhoz a hagyományos fehérnemű alapanyagok, mint a pamut és a poliészter mellett az irodalomkutatásban bemutatott különleges tulajdonságokkal rendelkező, funkcionális Coolmax és több féle halmazállapot váltó (PCM) kapszulát tartalmazó Outlast márkanévű alapanyagot választottam. Ezek között vannak olyanok, amelyek összetételüknek köszönhetően, vagy kikészítésük eredményeképpen segítik az egészség megővését és az életminőség javítását.

3.1 A vizsgálati kelmék kiválasztásának szempontjai

Az anyagok azon tulajdonságait vizsgálom, melyek alapján meg határozható, hogy a lehetséges kelmék közül melyek felelnek meg legjobban a korzett alatti viselés követelményeinek. A kiválasztott kelmék (3.1 táblázat) anyagösszetételében a Coolmax kivételével mindegyik kelmében megtalálható az elasztán, az alakra illőség elősegítése érdekében. A pamut és poliészter kelmék olcsó árfekvésük miatt, és összehasonlítási alapként kerültek be a kiválasztott anyagok közé. A Coolmax egy laza szerkezetű, négycsatornás szálképzési technológiával előállított szálakból képzett funkcionális kelme, antibakteriális kikészítéssel. Az Outlast márkanévű OU White, OU Fraser, OU Black elnevezésű kelmék különböző alapanyag összetételű, PCM kapszulákat tartalmazó kelmék. Az OU Shirt elnevezésű, egy kereskedelembe vásárolt konfekcionált póló. A korzett alatti viselés szempontjából a ruházat alapanyagának legfontosabb tulajdonságai a nedvességfelvevő és felszívó képesség, a légáteresztő képesség, a koptatással szembeni ellenállás és a húzó igénybevétel hatására mutatott viselkedés. Ezeket a vizsgálatokat az Óbudai Egyetem Textilvizsgáló Laboratóriumában végeztem.

Dolgozatomban a kelmék következő tulajdonságait vizsgáltam:

- a vízfelvevő képességüket,
- a vízfelszívó képességüket,
- a légáteresztő-képességüket,
- a kopásállóságukat,
- szilárdsági és rugalmas tulajdonságaikat.

A textilvizsgálatok során az előkészített mintákat az MSZ 10800 szabvány szerint kell szabványos légkörben kondicionálni. Az általam végzett mérések során szabványos körülmények nem voltak biztosíthatók. Az előkészített mintákat minden vizsgálat előtt szobahőmérsékletű teremben 24 óráig kondicionáltam. Egy-egy kelméből úgy vágtam ki a vizsgálati mintákat, hogy különböző palca és sorirányú fonalakat tartalmazó helyekről

származzanak. Minden vizsgálatot 3-3 sor és pálcirányú próbasávon végeztem. Az anyagvizsgálatok eredményeit mutatom be ebben a fejezetben. A kutatási munkámban felhasznált anyagokat a 3.1-es táblázat tartalmazza.

Sor-szám	Kelme neve	Kereskedelmi megnevezés	Anyag-összetétel	PCM kapszula olvadási pontja [°C]	PCM kapszula tárolási kapacitása [J/g]	Területi sűrűség [g/m ²]	Vastagság [mm]	Kelme-szerkezet
1	Cotton	Pamut	97% pamut, 3% elasztán	-	-	242	0,64	egy szín-oldalas kötés
2	PES	Poliészter	97% PES 3% elasztán	-	-	206	0,52	egy szín-oldalas kötés
3	Coolmax	Coolmax Fpesh FX 70400	100% PES Coolmax	-	-	168	0,73	overnit svájci piké kötés
4	OU White	Outlast White OE55782	66% pamut, 28% viszkóz 6% elasztán PCM kapszulákkal	24-27	> 2,5	198	0,64	egy szín-oldalas kötés
5	OU Fraser	Outlast Fraser OE09PJ COS89	95% pamut, 5% elasztán PCM kapszulákkal	26-30	> 6	146	0,55	egy szín-oldalas kötés, felületkezel
6	OU Black	Outlast Black OE55783	66% lyocell, 28%viszkóz, 6% elasztán PCM kapszulákkal	24-27	> 2,5	175	0,56	egy szín-oldalas kötés
7	OU Shirt	Outlast Climastar	59% PES (Trevira 350 bioaktív), 39% viszkóz, 2% elasztán PCM kapszulákkal	nincs adat	nincs adat	192	0,68	bordás kötés

3.1. táblázat: A vizsgált kelmék alapadatai

Az 3.1-es táblázatban szereplő 1-6. sorszámú kelmékből alsóruházati termékeket készítettem (4. fejezet), 7. sorszámú kelme néhány kereskedelembe vásárolt pólókból származik. Minden vizsgálat végén meghatározom a pólóanyagok adott vizsgálathoz tartozó sorrendjét. Mivel egy egyszerű sorrendi skálával nem lehet megfelelően rangsorolni a mért értékeket, a vizsgálati eredmények sorrendjét egy relatív skálával határozom meg, amely statisztikai szempontból jobban tükrözi a valós eredményeket. Minden mérésnél a legjobb eredményt 100-nak tekintve adom meg a relatív mérési értékeket, melyek alapján a kelmék tulajdonságai összehasonlíthatók.

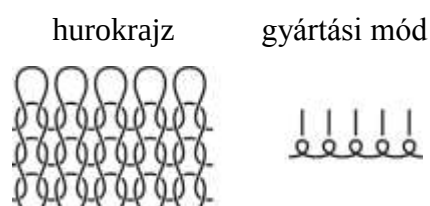
A dolgozat további részében az 3.1-es táblázat második oszlopában lévő megnevezéseket használom a kelmék beazonosítására. Az OU jelzésű kelmék PCM kapszulákat tartalmazó intelligens anyagok.

3.2 A kelmék technológiai kötismódjára vonatkozó jellemzők

A választott anyagok kivétel nélkül vetülékrendszerű, körkötött kelmék. Jellemzőjük, hogy egyetlen fonalból elkészíthető és egy szemsorban egy adott fonalból képződő szemek merőlegesen helyezkednek el. A kötött kelmében a fonalak szemeket alkotnak és a szemek egymáshoz kapcsolódásával jön létre a lapszerű termék. A kelme tulajdonságai határozzák meg a felhasználási területeket. A kelmetulajdonság függ a felhasznált fonal alapanyagától, lineáris sűrűségétől, a fonal jellemző tulajdonságaitól, a kötismódtól, a kelme szerkezetétől, valamint az alkalmazott kikészítési eljárástól.

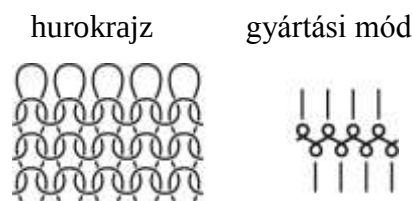
Egy színoldalas kötismű kelmék jellemzői (Jederán és tsai 1979):

- a szemfutási hajlam,
- a kelmeszélek sodródnak,
- mindkét irányban nagy a nyúlása,
- a kelme szín és fonákoldali képe különböző. (3.1 ábra)



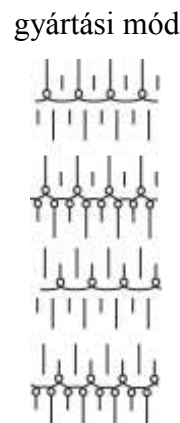
3.1. ábra: Egy színoldalas kötismű kelme hurokrajza és gyártási módja (Jederán és tsai 1979)

Bordás kötismű kelmék jellemzői, hogy szemfutási hajlamuk közepes, a kelme szélei nem sodródnak, szemsor irányú nyúlása, rugalmassága lényegesen nagyobb, mint a szemoszlop irányú, a kötismű felületét mindkét oldalon azonos szemoszlop irányú bordázottság jellemzi, a kelme szín és fonák oldala között nincs különbség. (3.2 ábra)



3.2. ábra: Bordás kötismű kelme hurokrajza és gyártási módja (Jederán és tsai (1979)

Overnit svájci piké kötisműre jellemző, hogy a kötisműszerkezetenél a kelme színoldala tetszetős felületet eredményez, ezen túlmenően a kelmék sor- és szemoszlop irányú nyúlása lecsökken. Mindkét irányban jó mérettartó, kis rugalmasságú kelme, szín és fonákoldali képe különböző. (3.3 ábra)



3.3 ábra: Overnit svájci piké kelme gyártási módja (Jederán és tsai (1979)

3.3 Kelmék vízfelvevő és vízfelszívó képességének vizsgálata

A textilanyagok vízfelszívó és vízfelvevő képessége a fiziológiai és viselési tulajdonságok egyik legfontosabb összetevője. A textíliák nedvességfelvétele szorosan összefügg az alapanyagukkal, fonalszerkezetükkel, valamint kötésmódjukkal. A szálanyagok vízfelvétele attól függ, hogy milyen a textíliában lévő molekulák kémiai felépítése, fizikai elrendezése, geometriai elhelyezkedése, valamint a hidrofil csoportok száma és hozzáférhetősége (Gyimesi 1968). A vízfelvevő és vízfelszívó képesség mérését az MSZ 93/9-85-ös szabvány alapján végeztem.

A vízfelvevő képesség meghatározása bemerítéssel

A vízfelvevő képesség a kelmének az a tulajdonsága, hogy a kelme vízbe merítve bizonyos idő alatt bizonyos mennyiségű vizet magába szív és szerkezetében megkötve tart.

Mintavétel, minták előkészítése:

Minden kelméből 3 vizsgálati mintát szabtam ki. Vizsgálati minták mérete: 100x100 mm²
A vízfelvevő képesség elvégzéséhez szükséges *eszköz bemutatását* a IV/a. mellékletben közlöm.

A vizsgálat menete:

A vízfelvevő képesség vizsgálata során a kelmét 20 percre 20°C-os vízbe merítettem úgy, hogy a kelme ne érintkezzen az edény egyik falával sem, és legalább 50 mm-rel legyen a víz szintje alatt. A vizsgálatához süllyesztőhorgot és 100 g-os nehezéket alkalmaztam. Ezután a vizsgálati mintát itatóspapírok között 1 kg tömegű henger segítségével szikkasztottam. Azt mértem, hogy a kelme a vizsgálat során mennyi vizet képes magába szívni és szerkezetében megkötve tartani.

A felvett víz mennyiségének meghatározása száraz tömegre vonatkoztatva:

$$m_a = m_2 - m_1 \text{ [g]} \quad (3.1)$$

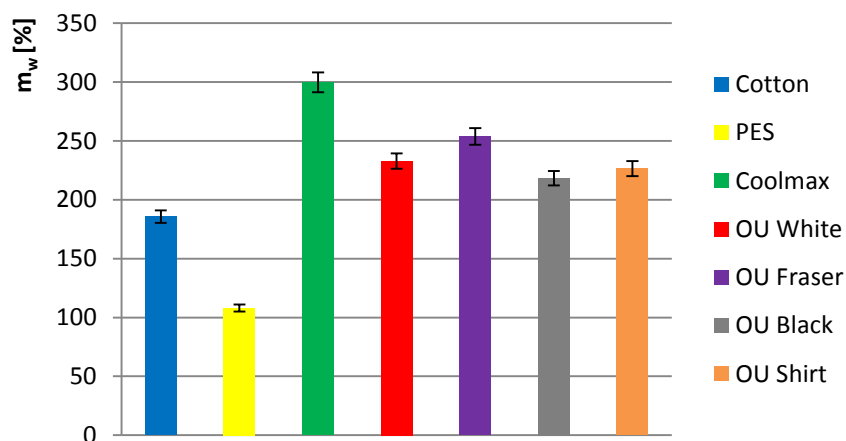
$$m_w = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (3.2)$$

ahol:

m_a	a vizsgálati minta abszolút vízfelvevő képessége [g]
m_w	a vizsgálati minta relatív vízfelvevő képessége [%]
m_1	a vizsgálati minta vizsgálat előtti tömege [g]
m_2	a vizsgálati minta vizsgálat utáni tömege [g]

A vizsgálat eredményeinek értékelése:

A vizsgált anyagok vízfelvevő képességét jellemző adatokat a 3.4-es ábra szemlélteti. A mért eredményeket a IV/b. mellékletben közlöm.



3.4. ábra: Kelmék relatív vízfelvevő képessége

A száraz tömegre vonatkoztatott relatív vízfelvételnél jól látszik, hogy a Cotton anyag nem egészen a saját tömegének 186%-át, a Coolmax 300%-át, a többi PCM-es kelme is több mint a saját tömegének dupláját képes felszívni és magába tartani. A PES anyagnak a legrosszabb a vízfelvevő képessége, 108%. A Coolmax márkanévű alapanyag elemi szálának speciális szálhúzási technikája és a kötésmódja teszi lehetővé a nagy vízfelvevő képességét. Ezt az értéket 100%-nak véve a kelmék relatív vízfelvevő képességének sorrendje látható a 3.2-es táblázatban.

Textiliák megnevezése	m_w [%]	Kelmék sorrendjének relatív értéke [%]
Cotton	186	61,9
PES	108	36,0
Coolmax	300	100,0
OU White	233	77,7
OU Fraser	254	84,7
OU Black	218	72,9
OU Shirt	226	75,6

3.2. táblázat: Kelmék relatív vízfelvevő képességének sorrendje

A vízfelszívó képesség meghatározása

A vízfelszívó képesség a kelmének az a tulajdonsága, hogy a kelme szélét adott ideig vízbe merítve a kelme a vízbe nem merített részébe bizonyos mennyiségű vizet szív magába.

Mintavétel, minták előkészítése:

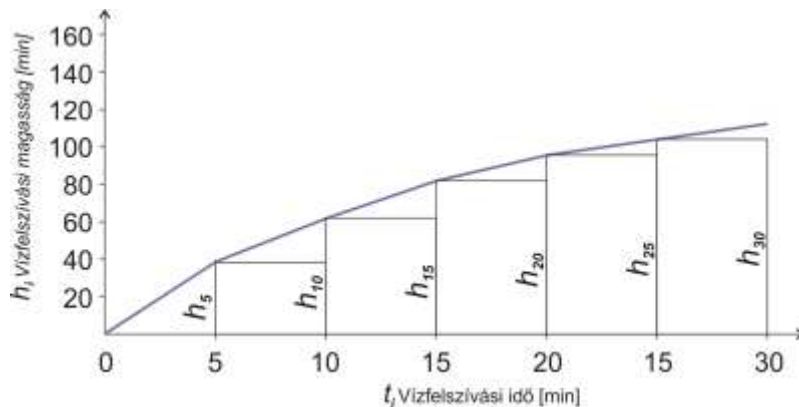
A kelmékből 3 sorirányú és 3 pálcirányú, 250 mm hosszúságú és 20 mm szélességű vizsgálati mintát szabtam ki.

A vízfelszívó képesség elvégzéséhez szükséges *eszköz bemutatását* a V/a. sz. mellékletben közlöm.

A vizsgálat menete:

A vízfelszívó képesség vizsgálata során a függőlegesen felfüggesztett és 0,1 g súllyal előfeszített sor és pálcirányban kiszabott próbasávok alsó végét 10 mm mélyen vízzel teli tartályba süllyesztettem, majd a bemerítés pillanatától számítva 5 percenként lemértem a próbasáv átnedvesedett részének vízszint feletti magasságát, vagyis a felszívódási magasságot.

Az átlagos vízfelszívási magasságát a 3.5-ös ábra alapján a görbe alatti területtel határozom meg.



3.5. ábra: Átlagos vízfelszívási magasság

Görbe alatti terület:

$$T = \frac{5h_5}{2} + 5h_5 + 5\frac{h_{10}-h_5}{2} + 5h_{10} + 5\frac{h_{15}-h_{10}}{2} + 5h_{15} + 5\frac{h_{20}-h_{15}}{2} + h_{20} + 5\frac{h_{25}-h_{20}}{2} + 5h_{25} + 5\frac{h_{30}-h_{25}}{2} = 5\left(h_5 + h_{10} + h_{15} + h_{20} + h_{25} + \frac{h_{30}}{2}\right) \quad (3.3)$$

Az átlagos vízfelszívási magasság 30 perc alatt:

$$\bar{h}_w = \frac{T}{30} [mm] \quad (3.4)$$

A 3.3-as képletet behelyettesítve a 3.4-be:

$$\bar{h}_w = \frac{1}{6}(h_5 + h_{10} + h_{15} + h_{20} + h_{25} + \frac{h_{30}}{2})[\text{mm}] \quad (3.5)$$

A vízfelszívási sebesség:

$$v = \frac{h_w}{i} \left[\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right] \quad (3.6)$$

A vízfelszívás átlagos sebessége 30 perc alatt:

$$\bar{v} = \frac{\bar{h}_w}{30} \left[\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right] \quad (3.7)$$

ahol:

T görbe alatti terület [$\text{mm} \cdot \text{min}$]

h_i vízfelszívási magasság i perc vizsgálat után [mm]

i 5;10;15;20;25;30 [min]

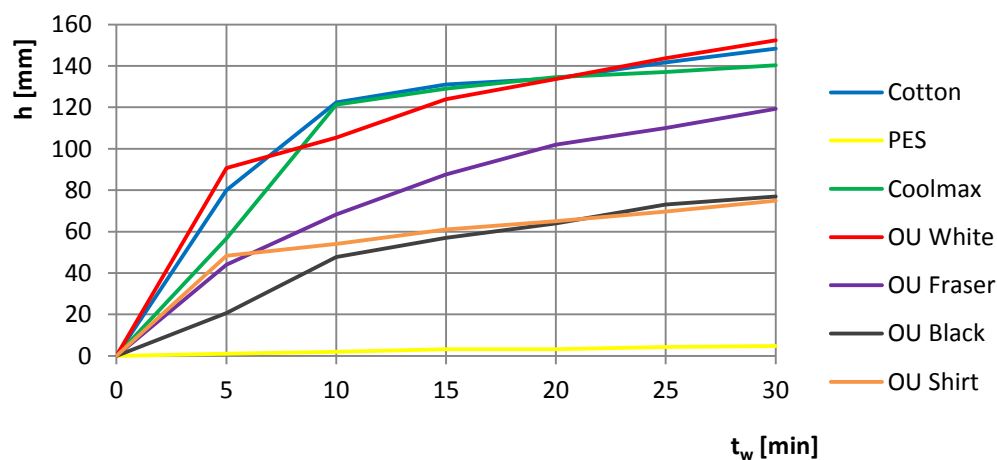
$\bar{h}_w$ átlagos vízfelszívási magasság [mm]

v vízfelszívási sebesség $\left[\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right]$

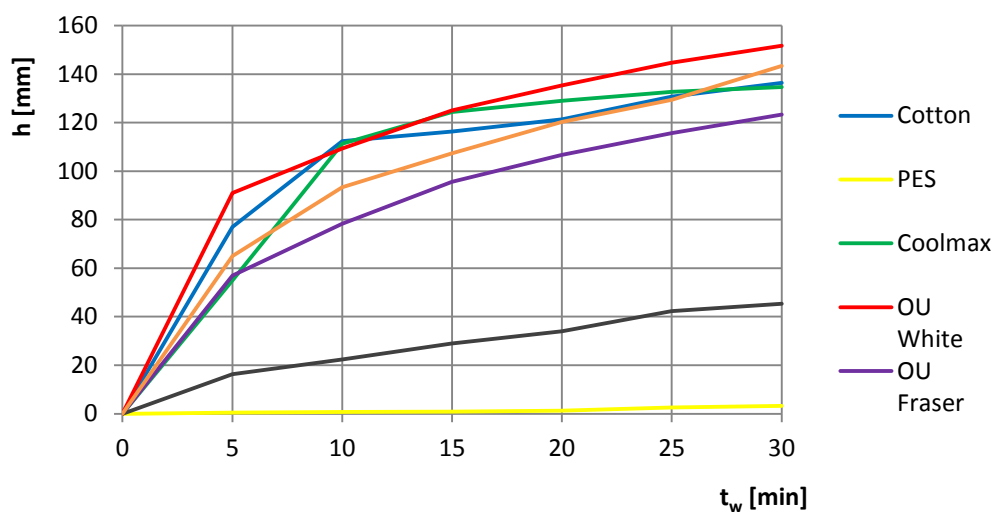
t_w vízfelszívási idő [min]

A vizsgálat eredményeinek értékelése:

A vízfelszívás magasságát az idő függvényében sorirányban a 3.6-os, pálcirányban a 3.7-es ábra szemlélteti. A mérési eredményeket az V/b. számú mellékletben közlöm.



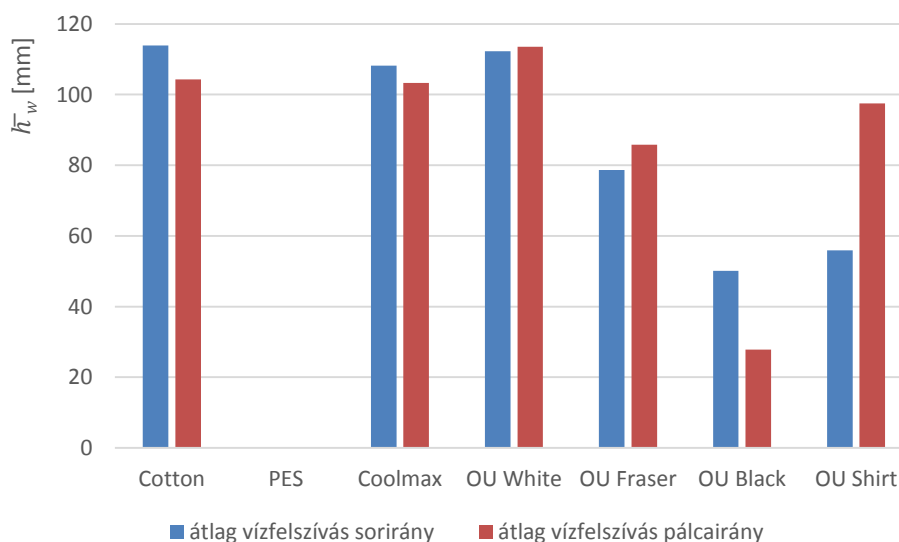
3.6. ábra: Vizsgált kelmék sorirányú vízfelszívása



3.7. ábra: Vizsgált kelmék pálcirányú vízfelszívása

A 3.6, 3.7 ábrákon látható, hogy az anyagok többsége az összes felszívott víz mennyiségének a legnagyobb részét az első 5 percen szívta fel. Kivételt képez a PES jelölésű kelme, mivel annak nem volt mérhető vízfelszívása.

Az átlagos vízfelszívási magasságot sor és pálcirányban a 3.8-as ábra szemlélteti.



3.8. ábra: Átlagos vízfelszívási magasság sor és pálcirányban

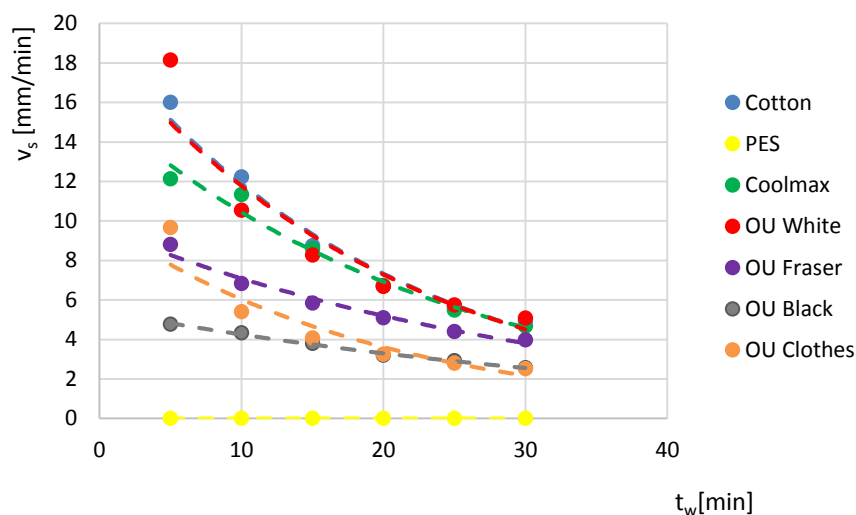
A PES anyagnál a vízfelszívás értéke nulla, ezért nem látszik a diagramon. Az átlagos vízfelszívás magasság értékeinél látható, hogy jellemzően a sorirányban kivágott kelméknél volt nagyobb a vízfelszívás magassága, kivételt képez az OU Fraser és az OU Shirt kelme. Az OU Black és OU Shirt anyagnál jelentős különbség van a pálcirány- és sorirányú vízfelszívás között.

irányú mérések eredményeiben, ami kötött kelme szerkezetével és a vízfelszívást befolyásoló kapillárisokkal van összefüggésben.

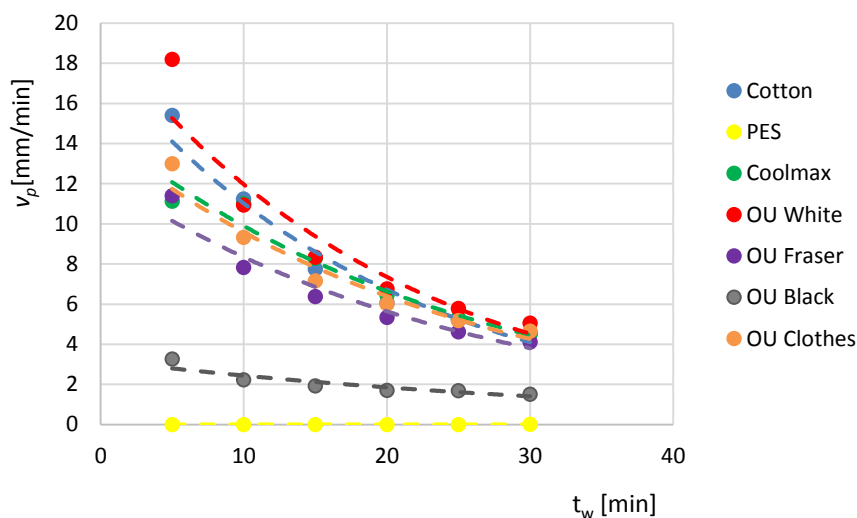
A vízfelszívási sebesség jól jellemzi az anyagok vízzel kapcsolatos ruházatzápfiziológiai viselkedését. A vízfelszívási sebesség tekintetében az OU White és a Cotton elnevezésű anyagnak volt a legnagyobb a kezdeti vízfelszívási sebessége, sor és pálcirányban egyaránt, ami mindkét anyag jelentős pamut tartalmának, a legnagyobb vastagságának és területi sűrűségének köszönhető. Az OU Fraser, viszont, a 95%-os pamut tartalma ellenére a vízfelszívás sebességében és magasságában is lemarad a pamut összetételű anyagoktól, amelynek feltételezhetően a PCM-es felületi kikészítés lehet az oka. A Coolmax anyagnál azonban meglepő az eredmény, mert a hagyományos szerkezetű PES anyaghoz viszonyítva, de még a pamut és regenerált cellulóz tartalmú anyagokhoz képest is kiemelkedő a vízfelszívó képessége. A Coolmax kelme szerkezeti felépítésének és speciális szálképzési technológiájának köszönheti jó nedvszívó tulajdonságát.

Az OU Black jelű anyag, amely két féle előállítású regenerált cellulózból a Lyocellből és a viszkóz keverékéből készült, kevés vizet szívott magába, ami szintén a PCM kapszulák miatt lehetséges.

A kelmék sor és pálcirányú vízfelszívási sebességét a 3.9 és 3.10. ábra mutatja.



3.9. ábra: Kelmék vízfelszívási sebessége sorirányban



3.10. ábra: Kelmék vízfelszívási sebessége pálcirányban

A vizsgált kelmék sor és pálcirányú vízfelszívási sebessége és magassága között nincs szignifikáns eltérés, kivételt képez ez alól az OU Shirt jelű kelme, melynek a bordás kötésű kelmeszerkezete miatt látszik nagy különbség.

A korzett alatti viselet szempontjából az rendkívül kellemetlen, ha az alatta lévő kelme nem szívja fel a vizet, mivel a pára a bőrfelületen marad, és ez gombásodáshoz és egyéb bőrbetegségek kialakulásához vezethet. Ha a korzett alatt viselt póló felszívja a nedvességet és a vízfelszívás sebessége gyors, hamar átnedvesedik a póló, ami szintén kellemetlen, mivel a korzett alatt nem tud kiszáradni. A korzettet viselők ezért meleg időjárási körülmények között naponta többször cserélik pólójukat. Feltételezem, hogy az a kelme jobb komfortérzetet nyújt, amelynek a vízfelszívási sebessége lassú, így a pólócserék számát csökkenteni lehet.

30 perc alatt az átlagos vízfelszívás sebességet a 3.7-es képlet alapján számoltam ki külön sor és pálcirányban.

$$\bar{v}_{sp} = \frac{\bar{v}_{sor} + \bar{v}_{pálca}}{2} \left[\frac{mm}{min} \right] \quad (3.8)$$

A kelmék összehasonlításához a sor és pálcirányú vízfelszívás sebesség értékeinek átlagát a 3.8-as képlet alapján számoltam ki, és 3.3-as táblázatban közlöm, amely a kelmék relatív sorrendjének meghatározásához szükséges.

Anyag	átlag vízfelszívás sebesség v [mm/min]		v _{sp} [mm/min]	Kelmék sorrendjének relatív értéke [%]
	sorirány	pálcairány		
Cotton	3,8	3,5	3,6	96,8
PES	0,0	0,0	0,0	0,0
Coolmax	3,6	3,4	3,5	93,6
OU White	3,7	3,8	3,8	100,0
OU Fraser	2,6	2,9	2,7	72,9
OU Black	1,7	0,9	1,3	34,6
OU Shirt	1,9	3,3	2,6	68,0

3.2. táblázat: Kelmék összehasonlítása vízfelszívó képességük alapján

3.4 Kelmék légáteresztő képességének vizsgálata

A *légáteresztő képesség* a kelme két oldala között, 1 m² területegységén, ruházati termékeknél 10 vízoszlop mm légnyomáskülönbség hatására 1 másodperc alatt a kelme pórusain áthaladó levegőmennyiség literben kifejezett értéke. (Gyimesi 1968)

Vizsgálati minták előkészítése:

A vizsgálati mintának olyan méretűnek kell lennie, hogy a légáteresztést mérő készülék kör alakú mérőnyílása alá gyűrődés nélkül befogható legyen.

Vizsgálati berendezés beumtatása:

A légáteresztő képesség vizsgálatát, a Metefém FF-12 7236-038 rotaméteres légáteresztés vizsgáló készülékkel végeztem, a MSZ 101/ 8-85 szabvány előírásai alapján 10 vízoszlop mm légnyomás különbség mellett.

Vizsgálat menete:

A mérési helyeket a kelmék különböző részén átlós irányban úgy jelöltem ki, hogy különböző sor és pálcailrányú fonalakat tartalmazzon. A vizsgálatot mintánként 5 helyen végeztem el. A rotaméteres légmennyiségmérő manométerének 0-ra állítása után, a vizsgálati mintát színoldallal felfelé kisimítva a készülék szívónyílására helyeztem és a légmennyiség mérő skálájáról leolvastam az értéket.

A légáteresztő képesség számítása:

$$Q = \frac{q}{A \cdot t} \left[\frac{dm^3}{m^2 \cdot s} \right] \quad (3.9)$$

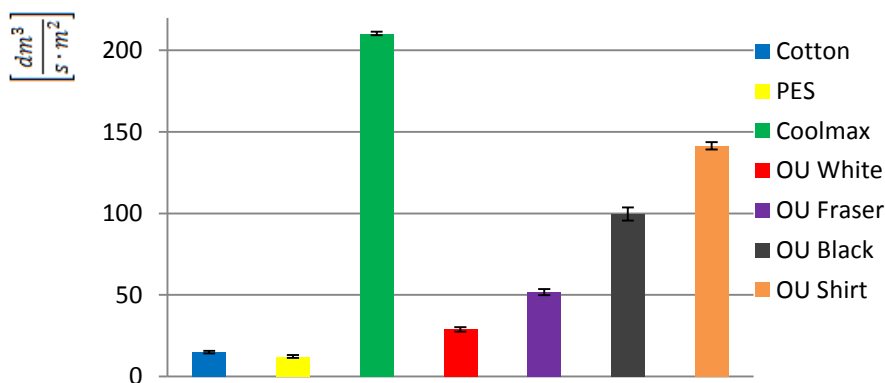
ahol:

Q	1 m ² területre eső, 1 másodperc alatt áthaladó levegő mennyisége	$\left[\frac{dm^3}{m^2 \cdot s} \right]$
q	az előírt légnyomáskülönbségnél, az időegység alatt áthaladó légmennyiség (leolvasott érték)	[dm ³ /h]
d	mérőfej átmérője=3,7cm=0,037 m	[m]
A	vizsgált kelmeterület, (mérőfej keresztmetszete)= 0,00107m ²	[m ²]
t	a q légmennyiség áthaladásához szükséges időtartam 1h=3600s	[s]

A vizsgálat eredményeinek értékelése:

A mérési értékeket és a 3.9-es képlet alapján számolt eredményeket a VI. számú mellékletben közlöm.

A kelmék légáteresztő képességét a 3.11-es ábra szemlélteti.



3.11. ábra: Anyagok légáteresztő képessége

Az eredményekből jól látszik, hogy a kelmeszerkezet befolyásolja a légáteresztést. A Coolmax kelme kötősszerkezetének kapilláris karaktere miatt kiemelkedően nagy légáteresztő képességgel bír. Az OU Shirt kelme bordás kötőssel készült, amely a légáteresztés szempontjából előnyös. A többi kelme egyfalas szerkezetű, amelyek közül legjobb az OU Black, pedig az OU Fraser vékonyabb, és területi sűrűsége is kisebb. Ennek oka lehet, hogy az OU Fraser anyag felületkezeléssel, az OU Black pedig fonalszerkezetében mikrokapszulázott. Légáteresztő képesség tekintetében a sor végén a Cotton és a PES jelű kelme áll, ezek ugyanis a vizsgált kelmék közül a legvastagabbak és legnagyobb a területi sűrűségük. A kelmék légáteresztő képességének sorrendjét a 3.4-es táblázat foglalja össze.

Anyag	$Q \left[\frac{dm^3}{m^2 \cdot s} \right]$	Kelmék sorrendjének relatív értéke [%]
Cotton	14,8	7,1
PES	12,2	5,8
Coolmax	210,3	100,0
OU White	28,9	13,7
OU Fraser	51,7	24,6
OU Black	99,6	47,3
OU Shirt	141,4	67,2

3.3. táblázat: Kelmék légáteresztő képességének értékei és sorrendje

3.5 Kelmék szilárdsági vizsgálata

Az alapanyagok szilárdsági tulajdonságainak meghatározásához koptatási, és húzó vizsgálatokat végeztem. A koptatási vizsgálat azért szükséges, mert a korzett és a póló súrlódik egymáson, ami a kelmék felületi sérüléséhez, kopásához vezethet. A kelmék szakítószilárdságának meghatározására azért van szükség, mert a póló fel- és levételkor erős húzóigénybevételnek van kitéve, valamint a kelmék nyúlás értékei alapján meghatározható a pólók konstrukciójához szükséges alászerkesztési érték.

3.5.1 A kelmék koptatással szembeni ellenállásának vizsgálata

A ruházati termékek jellemzően azokon a helyeken kopnak, ahol gyakori súrlódásnak vannak kitéve. Korzett viselés esetén ez leggyakrabban a póló elején a korzett záródásánál, a hónaljrészen, illetve azokon a helyeken lép fel, ahol a korzett nem szorítja a testet, de mozgás során hozzáér. Feltételezem, hogy a korzett koptatja a textíliák felületét. Mivel tervezem a korzett felületének perforálását, a koptatáshoz is készítettem egy perforált korongot a korzett anyagából. (3.12/a ábra)

Kopásállóság: a meghatározott feltételek mellett végzett koptató igénybevétellel szembeni ellenálló képesség. A kelme kopásállósága a kelmében lekötött elemi szálak kombinált hajlító, vágó és súrlódó igénybevétellel szembeni ellenállását mutatja (Gyimesi 1968). Kopásállóság vizsgálata során a kelmék súrlódással szembeni kopásállóságát vizsgálom.

A vizsgálati minták előkészítése:

A minden kelméből 3 db vizsgálati mintát szabtam ki, a koptatókészülék alátámasztó felületének méretéhez igazítva.

A koptató készülék bemutatása:

A felületi koptató vizsgálatokat a TKI gyártmányú WearTester (3.12/b ábra) koptató készüléken végeztem az Óbudai Egyetem Textilvizsgáló laboratóriumában.



3.12/a. ábra: Koptatókorong TKI „WearTester” koptató berendezéshez



3.12/b. ábra: A TKI „WearTester” koptató berendezés

A vizsgálat menete:

A lehetséges eljárások közül a felhasználási célt figyelembe véve, a furatokkal ellátott korzett anyagával történő koptatást, míg a mozgáskombinációk közül a legnagyobb igénybevételnek számító, keresztező irányú koptatást alkalmaztam. Az igénybevételi sebesség 60 ciklus/perc, a vizsgálat időtartama 30 perc, a terhelőerő 10 N volt.

A koptatással szembeni ellenálló-képességet a kelme vastagságának csökkenésével határoztam meg. A relatív vastagságcsökkenést a kelme eredeti vastagságára vonatkoztatva adtam meg a 3.10-es képlet alapján.

$$a_v = \frac{a_2 - a_1}{a_1} \cdot 100 [\%] \quad (3.10)$$

ahol:

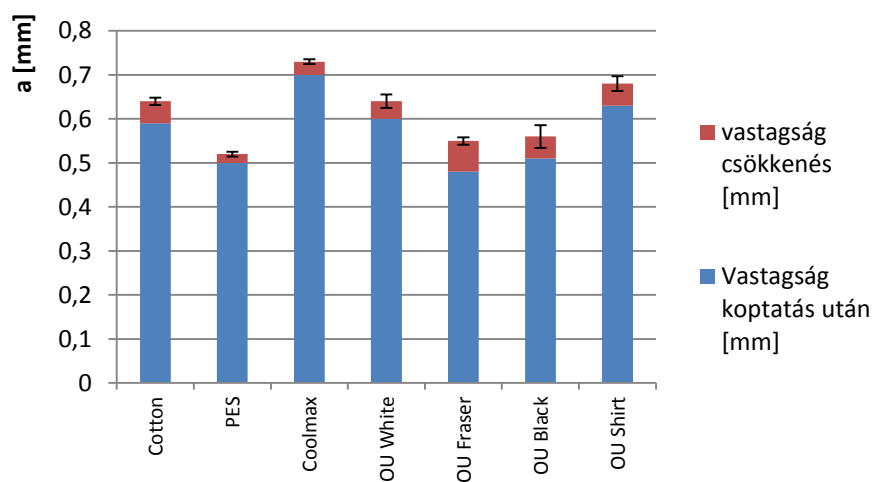
- a_v a vizsgálati minta relatív vastagság csökkenése [%]
- a_1 a vizsgálati minta mérés előtti vastagsága [mm]
- a_2 a vizsgálati minta mérés utáni vastagsága [mm]

A vizsgálati eredmények értékelése:

A koptatás előtt és után mértem a kelme vastagságát, melyet minden alkalommal mintánként 5-5 helyen mért értékek átlagából határoztam meg. A kelmék vastagságának méréséhez a TKI FC-01 súlyterhelésű vastagságmérőt alkalmaztam. A vastagságmérés során a tapintókorog terhelése 10 N, felülete 5 cm² volt. A tapintótárcsa sebessége

0,05mm/s, az értékeket 30 másodperc elteltével olvastam le. A vastagságmérő mérési pontossága 0,01 mm. A mérési eredményeket a 3.13. ábra szemlélteti.

A vizsgálati mintákon szemrevételezéssel az állapítható meg, hogy az OU Fraser és OU Black anyag felülete kissé „kiszőrösödött”, elemi szálak jelentek meg a felületen. A többi anyagnál a koptatás előtti és utáni mintáknál jelentős különbségek nem láthatók. Az egyes kelmék vastagság csökkenését a 3.5-ös táblázat mutatja. A mérési eredményeket a VII. számú mellékletben közlöm.



3.13. ábra: Anyagok vastagság változása koptatás hatására

Anyag	a_v [%]	Kelmék sorrendjének relatív értéke [%]
Cotton	7,8	61,4
PES	3,9	30,2
Coolmax	4,1	32,3
OU White	6,3	49,1
OU Fraser	2,7	100,0
OU Black	8,9	70,2
OU Shirt	7,4	57,7

3.4. táblázat: Kelmék relatív vastagság csökkenése, és sorrendje

3.5.2 A kelmék húzó vizsgálata

Az anyagok húzó vizsgálata fontos a kelmék fajlagos szilárdságának, valamint nagy alakváltozású anyagok nyúlásának meghatározásához. A szakító vizsgálatok arra is lehetőséget adnak, hogy a kötött kelmék nyúlásának mértékét vizsgálva meghatározzam a pólok szabásmintáinak szerkesztéséhez szükséges alászerkesztés értékét úgy, hogy az anyagtulajdonságoknak megfelelően kalkulálható legyen, mivel a korzett alatti viseletnek testre kell feszülni.

Vizsgálati minták előkészítése:

A vizsgálati mintákat MSZ 93/7:1985a szabvány előírásai szerint készítettem elő.

- a vizsgálatot előterhelés nélkül végeztem,
- az alsó és felső befogópofa mérete: 50x50 mm
- próbadarab mérete: 100 x 200 mm, szabad befogási hossz: 100 mm.

A nem teljes szélességében befogott próbatestet hosszirányban egyenletes sebességgel nyúlik, miközben az egyre nagyobb húzóerő hatására a próbadarab elszakad. Az anyagok szakadásakor fellépő maximális szakítóerőt és szakadási nyúlást a szakítási diagramról lehet leolvasni. A szakítási vizsgálatot anyagonként 3 pálcirányú és 3 sorirányú próbasávon végeztem.

Készülék bemutatása, vizsgálat menete:

A kelmék szakítóvizsgálatát Grab szakítással Textenzer szakítógépen, MSZ 93/7:1985-ös szabvány alapján végeztem. A vizsgálat célja a kelme szakítóvizsgálati görbéjének a felvétele, a kelme szakítóerejének és szakadási nyúlásának megállapítása – Grab szakítás esetén – a nem teljes szélességben befogott próbasávon.

Grab-szakítóerő: a próbadarab szakadásának pillanatában mért húzóerő, $F_{\max}$ [N]

Grab szakadási nyúlás: a grab szakítóerőhöz tartozó nyúlás a befogási hossz %-ában, ε [%].

A próbasávok szakítószilárdsága a 3.11 képlet alapján számolható (Jederán 1979):

$$\sigma_k = \frac{F_{\max}}{b \cdot a_x} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (3.11)$$

ahol:

σ_k próbasávok szakítószilárdsága [N/mm²]

$F_{\max}$ szakítóerő [N]

b próbasáv szélessége [mm]

a_x kelme vastagsága [mm]

A próbasávok nyúlása:

$$\varepsilon_{\%} = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100 [\%] \quad (3.12)$$

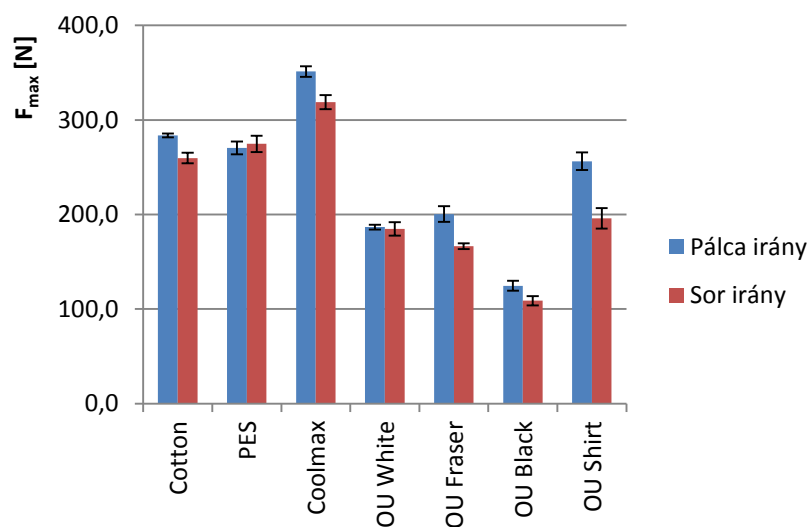
ΔL hosszváltozás [mm]

L_0 szabad befogási hossz [mm] (100mm)

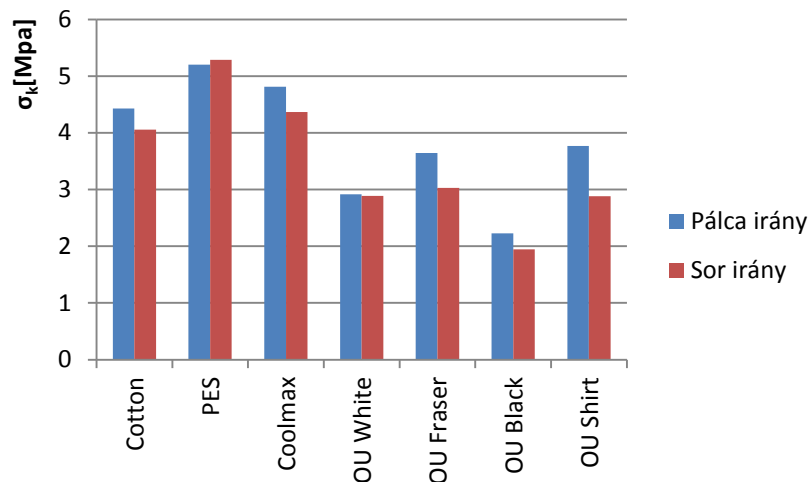
A szakító diagramokat anyag fajtánként, valamint pálcá- és sorirányonként a VIII/a számú melléklet tartalmazza. A diagramok jól szemléltetik az anyagok mechanikai tulajdonságaiban mutatkozó különbségeket.

Vizsgálat eredményeinek értékelése:

A sor és pálcairányú szakító erőket a 3.14, a szakítószilárdság értékeit a 3.15. ábra szemlélteti és a VIII/b melléklet tartalmazza. A szakítószilárdság értékeit az átlagos szakítóerő értékekből számoltam.



3.14. ábra: Pálca- és sorirányú szakítóerő értékek

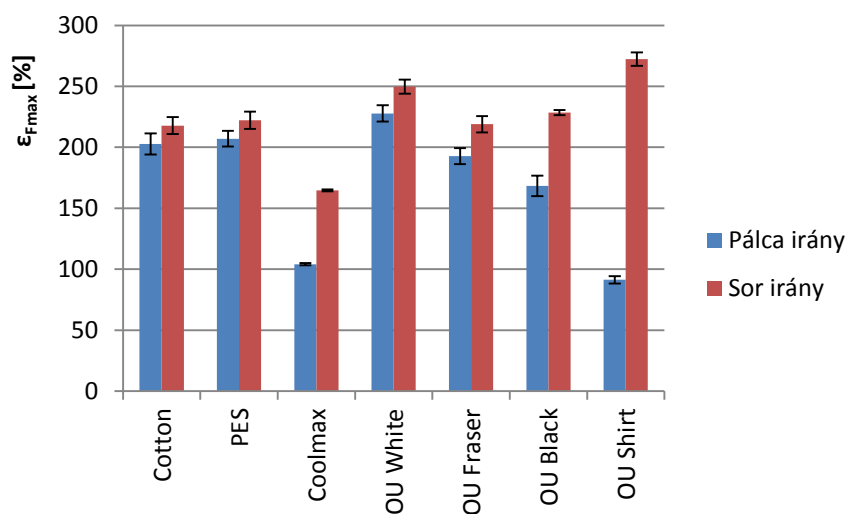


3.15. ábra: Pálca- és sorirányú szakítószilárdság értékei

A diagramok alapján látható, hogy a legnagyobb szakítóerő és szakítószilárdság érték, a poliészter alapú anyagoknál ébred. A szakításhoz szükséges legnagyobb terhelőerőt a Coolmax anyag viselte, de a PES jelűnek van a legjobb szakítószilárdsága. A leggyengébb szilárdsággal az OU White és OU Black elnevezésű anyag rendelkezik, az utóbbi a Cotton elnevezésű anyaghoz képest csak az 50%-a. A kelmék sorirányú átlagos szakítószilárdságát és a kelmék relatív sorrendjét a 3.6-os táblázat mutatja.

Anyag	σ_k [Mpa]	Kelmék sorrendjének relatív értéke [%]
Cotton	4,2	76,8
PES	5,2	100,0
Coolmax	4,6	82,7
OU White	2,9	54,6
OU Fraser	3,3	57,3
OU Black	2,1	36,8
OU Shirt	3,3	54,5

3.5. táblázat: Kelmék sorirányú átlagos szakítószilárdsága és a kelmék sorrendje



3.16. ábra: Pálca- és sorirányú szakadási nyúlás értékek

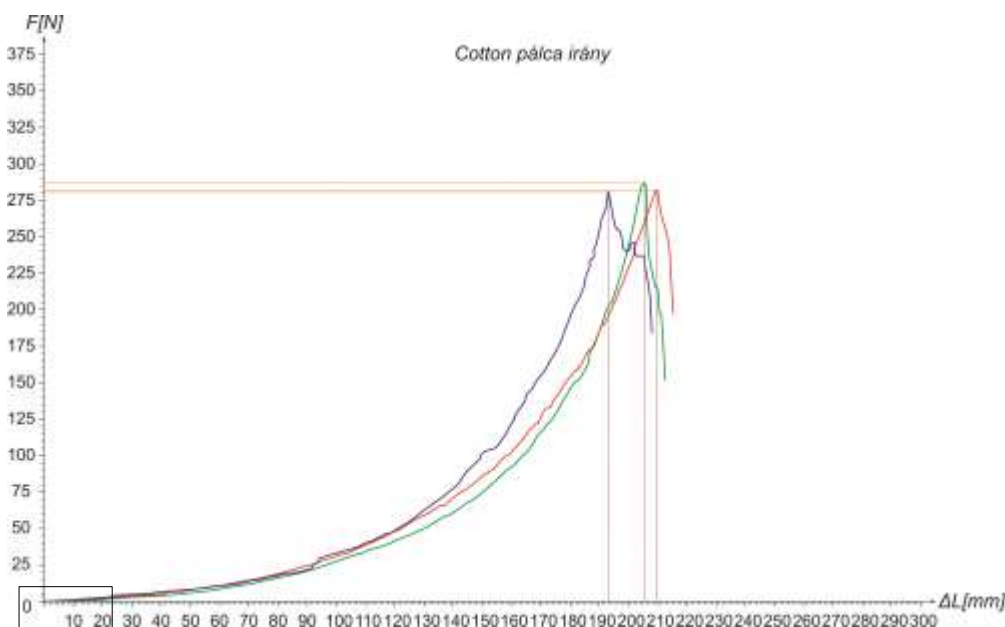
A sor- és pálcairányú szakadási nyúlás értékeit a 3.16. ábra mutatja. A vizsgálati minták közül Cotton és PES elnevezésű anyagoknál a sor és pálcairányú nyúlásuk között nincs számottevő különbség. A VIII/a. számú mellékletben közölt diagramok alapján megállapítható, hogy sorirányban minden anyag jobban nyúlik, tehát a ruházati termékek felfektetésének irányát pálcairánnyal párhuzamosan kell meghatározni. A Coolmax anyagnak a legnagyobb a szakítóereje, de legkisebb szakadási nyúlása, azaz a legkisebb deformációs képességgel rendelkezik. Az OU típusú anyagok szakadási nyúlása a Cotton elnevezésű kelme körül mozog, míg szakító erejük jelentősen elmarad tőle. Szembetűnő az OU Shirt pálca- és sorirányú szakadási nyúlása közötti nagyon nagy különbség, ami a bordás kötésmódból adódik.

3.5.3 Póló szerkesztési módszer továbbfejlesztése a kelmék húzó vizsgálata alapján

Amikor egy öltözék nagyrugalmasságú anyagból, testre simulóan készül, akkor a szabásmintákat az anyagok rugalmas tulajdonságait figyelembe vételével kisebbre szerkesztik, mint a test tényleges mérete. Müller és fia szerint a testmérethez szerkesztett szabásmintát a test hossz irányában 5%-kal, a test kerület irányában 15%-kal szerkesztik kisebbre a testméretnél. (M. Müller&Shon 2007) Saját méretemre, amely körméretekben megegyezik a 38-as méret nagysággal, 5 és 15%-os alászerkesztési értékekkel elkészítettem pólóprototípus szabásmintáját, majd modellezéssel kialakítottam a szabásmintát 6 féle vizsgálati anyagból (az OU shirt egy konfekcionált késztermék) és elkészítettem a prototípusokat (4.1.2 fejezet). A pólók viselése közben azt tapasztaltam, hogy nem minden anyag esetében megfelelő ez az alászerkesztési érték, az anyagok sor és pálcairányú nyúlása különböző. A kényelmi szempontokat figyelembe véve célom elérni, hogy különböző nyúlású anyagokból készült pólók viselésekor a testre ható erő minden alapanyagánál ugyanakkora legyen.

A viselési próbák alapján kiválasztottam azt az anyagot, melynek mérete és testre simulása a legmegfelelőbb volt korzett alatti viseléséhez. Szubjektív értékelésem alapján Cotton anyagú póló bizonyult a legmegfelelőbbnek. A továbbiakban 3.5.2. fejezet szakítóvizsgálatai alapján határozom meg a Cotton anyag adott nyúlásához tartozó F erőt és a hozzá tartozó $F = f(\varepsilon)$ függvényt.

A VIII/a. számú mellékletben bemutatott diagramokon látható, hogy az egyszínoldalas kelmék sor és pálcirányú nyúlás kezdeti értékei között nincs szignifikáns eltérés, csak a Coolmax és az OU Shirt kelméknél mutatkozik különbség. A 3.17. ábra a Cotton kelme pálcá irányú szakítási diagramját mutatja. A 3.18. ábrán a 3.17. ábrán kijelölt téglalap területét nagyítottam fel a kezdeti nyúlás értékek leolvasásához. A nyúlás ΔL értéke a leolvasható a diagramokról.



3.17. ábra: Cotton anyag pálcá irányú szakító diagramja

A kiválasztott Cotton anyag esetében meghatároztam, hogy a pálcá irányban 5, illetve sorírányban 15%-kal testméret alá szerkesztett póló anyaga hány százalékot nyúlik rugalmasan.

A szerkesztési méret adott testmérethez 15%-os alászerkesztéssel meghatározható:

T_m testméret (mellkerület)[cm]

S_m szerkesztési méret [cm]

A_s Alászerkesztés értéke [%]

$$S_m = T_m - T_m \cdot A_s = T_m(1 - A_s) = 0,85 \cdot T_m[\text{cm}] \quad (3.13)$$

Tehát pl egy testmérethez tartozó szerkesztési érték:

Mellkerület: $T_m = 100 \text{ cm}$

Szerkesztési méret: $S_m = 85 \text{ cm}$

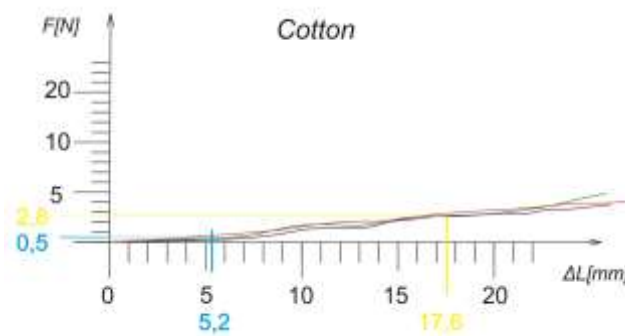
Meghatározom, hogy ezzel az alszerkesztési értékkel mennyit nyúlik a Cotton anyagból készült póló:

ε_a nyúlás érték [%]

$$\varepsilon_a = \frac{T_m}{S_m} \cdot 100 [\%] \quad (3.14)$$

Nyúlás: 17,6%

Ennek megfelelően a Cotton anyag szakítódiagramjairól leolvasható, hogy sorirányban a 17,6%-os a nyúlás értékekhez 2,8 N húzóerő tartozik (3.18. ábra). Hasonlóképpen pálcirányban az 5,2%-os nyúláshoz 0,5 N erő olvasható le.



3.18. ábra: A Cotton anyagkezdeti pólca (5,2%) és sorirányú (17,6%) nyúlásához tartozó erők

A következő lépésben minden anyag szakítódiagramjáról leolvastam sorirányban 2,8 N-hoz, pálcirányban a 0,5 N-hoz tartozó nyúlás (ε_a) értékeket (3.7 táblázat).

Végül az adott erőhöz tartozó nyúlásértékekől meghatározható, és az anyagok esetében kiszámolható a nyúláshoz tartozó szerkesztési méret:

$$T_m = S_m(1 + \varepsilon_a)[\text{cm}] \quad (3.15)$$

Így a szabásminta mérete:

$$S_m = \frac{T_m}{1 + \varepsilon_a} [\text{cm}] \quad (3.16)$$

Az alszerkesztés értéke visszaszámolható a 3.13-as képlet átrendezésével:

$$A_s = \frac{T_m - S_m}{T_m} \cdot 100[\%] \quad (3.17)$$

A 3.13-as és 3.14-es összefüggés alapján kiszámolt értékeket foglalja össze a 3.7-es táblázat egy adott testmérethez az anyagok tökéletes rugalmasságát feltételezve. A textíliák rugalmas alakváltozását tekintve további vizsgálatok elvégzése szükséges, melyben a textíliák rugalmas alakváltozását is figyelembe kell venni.

Az adott erőhöz tartozó nyúlásértékek átlagából meghatározható és a kelmék esetében kiszámolható a nyúláshoz tartozó szerkesztési méret.

Anyag	Pálcairány			Sorirány		
	anyagok nyúlása $F=0,5\text{ N}$	póló hossza $T_m=60\text{ cm}$	alá- szerkesztés	anyag nyúlása $F=2,8\text{ N}$	mellkerület $T_m=100\text{ cm}$	alá- szerkesztés
	ε_a [%]	S_m [cm]	A_s [%]	ε_a [%]	S_m [cm]	A_s [%]
Cotton	5,2	57	5	17,7	85	15
PES	4,8	57,3	4,6	19,2	83,9	16,1
Coolmax	2,4	58,6	2,3	11,6	89,6	10,4
OU White	5,7	56,8	5,4	22,3	81,8	18,2
OU Fraser	8,6	55,2	7,9	26,4	79,1	20,9
OU Black	9,1	55,0	8,3	27,6	78,4	21,6
OU Shirt	3,3	58,1	3,2	27,5	78,4	21,6

3.7. táblázat: Adott erőhöz tartozó nyúlásértékek és az alszerkesztés értékei

Mint ezek az értékek is mutatják, egyes anyagok esetében a 15% alszerkesztés kevés volt az OU anyagok esetében, ezek kisebb kompressziós hatást fejtettek ki a testre. A Coolmax anyag esetében a 15% sok volt, ezért szűk, kényelmetlen volt a póló. A mérés alapján meghatározott alszerkesztési értékek alkalmazása mellett sokkal jobb testreillőség és kényelem érhető el. A kelmék 2,8 N –nál meghatározott sorirányú nyúlás értékeit és relatív sorrendjét a 3.8-as táblázat mutatja. Továbbiakban a pólók szerkesztésével a 4. fejezetben foglalkozom.

Anyag	ε_a [%]	Kelmék sorrendjének relatív értéke [%]
Cotton	17,7	64,13
PES	19,2	69,57
Coolmax	11,6	42,03
OU White	22,3	80,80
OU Fraser	26,4	95,65
OU Black	27,6	100,00
OU Shirt	27,5	99,64

3.8. táblázat: Kelmék 2,8 N –nál meghatározott sorirányú nyúlás értékei és sorrendjük

3.6 A kelmék tulajdonságainak összefoglaló értékelése

A kelmék tulajdonságait és mechanikai jellemzőit Kesselring módszerével állítom sorba. Mivel az egyes paraméterek eltérők, ezeket közös nevezőre kell hozni (Kindler 1977). A módszer alapján a vizsgálati eredményeket a kelmék relatív sorrendje alapján 0-100-ig terjedő skálán értékelem. Az egyes vizsgálatok eredményeinek értékelésénél pl. légáteresztés, az a jó, ha minél nagyobb az érték, tehát a legjobb légáteresztő képességű anyagnak adtam a 100-as számot. Ezzel ellentétben pl. a kopásállóság vizsgálatánál az anyagok vastagsága közti különbséget mértem, tehát annak az anyagnak jó a kopásállósága ahol az eredmény értéke kicsi, tehát ott a skála megfordul és a legkisebb érték kapja meg a legjobb 100-as értéket (3.9 táblázat).

Ezek alapján a kelmék különböző tulajdonságait a 3.18-as összefüggés alapján lehet „közös nevezőre” hozni:

$$X = \frac{\frac{\sum_{i=0}^n p_i}{n}}{p_{max}} = \frac{\bar{p}}{p_{max}} \quad (3.18)$$

ahol:

- X termék „értéke” [-]
- p_i az egyes paraméterek pontértéke [-]
- $\bar{p}$ pontértékek számtani átlaga [-]
- p_{max} az ideális megoldás pontértéke [-]
- n termék műszaki paramétereinek száma [-].

Az anyagvizsgálatok relatív értékeit mutatja a 3.9-es táblázat:

Kelme neve	1	2	3	4	5	6
	Vízfelvevő képesség [%]	Vízfelszívás sebesség [%]	Koptatás [%]	Légáteresztés [%]	Szakító szilárdság [%]	Nyúlás [%]
Cotton	61,94	96,81	58,11	7,05	76,79	64,13
PES	36,02	0	27,43	5,81	100,00	69,57
Coolmax	100	93,62	29,39	100,00	82,66	42,03
OU White	77,72	100	45,71	13,72	54,61	80,80
OU Fraser	84,69	72,87	100,00	24,60	57,28	95,65
OU Black	72,85	34,57	67,23	47,34	36,76	100,00
OU Shirt	75,55	68,09	31,65	67,24	54,54	99,64

3.9. táblázat: Kelmék vizsgálatainak értékelése

Mivel az egyes kelme paraméterek fontosabbak fiziológiai szempontból, mások kevésbé fontosak, az eredményeket súlyozva veszem figyelembe. Kesserling módszere szerint egy termék súlyozott tulajdonságainak értéke számítható:

$$X' = \frac{p_i \cdot v_i}{p_{i_{max}} \cdot v_i} \quad (3.19)$$

ahol:

v_i súlytényező, 1-6 közötti értéket vehet fel.

A súlyokat a korzett alatti viselet igényeihez alkítottam ki.

A kapott eredményeket és a kelmék rangsorát a 3.10-es táblázat tartalmazza.

Vizsgálato- tok Anyagok	Vízfel- vevő- képesség [%]	Vízfel- szívás sebessé- ge [%]	Koptatás [%]	Légát- eresztés [%]	Szakító szilárdság [%]	Nyúlás [%]	$p_i \cdot v_i$	$\frac{p_i \cdot v_i}{p_{i_{max}} \cdot v_i}$	Rangsor
Cotton	61,9	3,2	47,7	7,0	76,8	64,1	324,9		
	185,7	6,4	190,9	42,0	76,8	320,5	501,8	0,31	7
PES	36,0	0,0	100,0	5,8	100,0	69,6	241,8		
	108,0	0,0	400,0	34,8	100,0	348,0	642,8	0,40	5
Coolmax	100,0	6,4	97,3	100,0	82,7	42,0	386,4		
	300,0	12,8	389,2	600,0	82,7	210,0	1384,7	0,87	1
OU White	72,7	0,0	74,8	13,7	54,6	80,8	215,8		
	218,1	0,0	299,2	82,2	54,6	404,0	654,1	0,41	4
OU Fraser	84,7	27,1	0,0	24,6	57,3	95,7	193,7		
	254,1	54,2	0,0	147,6	57,3	478,5	513,2	0,32	6
OU Black	72,9	65,4	45,2	47,3	36,8	100,0	267,6		
	218,7	130,8	180,6	283,8	36,8	500,0	850,7	0,53	3
OU Shirt	75,6	31,9	94,2	62,2	54,5	99,6	318,4		
	226,8	63,8	376,8	373,2	54,5	498,0	1095,1	0,68	2
súly-tényező v_i	3	2	4	6	1	5	16		
$p_{i_{max}} \cdot v_i$	300	200	400	600	100	500	1600		

3.10. táblázat: Kelmék rangsora súlytényezőkkel

A korzett alatti viselet szempontjából az a kelme felel meg az elvárásoknak, amely felszívja a nedvességet a bőr felületéről. Mivel a korzett nem engedi eltávozni a nedvességet a test felületéről, az a kelme jobban megfelel az elvárásoknak, melyeknél a vízfelvétel sebessége lassabb. A test fokozott verejtékezése esetén az adott kelméből készült alsóruha lassabban nedvesedik át, a nedves ruhában jelentkező kellemetlen érzés később jelentkezik. A kelmék légáteresztő képességét is fontosnak tartom, amennyiben a korzett furtokkal van ellátva. Annak érdekében, hogy a pólók ne gyűrődjenek, és ne csússzanak fel a korzett alatt a kelmék nyúlása és rugalmassága is meghatározó szempont.

Mivel a korzett és a póló között a test mozgása során helyenként erős súrlódás lép fel, a kelmék kopásállósága is fontos szempont a textíliák értékelésében.

A textíliák vizsgálatai alapján kijelenthető, hogy a Coolmax nevű kelme rendelkezik az általam felállított szempontok alapján a legjobb tulajdonságokkal. Ez a kelme fonal kialakításának és kelmeszerkezetének köszönhetően kimagaslóan jó légáteresztő képességgel, nagyon jó nedvszívó, és jó kopásálló tulajdonságokkal rendelkezik. Kis különbséggel követi, a kész pólóként forgalomban lévő kelme az OU Shirt, ami poliészter viszkóz és elasztán összetételének, valamint bordás kötésű kelmeszerkezetének köszönheti jó nyúlását és légáteresztő képességét. Az OU Black, Lyocell, viszkóz, elasztán összetételű, PCM kapszulákkal ellátott kelme a harmadik a felállított sorrend alapján. Az OU White és PES között minimális különbség mutatkozik a 4. és 5. helyen. Az OU Fraser és Cotton szintén minimális különbséggel zárják a sort. Az anyagvizsgálatok alapján kijelenthető, hogy a szintetikus anyagösszetételű kelmék jobb helyezést értek el az anyagvizsgálatok alapján, mint a pamutot tartalmazó kelmék.

A felsorolt kelmékből pólókat készítettem, melyeket további szubjektív vizsgálatokra bocsátottam korzettet viselőknél (4.9 fejezet), valamint klímakamrában tesztelem, szubjektív és objektív elemzéssel értékeltem a bemutatott kelmék viselés közbeni fiziológiai tulajdonságait. A pólóanyagok szubjektív tesztelés alapján kiegészített rangsorát az 5. fejezetben mutatom be.

3.7 Korzett anyagának szilárdsági vizsgálata

A Chéneau korzett egy 5 mm vastag, mérettől függően 0,9-1,5 kg tömegű műanyag "páncél" amely a derékra illeszkedve lazán követi a felsőtest vonalát és néhány, orvosilag előírt ponton nyomást gyakorolva a testre fejti ki gyógyító hatását. A korzett anyagként használt műanyag orvosi szempontból előnyös tulajdonságú, ruházatfiziológiai szempontból azonban hátrányos, különösen a légáteresztő- és a nedvességelvezető képesség tekintetében. A leggyakrabban alkalmazott HDPE (High – Density Polyethylene), polimer anyag sem a levegőt, sem a nedvességet nem ereszt át, ezáltal szobahőmérsékletnél magasabb külső hőmérséklet vagy intenzív testmozgás esetén különösen kellemetlen mikroklímát teremt a korzett viselője számára.

Dolgozatom e fejezetében megvizsgálom, hogy a gyógyászati segédeszköz milyen hatással van a testre, hogyan változnak a mechanikai tulajdonságai (szilárdsága, rugalmassága) ha a szellőzés elősegítése érdekében furatokkal gyengítem az anyagot. Szilárdsági vizsgálatokat 3 pontos hajlítással valamint NYME Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar Fa- és Papíripari Technológiák Intézetnél elérhető SolidWorks 2013 Education (© Dassault Systems S. A.) Simulation Static végeeselemes program segítségével numerikus modellezéssel végzem el.

3.7.1 A vizsgálati minták előkészítése

A korzett és az emberi test egymásra hatásának vizsgálata során meghatározom, hogy milyen erőhatások lépnek fel, és ezek milyen feszültségeket ébresztenek a korzett anyagában. Az emberi test és a korzett érintkezési felületén a hatás és ellenhatás során

fellépő erő az emberi test szempontjából hasznos, mert ez kényszeríti a testet alakjának, formájának megváltoztatására. Ez az az ok, amiért a korzettet viselni kell. Afelvételekor és levételekor fellépő erő a korzett anyagára káros, mert azt jelentős alakváltozásra kényszeríti, és benne feszültséget ébreszt. Ha az így ébredő feszültség (σ) értéke kisebb, mint az anyagra jellemző rugalmassági határ (σ_{rug}), akkor az erőhatás megszűntét követően (korzett levétele után) a felveszi kezdeti alakját, és ismét használható.

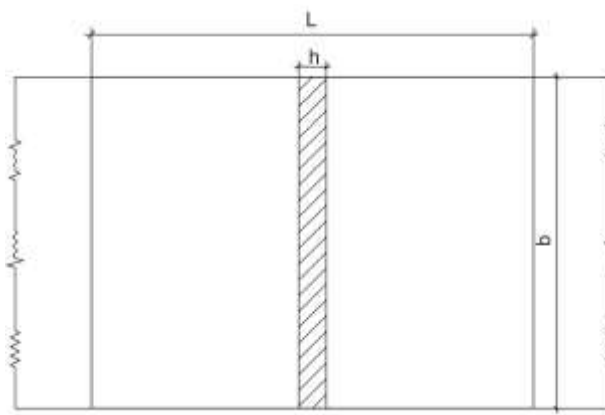
A kész korzett egy térbeli héjszerkezet, aminek szilárdsági vizsgálata túlnyúlik disszertációmon. Fontosnak tartom azonban, hogy a szilárdsági probléma leegyszerűsítésével, kapcsolatot keressek az anyagban keletkező feszültségek és a korzeten lévő furatok mérete és a darabszáma között. Fő feladatomnak tekintem, hogy meghatározzam a felületviszony optimális értékét, melynél a korzetre ható erők hatására a korzett maradandó alakváltozást nem szenved, de a szabad felületek (lyukak összes felülete) lehetővé teszi a test hőleadását és kipárolgását. Ezért a továbbiakban a korzett anyagával megegyező próbatesteken 3, 4, 5, és 6 mm átmérőjű furatokat készítettem, mialatt változtattam az $m = \frac{A_{\text{ü}}}{A_t}$ viszonzszámot. Így a korzett bármely területére meghatározható a lyukak száma és mérete. Az általam bevezetett egyszerűsítés lényege, hogy a korzett anyagából készített próbadarab terhelése során keletkező feszültségeket meghatározzam. Vizsgálataimat 5 mm vastagságú, homogénnek tekintett sík lemezen végeztem.

A vizsgálati minták méretét a hárompontos hajlító vizsgálatához szükséges próbatest szélessége, vastagsága valamint az alátámasztás hossza határozta meg.

A próbatest alátámasztási távolságát szabványos méréseknél a próbatest vastagsága (5mm) határozza meg az ($L/h=16$) hányados alapján. [EN ISO 178:2010]

A vizsgálat során a próbatestek előírt mérete (3.19 ábra):

- $b = 60 \text{ mm}$ próbatest szélessége
- $h = 5 \text{ mm}$ próbatest vastagsága
- $L = 80 \text{ mm}$ alátámasztási távolság



3.19. ábra: Vizsgált próbatest furatok nélkül

A perforált lemezek előkészítését, (a furatok elhelyezését) a 3.19-es ábrán látható próbatest mérete alapján tervezem:

A_t	teli, nem lyukasztott felület [mm^2]
$A_{\ddot{u}}$	furatok összes területe [mm^2]
A_f	fedett /furatokkal gyengített/ felület [mm^2]
n	furatok száma [db]
m	$\frac{A_{\ddot{u}}}{A_t}$ felület arány [-]
d	furat átmérő [mm]
C	konstans [mm^2]

Az alábbi matematikai megfontolásokkal meghatározom az $n = f(m, d)$ függvénykapcsolatot:

$$A_f = A_t - A_{\ddot{u}} \quad (3.20)$$

$$A_f = A_t - n \frac{d^2 \pi}{4} \quad (3.21)$$

$$m = \frac{A_{\ddot{u}}}{A_t} \quad (3.22)$$

$$m \cdot A_t = n \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \quad (3.23)$$

$$\frac{4 \cdot A_t}{\pi} \cdot m = n \cdot d^2 \quad (3.24)$$

Az alábbi egyszerűsítést bevezetve:

$$\frac{4 \cdot A_t}{\pi} = C \quad (3.25)$$

ahol:

$$C = \text{állandó} = 6111,5 \text{ mm}^2$$

a vizsgált felület méretét figyelembe véve:

$$A_t = b \cdot L = 4800 \text{ mm}^2$$

így az adott felületviszonyhoz tartozó furatok számát leíró egyenlet:

$$C \cdot m = n \cdot d^2 \quad (3.26)$$

A keresett függvény tehát:

$$n = \frac{1}{d^2} \cdot C \cdot m \quad (3.27)$$

Az $n = f(m, d)$ függvény értékeit meghatároztam azokkal a konkrét értékekkel, amelyek hatását vizsgáltam a korzettanyag szilárdságára. Az eredményeket a 3.11-es táblázat tartalmazza.

Terület egység A_t [4800 mm ²]	furat átmérő d [mm]	furat terület / db a [mm ²]	Σ furatszám 4800 mm ² -ben (n)		Σ furat terület [mm ²] $A_{\bar{u}}$	Σ anyagterület [mm ²] $A_r = A_t - A_{\bar{u}}$	Felület- viszony $m = \frac{A_{\bar{u}}}{A_t} \cdot 100$ [%]
			számolt	tényleges			
4800	3	7,07	34	33	233,26	4 566,74	4,86
4800	4	12,57	19	18	266,19	4 573,81	4,71
4800	5	19,63	13	14	274,89	4 525,11	5,73
4800	6	28,27	9	8	226,19	4 573,81	4,71
4800	3	7,07	68	68	480,66	4 319,34	10,01
4800	4	12,57	38	37	464,96	4 335,04	9,69
4800	5	19,63	25	24	471,24	4 328,76	9,82
4800	6	28,27	17	17	480,66	4 319,34	10,01
4800	3	7,07	136	135	954,26	3 845,74	19,88
4800	4	12,57	76	76	955,04	3 844,96	19,90
4800	5	19,63	49	50	981,75	3 818,25	20,45
4800	6	28,27	34	32	904,78	3 895,22	18,85
4800	3	7,07	204	204	1 441,99	3 358,01	30,04
4800	4	12,57	115	115	1 445,13	3 354,87	30,11
4800	5	19,63	74	75	1 472,62	3 327,38	30,68
4800	6	28,27	51	52	1 470,27	3 329,73	30,63

3.11. táblázat: Furatok számának meghatározása adott területarány alapján

A 3.11 táblázatból jól látható, hogy a 3 és 6 mm-es furatok esetén a lyukak száma megnégyszereződik. Mivel azonban a furatoknak egy adott területen (4800 mm²) egész számúnak kell lenni és a jobb terület kihasználás érdekében soronként egymás alatt eltolva helyezkednek el, a „számolt” furatszám közelíti meg legjobban az $m = 5-10-20-30$ %-os arányt, de a furatok elhelyezésének geometriája miatt a tényleges oszlopban látható furatszámmal készítettem el a próbatesteket a vizsgálathoz. Mivel a furatok elhelyezése nagymértékben függ egy adott területre eső darabszámtól, valójában több variációban is meghatározható, a furatok „mintázata”. A hajlító vizsgálatot tehát a 3.20-as ábrán feltüntetett elhelyezésű furatelrendezésekkel végeztem el.

Azt, hogy melyik kifúrási variáció alkalmazása a legelőnyösebb, úgy lehet eldönteni, hogy a furatok mérete, darabszáma és elhelyezése a szilárdsági tulajdonságokat hogyan befolyásolják. Ennek céljából a 3.20-as ábrán látható variációkkal kifúrt lemezeket hárompontos hajlításnak vettem alá, majd szimulációs vizsgálattal kiegészíttem a kapott eredményeket.

		Viszonyszám: $m = \frac{A_{\text{ü}}}{A_{\text{f}}} \cdot 100$			
		5%	10%	20%	30%
Lyukátmérő d [mm]	3mm				
	4mm				
	5mm				
	6mm				

3.20. ábra: A korzettanyag kifűrásának variációi

3.7.2 Vizsgáló berendezés bemutatása

A vizsgálatot ZWICK Z020 típusú számítógép vezérlésű univerzális szakítógépen hárompontos hajlító feltét alkalmazásával végeztem el (3.21. ábra).



3.21. ábra: ZWICK Z020 típusú számítógép vezérlésű univerzális szakítógép

A szakítógépnél alkalmazható maximális terhelőerő: 20000N

Sebességtartomány: 0.001-750 mm/perc

Vizsgálat körülményei:

Terhelőerő: 50 N

Vizsgálati hőmérséklet: 22 °C

Nedvesség tartalom: 60%

Hajlítás sebessége: 10 mm/s

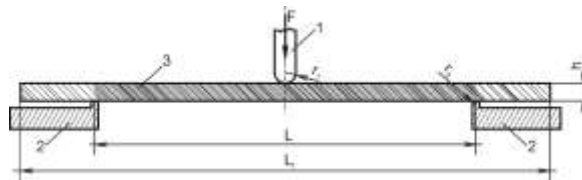
A hajlítás körülményeinek meghatározásánál a vizsgálati hőmérséklet polimerek esetében befolyásolhatja a szilárdságot, illetve a hajlítási karakterisztika jellegét [EN ISO 178:2010]. Mivel a korzettet néhány kivételes alkalomtól eltekintve szobahőmérsékleten viselik, a vizsgálatot 22°C-os hőmérsékleten végeztem. A hajlítás sebességének a 10 mm/s-os sebességet határoztam meg, mivel a legnagyobb igénybevételt a korzett fel és levételkor szenved el, ami alatt az eszköz egy gyors erőhatásnak és nagy alakváltozásnak van kitéve. A levegő páratartalma a vizsgálati anyagra nincs hatással.

3.7.3 Korzett anyag szilárdsági vizsgálata három pontos hajlítóvizsgálattal

A polimerek mechanikai tulajdonsági eltérnek a fémekétől, mert:

- A húzó és nyomó rugalmassági modulusok nagymértékben különbözhetnek, ami a semleges szál eltolódását okozza,
- nem lineáris a feszültség-alakváltozás kapcsolata,
- viszonylag kis terhelésre is nagy alakváltozás lép fel,
- fajlagos tömegük kicsi (Czvikovszky 2013).

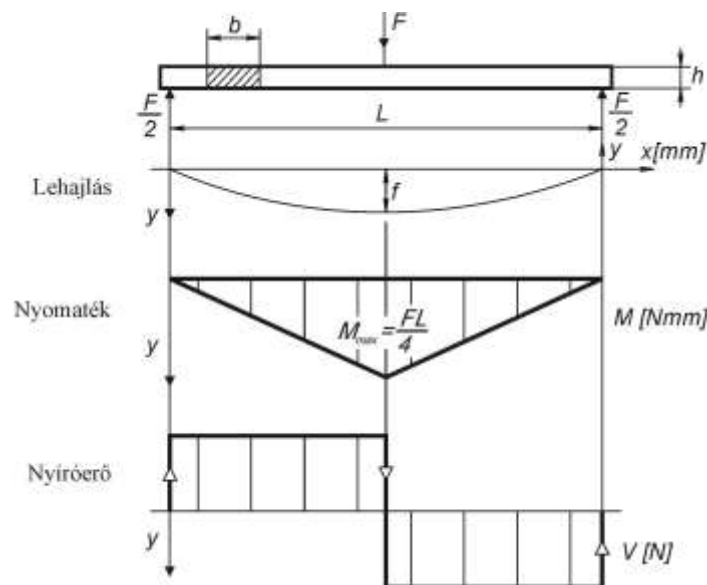
Az EN ISO 178:2001 szabvány szerint a próbatest az alátámasztási távolság 10%-ának megfelelő lehajlás esetén nem törik el, akkor a szilárdság jellemzésére az ehhez a lehajláshoz tartozó hajlító erőből számított határhajlító (σ_h) feszültség használható. A hárompontos hajlítás elvi elrendezése látható a 3.22-es ábrán:



1 - nyomófej; 2 – alátámasztás; 3 – próbatest; h – vastagság; L - alátámasztási távolság;

3.22. ábra: Hárompontos hajlítás elvi elrendezése

A hárompontos hajlítás lehajlás, nyomaték és nyíróerő ábrája látható a 3.23-es ábrán.



3.23. ábra: Hárompontos hajlítás lehajlás, nyomaték és nyíróerő ábra

A 10%-os lehajlásnál elért hajlító erőből számítható a hajlító szilárdság (Szirányi 2006):

$$\sigma_h = \frac{M}{K} \text{ [MPa]} \quad (3.28)$$

σ_h hajlítószilárdság [MPa]

M próbatest max. hajlítónyomatéka [Nmm]

K keresztmetszeti tényező [mm³]

A 3.23-as ábra szerint a maximális nyomaték:

$$M = \frac{FL}{4} \quad (3.29)$$

A keresztmetszeti tényező:

$$K = \frac{bh^2}{6} \quad (3.30)$$

Az EN ISO 178:2001-es szabvány szerint a szabványos (gyengítetlen) próbatestre a hajlító szilárdság számítása:

$$\sigma_h = \frac{3FL}{2bh^2} [MPa] \quad (3.31)$$

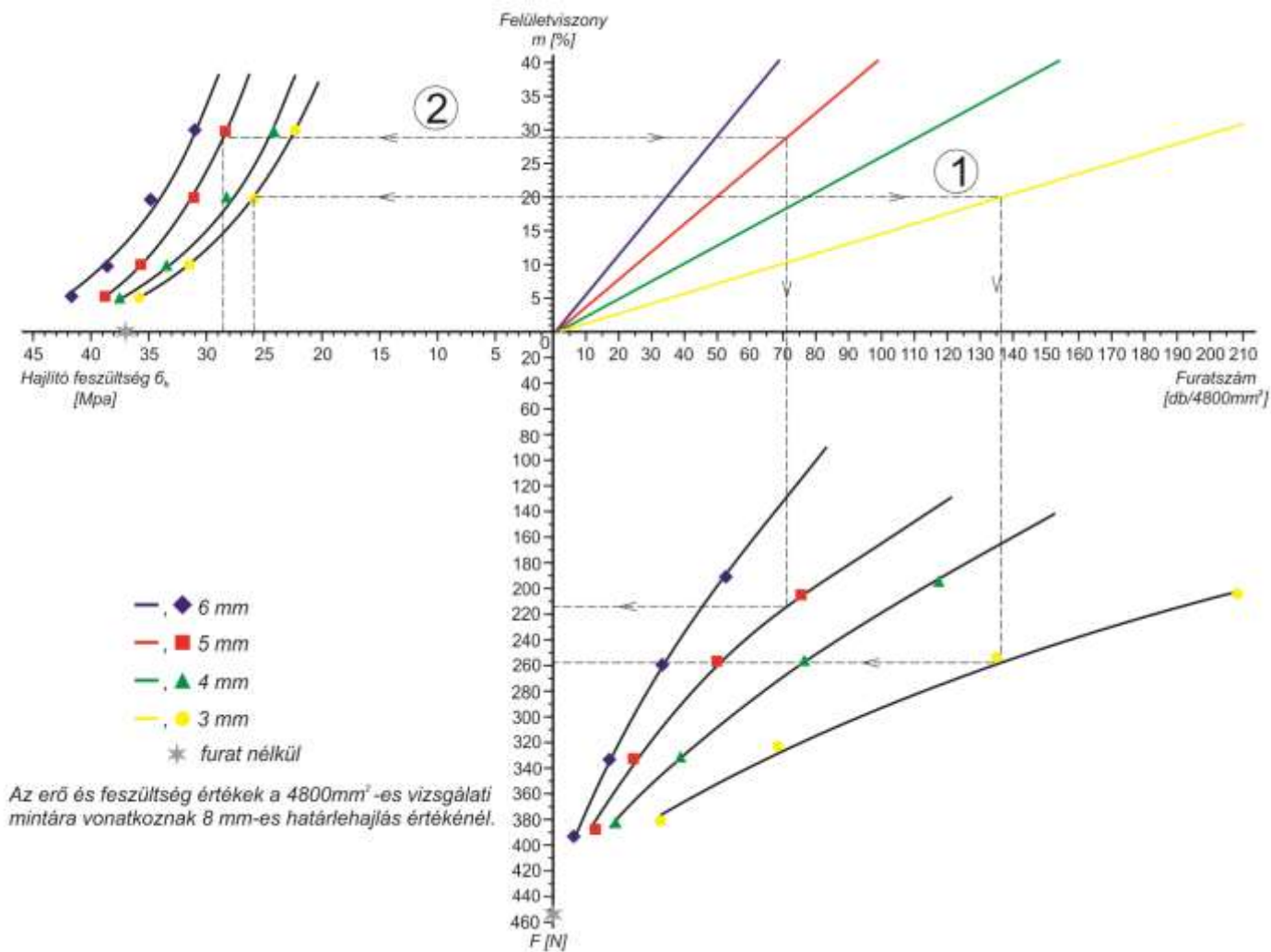
- F 10%-os lehajláshoz tartozó erő [N]
 L alátámasztási távolság [mm]
 b próbatest anyagának szélessége [mm]
 h próbatest anyagának vastagsága [mm]

A 3.30-as egyenlet szerint a „K” keresztmetszeti tényező értékét a „h” anyagvastagság mellett, a próbatest szélessége is befolyásolja. A furatok a „b” értékét csökkentik, (az erő hatásvonalába) a legnagyobb nyomaték szelvénybe eső furatok, a „h” értékére nincsenek hatással. A szilárdsági számításnál figyelembe veendő „b” értékeket a 3.12-es számú táblázatban közlöm.

Furatok átmérője [mm]	Furatok száma az erő vonalában [db]				A vizsgálati minta szélességének (b) változása furatok arányának megfelelően [mm]			
	5%	10%	20%	30%	5%	10%	20%	30%
3	3	4	5	6	51	48	45	42
4	2	3	4	5	52	48	44	40
5	2	3	4	5	50	45	40	35
6	2	3	4	4	48	42	36	36

3.12. táblázat: Furatok számának és méretének arányában az anyag szélességének csökkenése

Ezek után meghatároztam a 10%-os lehajláshoz ($f = 8$ mm) tartozó hajlító erő (F) értékeket. Minden mérést háromszor ismételt meg, majd ezekből átlagértékeket és szórást számoltam. A mérés eredményeit a IX. számú mellékletben közlöm. A 3.24-es diagramon látható erő és feszültség értékek a 4800 mm²-es vizsgálati mintákra és 8 mm-es lehajlásra vonatkoznak. A diagramról leolvasható felületviszonyhoz tartozó furatszám, a 8 mm-es lehajláshoz tartozó erő (F) valamint az átlagos, a névleges határhajlító feszültség (σ_h).



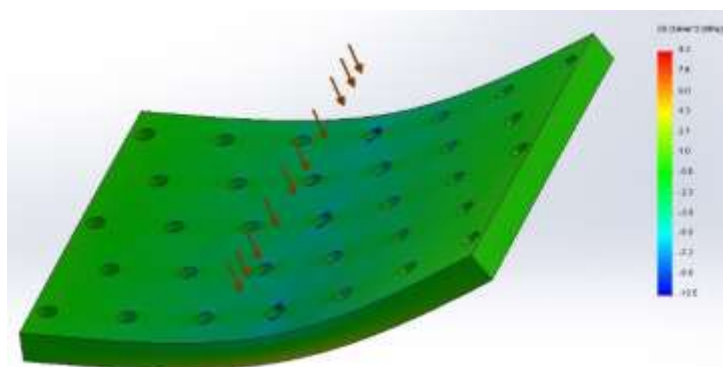
3.24. ábra: Méretezési diagram 8 mm-es határlehajlási értéknél

A 3.24-es ábrából jól látszik, hogy a próbatestek 8 mm-es lehajlásánál a 3 mm-es furatátmérőnél jelölt 1-es sugármenetet követve egy adott felületarányánál (20%) a furatok méretétől függetlenül ugyanakkora erő ébred a furatok méretétől függetlenül. Ez megfigyelhető a többi furatátmérőnél is. A furat nélküli próbatest 8 mm-es lehajlásához 460N erőre van szükség. A 3.24-es ábrán a látható határhajlító feszültséget a 3.31-es képlet alapján számoltam. A furat nélküli próbatest feszültsége kisebb, mint néhány furattal ellátott próbatesté, ami azért lehetséges, mert a 8 mm-es lehajláshoz szükséges erő a próbatesten levő furatok miatt nagyobb mértékben csökken, mint amennyire a középső keresztmetszet csökken.

A próbatestek perforálása miatt a gyengített keresztmetszetben feszültségkoncentráció lép fel, ezért a mérési eredményeimet pontosítom a Solid Works program vége-seleemes szoftverével végzett szimuláció alapján.

3.7.4 A korzettanyag szilárdsági vizsgálata szimulációval

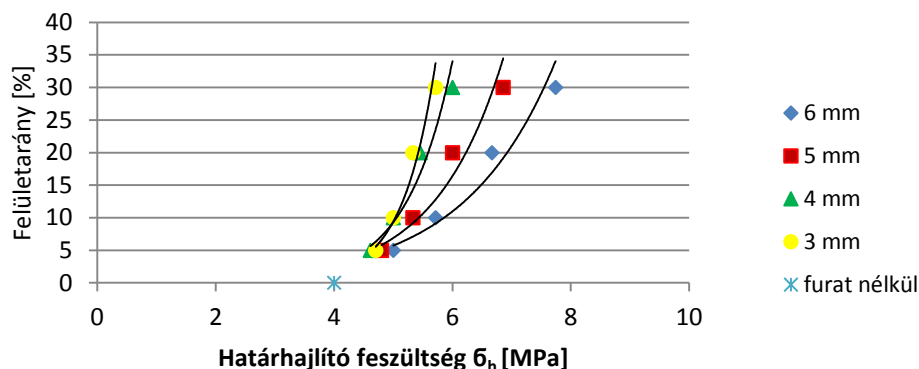
A valóságban a furatok által gyengített keresztmetszetben a furatok mentén feszültségkoncentráció lép fel. A feszültség csúcsértékeket a Solid Works program segítségével numerikus modellezéssel határozom meg. A szimulációs vizsgálat lineáris modellen alapul, és 50 N terhelésre vonatkozik. (3.25 ábra)



3.25. ábra: Perforált próbatest szimulációs vizsgálata

A X. számú mellékletben közölt ábrák mutatják a szimulációval hajlított próbatestek csúcsfeszültség értékeit, melyet a húzott oldalon fellépő feszültségek jellemeznek, mivel a nyomott oldalon a teherátadás miatt további feszültségkoncentráció lép fel.

A 3.31-es képlettel meghatároztam továbbá, a furatokkal csökkentett keresztmetszetű próbatestek 50 N terhelés okozta névleges feszültséget. (3.26 ábra)

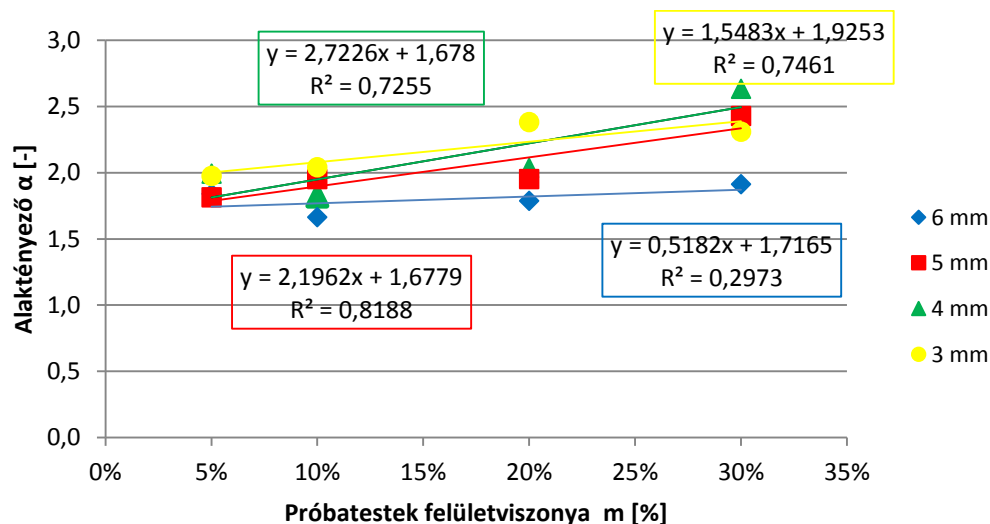


3.26. ábra: Névleges határhajlító feszültség 50 N terhelőerő hatására

A csökkentett keresztmetszet alapján számított 50 N terhelés okozta névleges feszültségnek (σ_n) és ugyanennél a terhelőerőnél a legnagyobb fellépő feszültség (σ_{cs}) feszültségcsúcs hányadosával meghatározható az un. alaktényező.

$$\alpha = \frac{\sigma_{cs}}{\sigma_n} [-] \quad (3.32)$$

Az alaktényezők ingadozása miatt furatméretenként ábrázoltam a tapasztalati alak tényezőket és kiegyenlítő egyenesek egyenleteivel, korrigáltam azokat. (3.27 ábra)



3.27. ábra: Alaktényezők alakulása a furatátmérő és furat felületarány függvényében

A 3.13-as táblázat az 50 N-os terhelés során fellépő névleges feszültségeket, a szimulációs program segítségével meghatározott perforált próbatestek valós csúcs

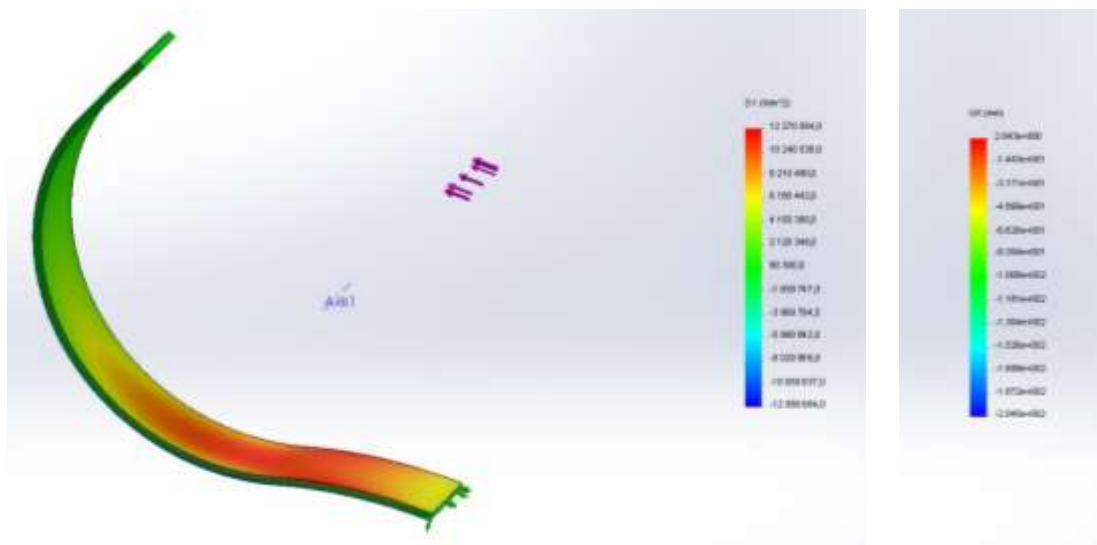
feszültségeit valamint a 3.32-es képlet alapján kiszámolt alak tényezőket, és a kiegyenlített alak tényezőket tartalmazza.

Furat átmérő [mm]	Felület viszony m [%]	Névleges feszültség 50 N terhelésnél σ_n [Mpa]	Valós csúcs feszültség húzott oldalon 50 N terhelésnél σ_{cs} [Mpa]	Alak tényező α [-]	Kiegyenlített alak tényező α' [-]
0	furat nélk	4,0			
6	30	8,0	21,96	1,91	1,85
	20	6,6	23,38	1,79	1,81
	10	5,7	24,74	1,66	1,78
	5	5,0	24,99	1,84	1,75
5	30	6,8	20,60	2,43	1,89
	20	6,0	22,98	1,95	1,84
	10	5,3	24,65	1,95	1,79
	5	4,8	24,64	1,81	1,73
4	30	6,0	19,09	2,63	1,89
	20	5,5	20,04	2,04	1,84
	10	5,0	23,76	1,82	1,79
	5	4,6	24,46	1,99	1,73
3	30	5,7	17,76	2,31	1,89
	20	5,3	18,93	2,38	1,84
	10	5,0	22,15	2,04	1,79
	5	4,7	24,12	1,97	1,73

3.13. táblázat: 50 N-os terhelésnél a névleges és csúcspeszültségek valamint az alak tényezők alakulása

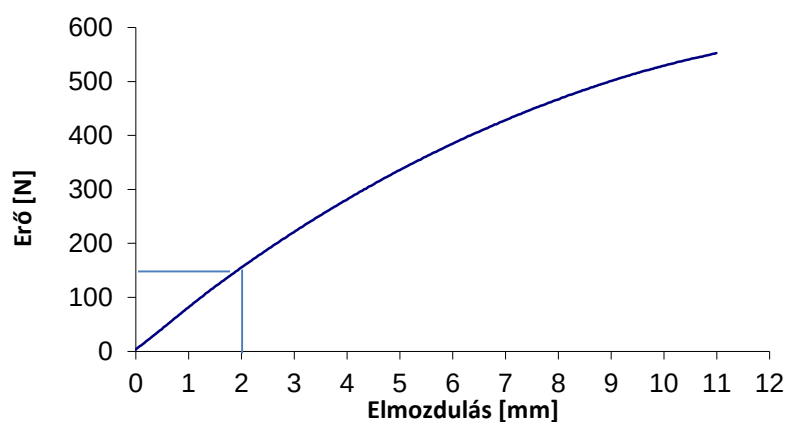
Az alak tényezőkkel megszorozva a 3 pontos hajlítóvizsgálat eredményeit a gyengített keresztmetszetben bármely lehajlás értékhez meghatározható a csúcspeszültség értéke. A továbbiakban azt vizsgálom, hogy mekkora feszültség tekinthető a korzett terhelhetőségi határának. A korzettben a legnagyobb erő és feszültség a fel- és levételkor ébred. A görbék továbbá annak a becslésére is alkalmasak, mekkora erővel lehet szétnyitni a korzettet, mekkora hajlítási alakváltozást kell elviselnie a korzettnek fel és levétel során.

A furat nélküli korzett 60 mm-es szélességű "csíkjának" szimulációja alapján kiderül, mekkora az erő és feszültség ébred a korzett darab 20 cm-es szétnyitásakor (3.28 ábra).



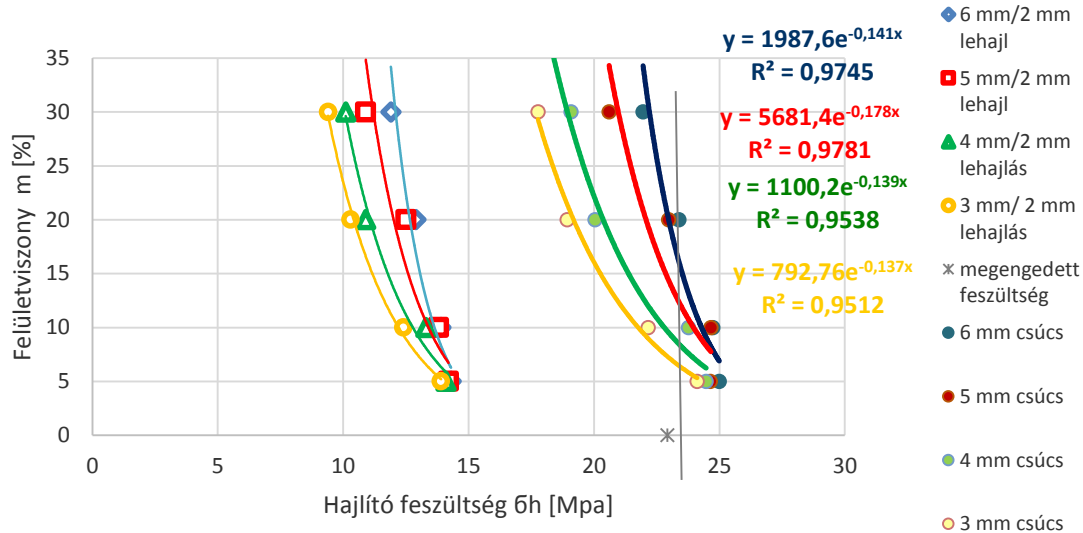
3.28. ábra: Korzett rész nyitás szimulációja

A Solid Works program segítségével a nem lineáris anyagmodellel szimuláltam a korzett elülső élének 20 cm-es elmozdulását. A fellépő feszültség értékeit a hajlító próbatestek feszültségeivel összevetve megállapítható, hogy a vizsgált próbatestek 2 mm-es lehajlásához tartozó értékek jellemzők a korzett használati igénybevételeire. Ugyanis a furat nélküli korzett 60 mm-es szélességű "csíkjának" egy oldalra 20 cm-es (összesen 40 cm-es) szétnyitásokor ébredő maximális hajlítófeszültség értéke, a modellen végzett szimuláció alapján, 12,3 MPa ami gyakorlatilag megegyezik a 3 pontos hajlítás furat nélküli vizsgálati mintáján, a 2 mm-es lehajlást eredményező, 155,7 N terhelőerő hatására fellépő, 12,5 MPa feszültséggel (3.29 ábra). A 3 pontos hajlítóvizsgálat 2 mm-es lehajláshoz tartozó erő és feszültség értékeit a XI. számú mellékletben közlöm.



3.29. ábra: Furat nélküli korzettanyag 3 pontos hajlítóvizsgálatának erő-elmozdulás diagramja

A szimuláció alapján a perforált vizsgálati minták 2 mm-es lehajlásához tartozó névleges feszültségértékeket a kiegyenlített alaktényezővel (3.13 táblázat) megszorozva meghatározom a csúcsheszültség értékeit. (3.30 ábra)

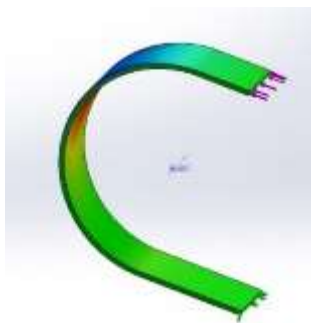


3.30. ábra: A 2 mm-es lehaljához tartozó névleges- és csúcsheszültségek

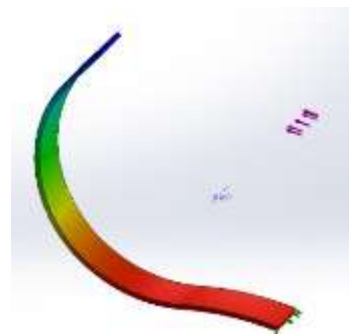
A furat nélküli próbatetek 8 mm-es lehaljásakor fellépő feszültség 36,7 MPa, ez a szabvány szerint a határhajlító feszültség. Ha "mérnöki becsléssel" 1,6-os biztonsági tényezőt alkalmazok, a megengedett feszültség 22,93 MPa. Ez a 2 mm-es lehaljához tartozó csúcsheszültség görbét metszi, illetve a 6 mm-es furat görbéje gyakorlatilag 20% felületarány felett az elfogadhatatlan tartományba kerül.

A görbék azt is jelzik, hogy minél kisebb felületarányt akarunk megvalósítani, annál kisebb furatátmérő a kedvező szilárdságilag.

A 3.31-es ábrán a korzettrész terheletlen és 20 cm-re szétnyitott része látható. A szétnyitáshoz 14,0 N erő kell az adott korzettdarabra vonatkoztatva.



Terhelés nélküli próbatest



20 cm-re szétnyitott próbatest

3.31. ábra: Furat nélküli korzettrész szétnyitása

A tesztelt korzett átlagosan 36 cm magas, tehát 6-szor ekkora erővel, azaz 84,0 N erővel lehet szétnyitni. Ezt az értéket kell megszorozni a furatos próbatestek esetében a próbatest 2 mm-es lehajlásához kapott erő és a furat nélküli próbatest 2 mm-es lehajlásához kapott erő hányadosával (3.14 táblázat), azaz

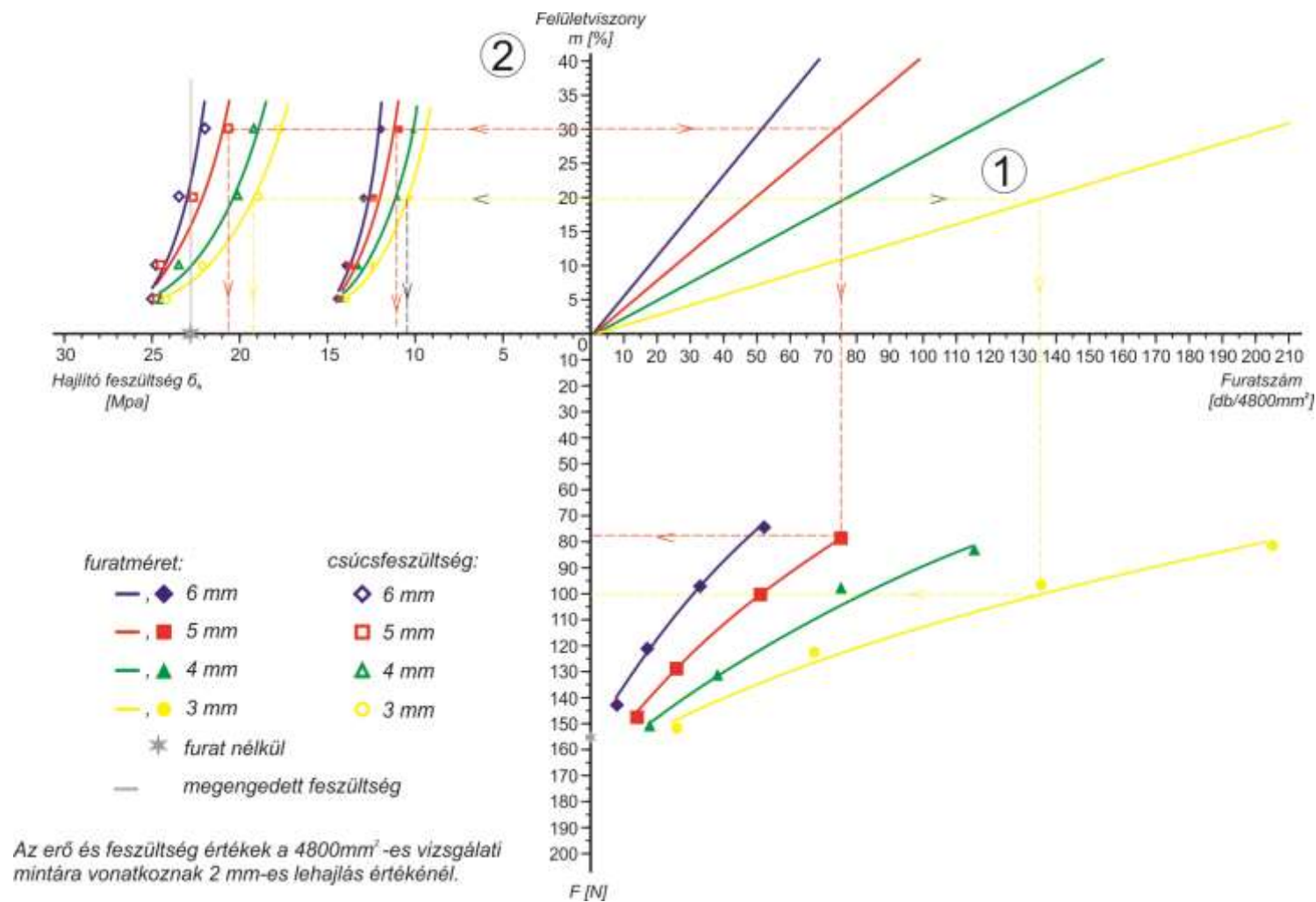
$$F_{szétnyit} = 84,0 \cdot \Delta F_{2mm, furat} / \Delta F_{2mm, furat\ nélkül} \quad (3.33)$$

Ennek számítása és ábrázolása:

	próbatest ΔF (átlag) [N]	szétnyításhoz szükséges erő F [N]
2 mm lehajlásnál		
furat nélk	155,71	84,00
30	74,20	40,03
20	96,67	52,15
10	121,67	65,63
5	143,30	77,31
30	79,33	42,80
20	104,07	56,14
10	129,23	69,72
5	147,40	79,52
30	84,37	45,51
20	99,61	53,73
10	132,92	71,71
5	153,10	82,59
30	82,07	44,27
20	96,67	52,15
10	123,67	66,71
5	147,43	79,54

3.14. táblázat: A próbatestek és a korzett szétnyításához szükséges erő értékek 2 mm-es lehajlásra vonatkoztatva

Átlagosan 300N feletti erőértéket képesek a fiatalok 130 cm magasságban vízszintesen kifejteni. (Daams B. J. 1994)



3.32. ábra: Méretezési diagram 2 mm-es lehajláshoz szimulációs vizsgálat alapján

3.7.5 Szimulációs vizsgálat eredményeinek összefoglalása

A szimulációs vizsgálat eredményekből egy olyan diagram-együttest hoztam létre, mely segít, a korzett kifűrásának tervezésénél, a felmerülő szilárdsági és komfortérzeti kérdések tisztázásában. Ez a diagram-együttes látható a 3.32. ábrán. Ezen a diagramon bemutatom a korzetten elhelyezhető furatok méretezésének általános kidolgozott menetét.

Ha a korzetten (és hajlító próbatesten) nincsenek furatok, a próbatest 2 mm-es lehajlása esetén, a szürke csillaggal jelölt 155,7 N erő hatására, 12,5 MPa feszültség ébred az anyagban, ami megegyezik a korzett teljes szétnyításakor ébredő maximális hajlítófeszültséggel. A 3.32-es ábrán látható adatok 4800 mm² felületű próbatestre vonatkoznak.

Az 1-es sugármenet szerint a tervezés kiinduló adataként 20%-ban határoztam meg a próbatest felületviszonyát, $(m = \frac{A_{\text{ü}}}{A_t} \cdot 100)$ a szabad ($A_{\text{ü}}$) és a fedett (A_t) felület arányát.

Ha 3 mm-es furatokat készítek a korzetre akkor annak használata során a próbatestre ható 96,7 N erő hatásával egyenértékű, 10,3 MPa névleges és 18,9 MPa csúcsheszültség ébred az anyagban. Ha növelni szeretném szabad felület arányát 2-es sugármenet szerint 30%-ra, akkor az 5-ös furatátmérőt választva meghatározható az anyagban ébredő csúcsheszültség, ami 20,6 MPa.

A furatokkal könnyített korzett szilárdsági vizsgálatának összefoglalásául a 3.32-es ábra alkalmas, a kívánt szabad felülethez különböző furatméretek mellett, a használatkor fellépő maximális feszültségek meghatározására és a megengedett értékkel való összevetésre.

A 3.32-es ábra görbéi azt is jelzik, hogy minél kisebb felületarányt akarunk megvalósítani, annál kisebb furatátmérő a kedvező szilárdságilag. A 6 mm-es furatátmérő kerülendő, illetve csak 30% feletti szabad felület kialakításához vehető figyelembe.

Mint jeleztük, a görbék annak a becslésére is alkalmasak, mekkora erővel lehet szétnyitni a korzettet.

Ez az erőérték azonban felfelé nem korlátos, mivel mindig a furat nélküli korzett erőigénye alatt marad. Alulról olyan szempontból lehet korlátos, hogy ha túl kicsi, a korzett használója vigyázatlanságból a szükségesnél jóval nagyobb erőt fejthet ki, így maradandó alakváltozást, vagy törést okozhat. Ehhez figyelembe vehető, hogy átlagosan 300N feletti erőértéket is képesek a fiatalok 130 cm magasságban vízszintesen kifejteni; természetesen ennek töredékére lehet számítani használatkor. Az erőszükséglet alsó korlátainak megállapítása meghaladja értekezésem célkitűzéseit.

3.7.6 Furatok elhelyezése a korzett felületén

A korzett egy rendkívül bonyolult térbeli forma. Ahhoz, hogy meghatározható legyen a fedett és perforált rész aránya, le kell mérni a felületét. A világban elterjedt számítógépes programok már meglévő síkbeli szabásmintákkal fel tudnak öltöztetni egy beállítható testméretű avatart, de fordítva még nem működik, testen lévő ruhát (térbeli

formát) nem tudnak pontosan síkba teríteni. A ruhaiparban használatos 3D-s gyártás-előkészítő rendszerek fejlesztése még folyamatos kutatás tárgyát képezi.

(Németh 1996) szerint a szabásminták területe meghatározható többek között a közelítő négyzethálós módszerrel.

A szabásmintát négyzethálós papírra felrajzolják, majd a teljes 1 cm^2 , valamint a negyed $0,25 \text{ cm}^2$ négyzetek leszámolásával meghatározható a szabásminta területe. A maradék nem teljes negyed négyzeteket $0,125 \text{ cm}^2$ területűnek feltételezve és hozzáadva az előző területmérethez, jó közelítéssel megadható a szabásminták területe. Ez a közelítés azért lehetséges, mert az elemzések szerint a tört négyzetek területei normális eloszlásúak (Németh 1996).

Ezt az elvet felhasználva öntapadós papírra, $0,25 \text{ cm}^2$ -es beosztással négyzeteket rajzoltam. Az A4-es méretű papírt kis részekre feldarabolva a korzetre ragasztottam, és leszámoltam az 1 cm^2 -es, majd a $0,25 \text{ cm}^2$ -es, valamint a maradék nem teljes méretű négyzeteket (3.33 ábra).



3.33. ábra: Korzett felületének mérése

A korzett külső felülete így megközelítőleg: 2857 cm^2

A 3.7.1-es fejezetben felírt összefüggéseket alkalmazva lehet meghatározni a furatok számát:

A_t	teli, nem lyukasztott felület [cm^2]
$A_{\bar{u}}$	furatok összes területe [cm^2]
A_f	fedett /furatokkal gyengített/ felület [mm^2]
n	furatok száma [db]
m	$\frac{A_{\bar{u}}}{A_t}$ felület arány [-]
d	furat átmérő [mm]

Korzett felülete: $A_t = 2857 \text{ cm}^2$

Felületarány: $m = \frac{A_{\bar{u}}}{A_t} = 5\%$

Furatátmérő: $d = 0,5 \text{ cm}$

a 3.25-ös konstanst behelyettesítve

$$C = \frac{4 \cdot A_t}{\pi}$$

és a 3.27-es összefüggést alkalmazva:

$$n = \frac{1}{d^2} \cdot C \cdot m$$

A korzettet a további kísérletekhez 5%-os felületarányal számolva 727 db 0,5 cm átmérőjű furattal fúrtam ki.

3.7.7 Korzett légáteresztése

A termofiziológiai komfortérzet javítása érdekében irodalmi kutatásokat végeztem (2.5 és 2.6 fejezetek). A test fiziológiájának javítása érdekében a korzett felületén elhelyezett furatok a korzett légáteresztését növelik. Ennek mértékét a test kipárolgási felületével lehet meghatározni, a korzett mérete, és a test felülete alapján.

A korzetten elhelyezett furatok összes felületének ($A_{\bar{u}}$) és a korzett felületének (A_t) viszonya $m = \frac{A_{\bar{u}}}{A_t}$ egy olyan jellemző érték, amely a viselő komfortérzetét befolyásolja. Ha ezt a viszonyszámot növelem, a komfortérzet javul, a test hőleadása, párolgása nő.

Test takarásának mértéke korzettel:

A testfelület mérete a test súlyának, W (kg), és a test magasságának, H (m) függvényében számítható Du Bois szerint (Bánhidi 2000).

$$A_{tf} = W^{0,425} \cdot H^{0,725} \cdot 0,2024 \text{ [m}^2\text{]} \quad (3.34)$$

Saját méreteimet behelyettesítve, a testfelület: $A_{tf} = 1,51 \text{ m}^2$

Ebből a korzett $0,29 \text{ m}^2$ – t takar, ami a testfelület 19,2% - a, tehát a test kipárolgását ezen a felületen akadályozza.

Felületviszony m [%]	Perforált korzett felülete A_f [m ²]	Test szabad felülete korzettet viselve [m ²]	Test szabad felületének növekedése perforáció nélküli korzethez viszonyítva [%]
furat nélkül	0,29	1,22	0,0
5	0,28	1,23	0,9
10	0,26	1,25	2,4
20	0,23	1,28	4,7
30	0,20	1,31	6,9

3.15. táblázat: Test szabad felületének növekedése furat nélküli korzethez viszonyítva

A 3.15 táblázat alapján látható, hogy a test szabad felülete milyen arányban növekszik a korzett különböző arányú perforációjával. Ez alapján feltételezhető, hogy a perforáció nélküli korzethez viszonyítva a korzett légáteresztése, illetve a test hő és páraleadása is hasonló mértékben növekszik.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.
Feltöltés várható időpontja: 2015. június

0-1 év 1-2 év 2 évnél hosszabb

4.1. ábra: Korzett viselési idejének hossza

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.
Feltöltés várható időpontja: 2015. június

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június

nyakív	nyak	nyak	nyak	nyak
--------	------	------	------	------

4.1. táblázat: Korzett viselése során felmerült alsóruházati termékekre vonatkozó problémák

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.
Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

elhelyezésében. A kép alapján meghatározható és a hátán is elhelyezhető egy szabásvonal, ahol a korzett nem ér hozzá a bőrhöz (4.15 ábra). (A termovíziós ábra a

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.
Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

megreleto szavasvonalai kialakitasu porol.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.
Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

Szabadalmi bejelentés miatt
a disszertáció 4. fejezete átmenetileg
nem érhető el.

Feltöltés várható időpontja: 2015. június.

5 A kivitelezett korzett–alsóruházat együttes fiziológiai vizsgálata

A test – póló – korzett – külső környezet kölcsönhatásának vizsgálatához, korzettet viselő személyre volt szükség. Mivel jómagam is gerincferdülésben szenvedek, vállalkoztam arra, hogy a ruházatfiziológiai vizsgálatokban a tesztszemély szerepét betöltssem. A korzettet a Salus Kft. készítette el részemre.

Az összetett vizsgálat sorozatban a 3. fejezetben tesztelt anyagokból készült pólókat viselve meghatározott ideig egy szabályozott klímájú térben tartózkodtam és program szerinti passzív és aktív tevékenységeket végeztem. A korzett alatt tesztelendő pólók alapanyagait és a korzett anyagának tulajdonságait a 3. fejezetben ismertettem. Tekintettel a vizsgálat időigényességére, a 3. fejezetben végzett anyagvizsgálatok és a korzettes gyerekek szubjektív értékelése alapján várhatóan a korzett alatti viselésre kevésbé alkalmas anyagokat nem vizsgáltam tovább. A PES elnevezésű anyag gyenge vízfelszívó képessége és a korzettet viselő gyerekek szubjektív értékelése (4.1.3 fejezet) alapján a korzett alatti viselésre alkalmatlannak találtam, így a további a vizsgálatokból kihagytam.

Vizsgálataim célja, bebizonyítani, hogy a korzett anyagának szellőző nyílásokkal való ellátása valóban javítja viselője komfortérzetét.

A hőkomforttal kapcsolatos hőérzet számszerűsítése túlnyúlik dolgozatom keretein, ezen számítások elvégzését további célként tűzöm ki.

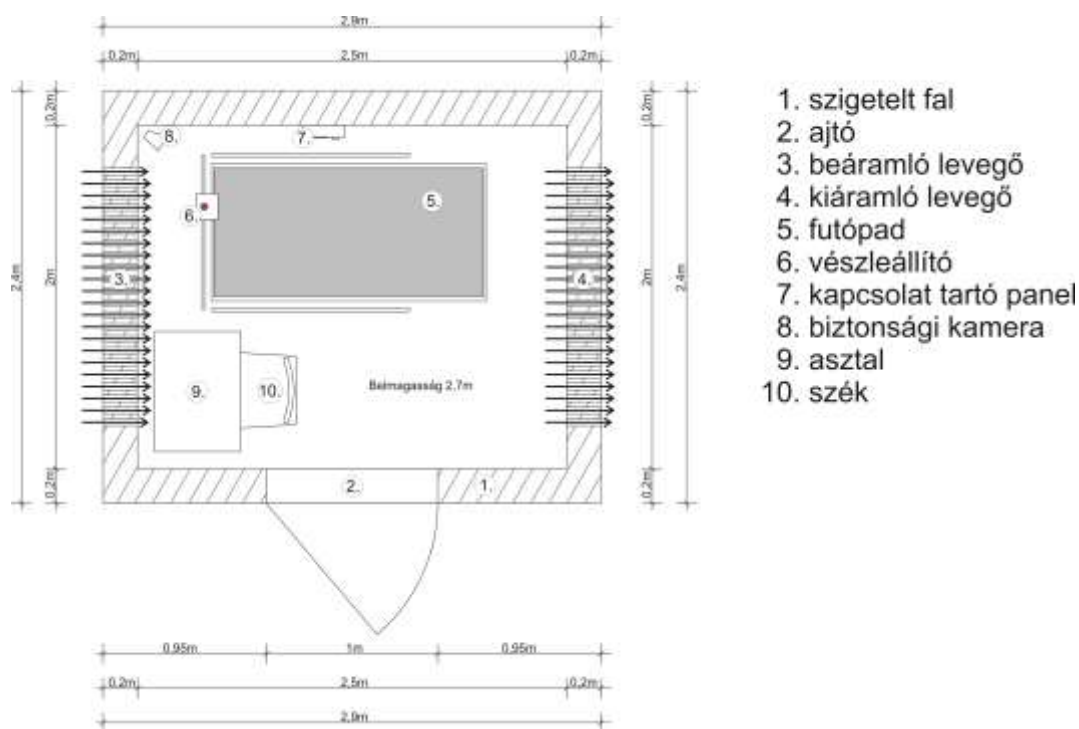
5.1 A klímakamrában végzett vizsgálatok eszközei

A ruházatfiziológiai vizsgálatokat a szlovéniai Maribori Egyetemen, az ott rendelkezésre álló klímakamrában végeztem.

A különleges módszerrel szigetelt, 5 m² alapterületű kabin lehetővé teszi a hőmérséklet, a relatív páratartalom, valamint a kabin légmozgás értékeinek pontos beállítását és ingadozás nélküli szinten tartását. A klímakamrában található egy futópad, kis asztal székkal, egy vészjelző, valamint egy kamera, amely folyamatosan továbbítja a képet egy külső számítógépre, amelynek segítségével vizsgálat közben a tesztszemély folyamatosan felügyelhető. Az 5.1-es ábra a kabin elvi elrendezését mutatja.

A klímakamrában a testhőmérséklet és a páratartalom mérése céljából egy hordozható MSR (Modular Signal Recorder) adatgyűjtő készüléket használtam. A készülékhez csatlakoztatott szenzorokat a test EN ISO 9886:2004 szabványban előírt pontjaira kell felragasztani. A rögzített szenzorok mérik a bőröm hőmérsékletét valamint páratartalmát és 30 másodperces intervallumokban tárolja az adatokat.

A készülék tárolja a mért adatokat, majd a mérés végeztével az adatok számítógépre áttölthetők és feldolgozhatók. A szenzorok elhelyezésében a Maribori Egyetem doktorandusz hallgatója segített. A kabinban elhelyezett állítható dőlésszögű Jager LE 2000 típusú futópad a mérés programja szerint számítógép vezérléssel működött.



5.1. ábra: Klímakamra elvi elrendezése

5.2 klímakamrában végzett vizsgálatok mérési terve

A vizsgálat mérési tervét az 5.1-es táblázat tartalmazza. Előre, napra, percre pontosan meghatároztam, hogy mikor milyen paraméterekkel történjen a vizsgálat. A mérések között elegendő szünetet kellett tartani, pihenésre, regenerálódásra. A reggeli, valamint az ebédszünetben elfogyasztott táplálék minden esetben ugyanannyi kalóriát tartalmazó szendvics és ásványvíz volt. A mérési tervből látszik, hogy egy nap alatt maximum 4 vizsgálatot lehetett végezni.

A mérés során viselt ruházati termékek:

- A 4. fejezetben a 4.8 és 4.9-es ábrán bemutatott, elől függőleges szabásvonallal kialakított póló prototípus, 6 féle alapanyagból (5.1 táblázat)
- a 4.17-es ábrán látható Cotton anyagból készült melltartó,
- a 4.18-as ábrán látható Cotton anyagból készült női alsó,
- 100% pamut összetételű zokni
- 64% poliészter, 32% viszkóz, 4% elasztán összetételű gumis derekú nadrág,
- Adidas márkajelzésű sportcipő.

A felsorolt ruhákból egy napra a 3 vagy 4 garnitúrára volt szükség a vizsgálatok számától függően. A ruhákat esténként kimostam, szárítottam és egy állandó 20°C-os 65%-os páratartalmú helységben tároltam 24 órán keresztül. Ezekkel a feltételekkel a ruházati termékek kezdeti nedvességtartalma között nem volt eltérés. Azért, hogy ezeket

a kiindulási körülményeket biztosítani lehessen, a különböző összetételű anyagokból készült pólókból 6-6 db, a többi ruhából 8 db, a cipőből 3 db állt rendelkezésemre.

Az 5.1-es táblázatban összefoglalt mérési terv rögzíti, hogy az adott sorszámú vizsgálat során melyik anyagból készült pólót viseltem úgy, hogy a többi ruházatom változatlan. A táblázatban látható továbbá, hogy a vizsgálat korzettben vagy perforált korzettben történt, illetve, hogy milyen a klíma kamra hőmérséklete. A kamra hőmérsékletének kiválasztásánál figyelembe vettem, hogy a korzett viselése meleg időjárási körülmények között a legkellemetlenebb.

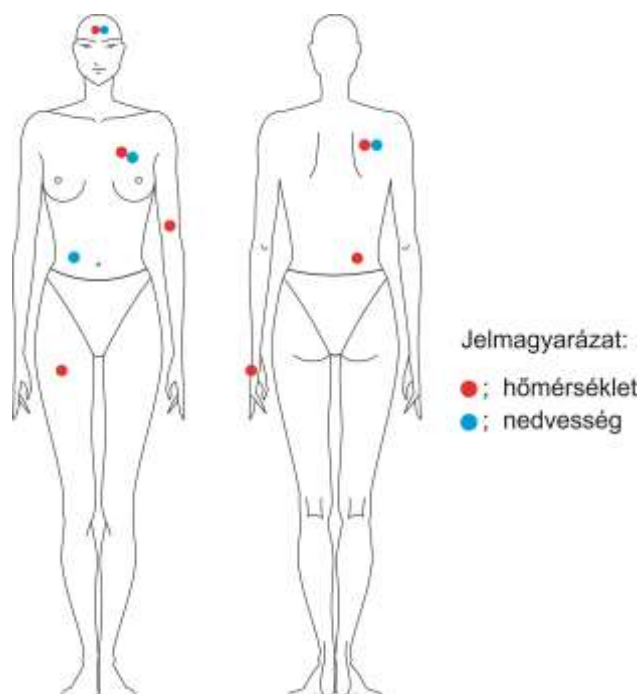
Minden egyes vizsgálat előtt és után ruha nélkül megmértem testtömegemet és minden egyes viselt ruhadarabom tömegét. Testtömeg méréshez Libela TPT 3 típusú mérleget, amely 0,1 gramm pontossággal mért, a ruhák méréséhez a PAG OERLIKON U 83963 típusú mérleget használtam, melynek mérési pontossága 0,01 g volt.

Mérés sorszama	Hónap, nap	Mérés kezdet	Poló fajta			Korzett		Hőmérséklet t_k [°C]			
			Cotton	OU White	Coolmax	nem perforált	perforált	22	25	28	32
1	május 17.	08:22	x			x		x			
2		10:28		x		x		x			
2 ism		15:03		x		x		x			
3		16:40			x	x		x			
4	május 18.	08:39	x			x				x	
5		10:26		x		x				x	
6		14:07			x	x				x	
7	május 19.	08:29	x			x					x
8		11:25		x		x					x
9		15:05			x	x					x
10		17:03	x			x			x		
11	május 20.	08:23		x		x			x		
12		10:24			x	x			x		
13		12:59	x				x			x	
14		15:53		x			x			x	
15	május 23.	08:32			x		x			x	
16		11:05	x				x				x
17		14:14		x			x				x
18		16:40			x		x				x
19	május 24.	08:35	x				x		x		
20		10:42		x			x		x		
21		14:06			x		x		x		

5.1. táblázat: A vizsgálat mérési terve

Az 5.2-es ábra a mérési pontok helyét mutatja, amely annyiban tér el a szabványban előírtaktól, hogy a vádlin és a lábfejen elhelyezendő szenzorokat nem alkalmaztam, mert a korzettel fedett helyeken vizsgálom a testfelület hőmérsékleti változását és kipárolgását. Kísérleteim alapján szeretném bebizonyítani, hogy a korzett

viselők mikroklímáját befolyásolják a különböző textíliákból készült pólók, illetve a korzetten elhelyezett furatok segítik a test kipárolgását, amivel javul a komfortérzet is.



5.2. ábra: Mérési pontok

5.3 A klímakamrában végzett vizsgálatok

A kísérlet során egy korzett állt rendelkezésemre, melynek segítségével a vizsgálat első ütemében a korzett perforálatlan, majd perforált változatát teszteltem. Mérések alapján vizsgálom, hogy van-e mérhető hatása a perforációnak különböző (meleg) hőmérsékleti tartományokban. Ehhez 3 féle alapanyagból készített pólót használtam, melyek az 5.2-es táblázatban láthatók.

Alapanyagok	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzett
OU White	X	X
Cotton	X	X
Coolmax	X	X

5.2. táblázat: Kísérletben használt pólók

„A komfortelmélet szakirodalma szerint a mi éghajlati viszonyaink között az emberek életük 80-85 százalékát zárt terekben töltik dolgozva, szórakozva, pihenve” (Schifter-Tolvaj 2011), ezért először szobahőmérsékleten (22°C-os klímakamrában) perforáció nélküli korzettben kezdtem a vizsgálatokat.

A klímakamra beállításai:

Hőmérséklet	t_k [°C]	22°C, 25°C, 28°C és 32°C
A klímakamra relatív páratartalma	φ [%]	50%
A klímakamrában a légmozgás sebessége	v_l [m/s]	0,5 m/s

A klímakamrában végzett vizsgálat programja:

- Klímakamrán kívül: 15 perc előkészítés, szenzorok elhelyezése, tömegmérés
- Klímakamrában: 20 perc ülés, 20 perc gyaloglás sík terepen, 2,5 km/h sebességgel a futópadon, 15 perc ülés, végül 5 perc futás sík terepen 3,5 km/h sebességgel futópadon, összesen 75 perc időtartamban.

Az első, 22°C-os hőmérsékleten végzett próbamérések után arra megállapításra jutottam, hogy a test kipárolgása olyan minimális, hogy a pólók nedvességtartalma (tömege) a kamrában elvégzett program után nem változott, ezért a továbbiakban csak 25°C, 28°C és 32°C fokos kamrában folytattam a vizsgálatot, tekintve, hogy a korzett viselése nyáron a legkellemetlenebb.

5.4 A perforáció nélküli és a perforált korzett viselési tulajdonságainak összehasonlítása

A korzettet a 3.7.6-os fejezetben kiszámolt 727 db 0,5 cm átmérőjű furattal perforáltam. A perforáció területe a korzett felületének 5%-a. Feltételezem, hogy már az 5%-os perforáció arányánál is mérhető, hogy a perforált korzettben alacsonyabb a bőr hőmérséklete és kisebb a pólók által felvett nedvességtartalom, mint a perforáció nélküli korzettben.

A továbbiakban az MSR készülék által összegyűjtött adatok alapján a különböző testrészek hőmérsékletének és páratartalmának változását vizsgálom.

A klímakamrában végzett vizsgálat során a program előtt és után mértem ruha nélkül mért testtömegem csökkenését, valamint a pólók tömegének változását. Mivel a hőleadás jelentősebb része a bőrön keresztül történik, és a furat nélküli korzett ezt akadályozza a törzs nagy részén, így a test által elpárologtatott víznek egy részét a ruházat szívja magába. A vizsgálatok során a bőr páratartalmának egy része mindhárom hőmérsékleti értéken a ruhák tömeg növekedésében kimutatható.

A továbbiakban a következő jelöléseket használom:

t_k	klímakamra hőmérséklete [°C]
t_b	bőr felületi hőmérséklete [°C]
p_b	bőr felületi páratartalma [%]
Δm_t	testtömeg változás [g]
Δm_p	póló tömeg változás [g]

Az 5.3-as táblázat a klímakamra $t_k=32^\circ\text{C}$ -ra beállított hőmérsékletén a test és az összes ruházati termék tömegének változását perforáció nélküli korzettben.

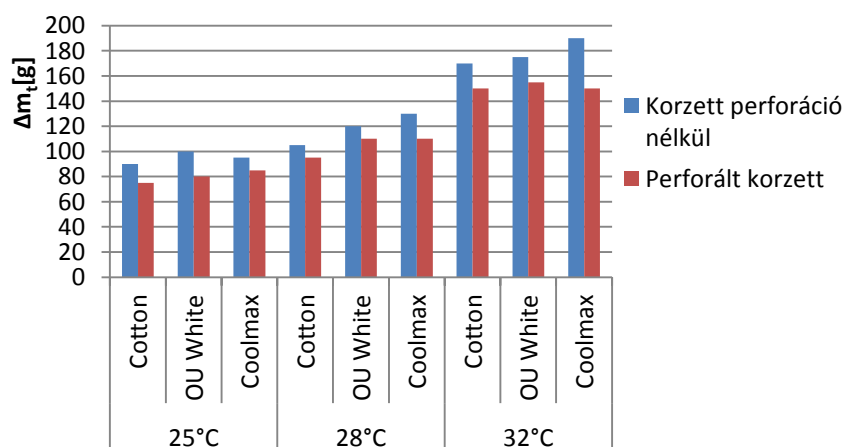
	pólóanyagok								
	Cotton			OU White			Coolmax		
	Mérés előtt [kg]	Mérés után [kg]	Különbőség Δm_t (g)	Mérés előtt [kg]	Mérés után [kg]	Különbőség Δm_t [g]	Mérés előtt [kg]	Mérés után [kg]	Különbőség Δm_t [g]
test tömeg ruha nélkül	53,72	53,55	170	53,49	53,345	175	54,53	54,34	190
egyéb viselt ruhák									
melltartó	0,0680	0,0702	2,2	0,0680	0,0702	2,2	0,0680	0,0702	2,2
női alsó	0,0260	0,0280	2,0	0,0260	0,0280	2,0	0,0260	0,0280	2,0
póló	0,1300	0,1400	10,0	0,1060	0,1170	11,0	0,0900	0,0986	8,6
nadrág	0,2240	0,2320	8,0	0,2240	0,2320	8,0	0,2240	0,2320	8,0
zokni	0,0260	0,0270	11,0	0,0260	0,0270	1,0	0,0260	0,0270	1,0
cipő	0,4480	0,4480	0,0	0,4480	0,4480	0,0	0,4480	0,4480	0,0
összes ruha	0,9220	0,9452	23,2	0,8980	0,9222	24,2	0,8820	0,9038	21,8

5.3 táblázat: Mérés során viselt ruházati termékek tömegváltozása

Méréseim során a viselt ruhák nedvességfelvételének eredményei azt mutatták, hogy míg a pólók által felvett nedvesség tömege változott, a többi ruha nedvességfelvétele a póló anyagától függetlenül azonos volt. Ezért csak a pólók tömegváltozásával foglalkozom.

A klímakamra $t_k=32^\circ\text{C}$ -os beállításánál Cotton anyagból készült póló az összes ruha által felvett nedvesség 43,1%-át, az OU White 45,4%-át, a Coolmax pedig 39,45% át vette fel.

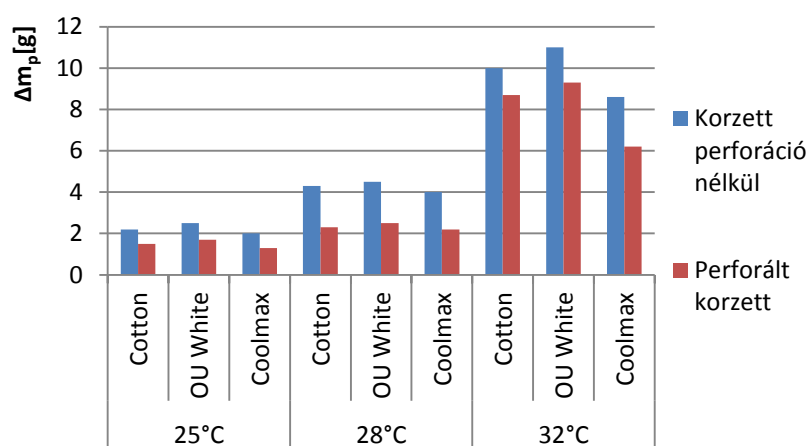
A klímakamra $t_k=32^\circ\text{C}$, $t_k=25^\circ\text{C}$ és $t_k=28^\circ\text{C}$ -os beállításánál a 3 különböző anyagból készült pólóban mért testtömeg változás eredményeit az 5.3-as ábrán mutatom be



5.3. ábra: Testtömeg változás perforáció nélküli és perforált korzett esetében

Az 5.3-as ábra alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a furat nélküli korzett viselésekor nagyobb volt a testtömeg változásom minden hőmérsékleten és mindhárom póló viselésekor, mint perforált korzett esetén. A mérések eredményeit a XXIII. mellékletben közlöm.

Az 5.4-es ábrán látható, hogy a perforáció nélküli korzettnél minden hőmérsékleten nagyobb volt a pólók nedvesség felvétele. $t_k=25^\circ\text{C}$ foknál a három anyagnál 31-35% közötti különbségek, $t_k=28^\circ\text{C}$ foknál 44-46% körüli, $t_k=32^\circ\text{C}$ fokon a Cotton 13%, az OU White 15% a Coolmax pedig 28%-os különbséget mutat a perforáció nélküli korzettben mért értékekhez viszonyítva. Ebből az látszik, hogy a hőmérséklet emelkedésével a furatok hatása egyre kisebb a pólók nedvesség elvezetése szempontjából. A mérések eredményeit a XXIV-es mellékletben közlöm.



5.4. ábra: Pólók tömeg növekedése mérési program után

5.4.1 Az eredeti és a perforált korzett vizsgálata a testrészek hőmérséklete és páratartalma alapján

Az ember a ruházatában akkor érzi jól magát, ha a bőrfelületén kb. $30-33^\circ\text{C}$, az átlag hőmérséklet és 80%-nál kisebb a relatív páratartalom. (Németh 1996)

Az MSR készülék adatai alapján elkészítettem az egyes mérésekhez tartozó hőmérséklet és pára diagramokat, melyeket a törzsön lévő szenzorok mértek. Így XXV-XXX-as mellékletben a háton (jobb lapockán), a hason és a mellkason (baloldalon) mért értékek láthatók. Ezen diagramok értékelését az 5.4.2-es fejezetben írom le részletesen.

A vizsgálat alatt a szenzorok az 5.4-es ábra szerint voltak rámerősítve. Ebből látható, hogy vannak szenzorok, melyek csak hőmérsékletet, és vannak, melyek csak a bőr páratartalmát mérik. A $t_k=25^\circ\text{C}$, $t_k=28^\circ\text{C}$ és $t_k=32^\circ\text{C}$ -os klímakamrában a bőr átlag hőmérsékleti adatait az 5.4, 5.5, és 5.6-os táblázatok adatai mutatják.

klímakamra hőmérséklete: tk=25°C	Cotton		OU White		Coolmax	
Testrészek	Bőrfelület hőmérséklete t _b [°C]					
	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben
Fej	34,52	34,38	34,77	33,18	34,19	33,58
Hát	33,61	33,38	32,64	33,08	32,92	33,15
Mellkas	34,80	34,79	34,53	34,04	34,86	34,59
Has	35,20	34,90	35,28	35,19	35,59	35,13
Comb	33,07	32,24	32,40	31,82	33,22	31,71
Hát, derék	34,44	34,06	33,54	33,09	33,82	33,33
Könyök	32,06	31,69	32,01	31,62	32,15	32,01
Kézfej	34,12	33,51	32,73	32,72	32,79	33,68
Átlag	33,98	33,62	33,49	33,09	33,69	33,40
Szórás	1,02	1,16	1,23	1,15	1,11	1,20
Átlaghőm különbség	0,36		0,39		0,30	

5.4. táblázat: 25 °C-on mért hőmérsékleti értékek a test szabvány szerinti pontjain

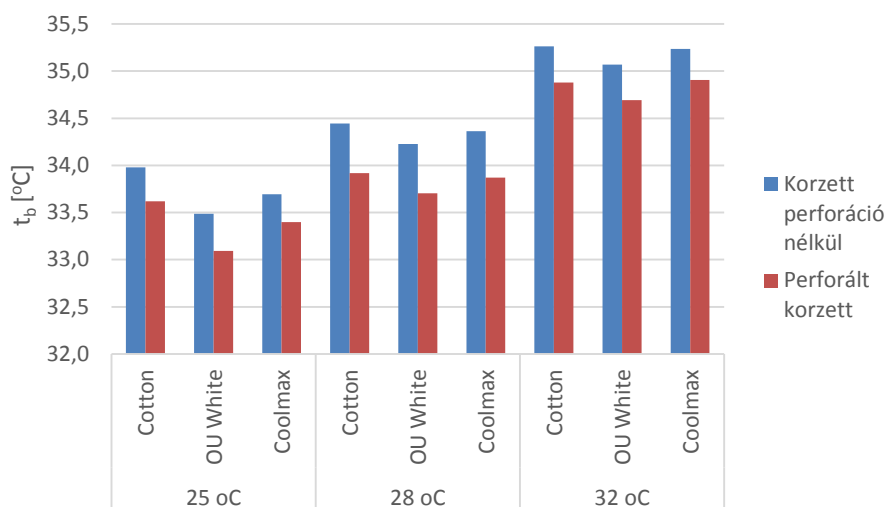
klímakamra hőmérséklete: tk =28°C	Cotton		OU White		Coolmax	
Testrészek	Bőrfelület hőmérséklete t _b [°C]					
	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben
Fej	34,83	34,51	35,08	34,64	34,55	34,37
Hát	34,18	33,43	33,77	33,67	34,39	34,01
Mellkas	35,33	34,89	34,54	34,45	35,22	35,28
Has	34,95	35,08	35,19	34,23	35,32	35,17
Comb	33,64	32,66	33,63	32,81	32,84	32,07
Hát, derék	34,94	34,63	34,34	33,58	34,51	34,18
Könyök	32,82	32,11	33,09	32,14	33,29	32,24
Kézfej	34,85	34,03	34,18	34,12	34,79	33,63
Átlag	34,44	33,92	34,23	33,71	34,36	33,87
Szórás	0,94	1,10	0,63	0,81	0,88	0,89
Átlaghőm különbség	0,52		0,52		0,49	

5.5. táblázat: 28 °C-on mért hőmérsékleti értékek a test szabvány szerinti pontjain

klímakamra hőmérséklete: tk =32 °C	Cotton		OU White		Coolmax	
Testrészek	Bőrfelület hőmérséklete tb[°C]					
	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben
Fej	35,36	35,23	35,81	35,39	35,996	35,67
Hát	35,66	34,85	34,9	34,37	34,96	34,72
Mellkas	35,1	34,42	35,27	35,15	35,18	34,88
Has	36,24	36,06	35,93	35,76	36,24	35,84
Comb	34,69	34,34	33,96	33,59	34,29	34,23
Hát, derék	35,51	35,03	35,09	34,77	35,74	35,29
Könyök	34,34	34,08	34,17	33,78	34,21	33,75
Kézfej	35,21	35,01	35,42	34,73	35,27	34,88
Átlag hőm	35,26	34,88	35,07	34,69	35,24	34,91
Szórás	0,55	0,58	0,66	0,67	0,68	0,65
Átlaghőm különbség	0,39		0,38		0,33	

5.6. táblázat 32 °C-on mért hőmérsékleti értékek a test szabvány szerinti pontjain

Az 5.6, 5.7, 5.8-as táblázat átlaghőmérséklet eredményeiből jól látszik, hogy a perforációval ellátott korzettben a testen mért hőmérsékleti értékek mindhárom vizsgált klímakamra hőmérsékleten és mindhárom pólóban alacsonyabbak. $t_k = 25^\circ\text{C}$ -os klímakamra hőmérsékleten a 0,3-0,4 °C-kal, $t_k = 28^\circ\text{C}$ -on 0,5 °C-kal, $t_k = 32^\circ\text{C}$ -on szintén 0,3-0,4 °C-kal csökkent a bőrfelület átlagos hőmérséklete. A legmagasabb testhőmérsékleti értékeket a hason és a mellkason, legalacsonyabb hőmérsékleti értékeket pedig a comb illetve a könyökön elhelyezett szenzorok mérték.



5.5. ábra: A bőrfelület átlaghőmérséklete 3 pólóban, perforáció nélküli és perforált korzettben

A klímakamrában 25 °C és 28 °C-os hőmérsékleti értéknél az OU White alapanyagból készült póló mikrokapszulás hatása látszik a mellkas, has és hát hőmérsékleti értékeinek átlaga alapján, de 32 °C –on mellkas hőmérséklete magasabb. A mérési pontok átlaghőmérséklete az OU White póló viselése során a legalacsonyabb mindhárom hőmérsékleti tartományban. A mérési program alatt mért mellkas, has és hát bőrhőmérséklet és pára értékeket XXV-XXX. melléklet tartalmazza. A test hőmérsékletének átlagértékeit mutatja az 5.5-ös ábra a három mérési hőmérséklet beállításánál.

A bőr nedvességtartalmát mutatja az 5.7-es táblázat 25°C hőmérsékleti értéken különböző anyagokból készült pólók viselése közben.

klímakamra hőmérséklete: tk=25°C	Cotton		OU White		Coolmax	
	Bőrfelület páratartalma p _b [%]					
	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzettben
Fej	64,12	62,56	68,66	65,32	71,06	70,45
Hát	63,18	55,20	59,26	55,72	59,48	58,92
Mellkas	96,23	94,02	62,38	61,42	92,83	91,36
Has	92,50	91,77	96,08	94,74	96,14	94,56
Comb	87,87	81,56	86,16	82,65	72,84	71,95
Átlag	80,78	77,02	74,51	71,97	78,47	77,45
Szórás	14,24	15,57	14,26	14,72	13,9	13,48
Átlagpára különbség	3,76		2,54		1,02	

5.7. táblázat: 25 °C-on mért pára értékek a test szabvány szerinti pontjain

A bőr nedvességtartalmát mutatja az 5.8-as táblázat 28°C hőmérsékleti értéken különböző anyagokból készült pólók viselése közben.

klímakamra hőmérséklet e: t _k =28°C	Cotton [%]		OU White [%]		Coolmax [%]	
	Bőrfelület páratartalma p _b [%]					
	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzett	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzett	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzett
Fej	79,66	78,14	86,32	85,41	73,96	73,85
Hát	66,4	64,11	65,37	62,73	65,36	64,32
Mellkas	94,42	87,91	89,59	86,5	96,92	94,83
Has	94,2	87,33	96,68	92,53	96,97	95,73
Comb	87,64	85,05	85,27	81,36	75,53	74,17
Átlag	84,46	80,51	84,65	81,71	81,75	80,58
Szórás	10,52	9,55	10,43	10,14	12,88	12,52
Átlagpára különbség	3,96		2,94		1,17	

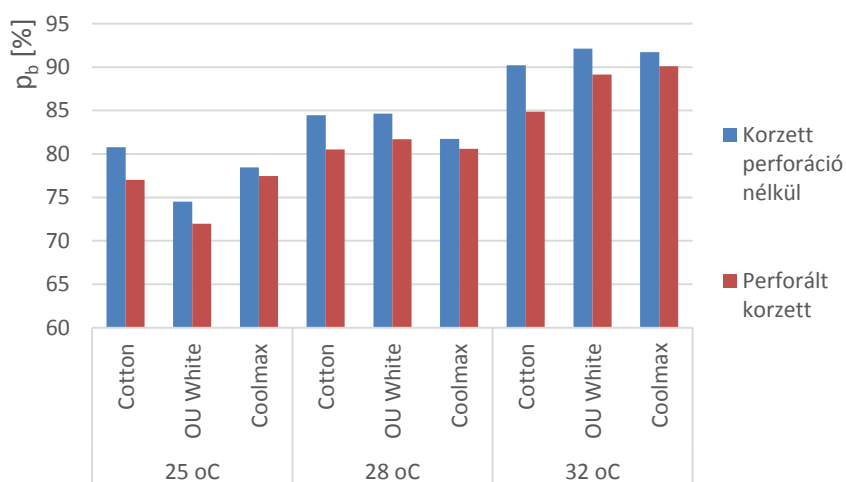
5.8. táblázat: 28°C-on mért pára értékek a test szabvány szerinti pontjain

A bőr nedvességtartalmát mutatja az 5.9-es táblázat 32°C hőmérsékleti értéken különböző anyagokból készült pólók viselése közben.

klímakamra hőmérséklete t _k =32°C	Cotton		OU White		Coolmax	
	Bőrfelület páratartalma p _b [%]					
	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzett	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzett	Korzett perforáció nélkül	Perforált korzett
Fej	90,28	87,53	92,99	89,66	89,99	88,08
Hát	84,32	73,77	85,46	83,45	88,46	86,51
Mellkas	93,56	90,51	93,92	88,4	97,92	96,41
Has	94,49	88,15	96,74	94,88	97,74	95,81
Comb	88,43	84,34	91,47	89,37	84,47	83,73
Átlag	90,22	84,86	92,12	89,15	91,72	90,11
Szórás	3,67	5,43	3,74	3,64	5,31	5,1
Átlagpára különbség	5,36		2,96		1,61	

5.9. táblázat: 32°C-on mért pára értékek a test szabvány szerinti pontjain

Az 5.6-os ábra a bőrfelület átlagos nedvességtartalmát mutatja a három vizsgált hőmérsékleten.



5.6. ábra: A bőrfelület átlagos páratartalma

5.4.2 Az eredmények értékelése

Minden vizsgálat alatt a klímakamra hőmérséklete, relatív páratartalma és légmozgása állandó volt, továbbá a 3 féle (ülés, séta, futás) mozgást végeztem minden egyes vizsgálati periódus alatt. A változó csak a póló alapanyag összetétele, és a korzett furatok nélküli és perforált változata volt. A vizsgálatok közben szubjektíven is összehasonlítottam az egyes pólók tulajdonságait korzettben és perforált korzettben.

A vizsgálat objektív adatai alapján bebizonyítható, hogy a klímakamrában beállított három hőmérsékleten (25°C, 28°C és 32°C) végzett kísérletek során, a testen mért átlaghőmérsékleti értékek a Cotton és OU White anyagnál is 0,3 és 0,5 °C-kal alacsonyabbak voltak a perforált korzettben. (Ez ugyan nem tűnik nagy értéknek, de a testhőmérséklet 1 fokos emelkedése már lázas állapotot is eredményezhet). Ugyanez nem mondható el a Coolmax anyagról, mert ott a perforáció nélküli és perforált korzett közti különbség sokkal kisebb, 0,02 és 1,19 °C között volt. A pólók által testről felszívott pára alapján is kijelenthető, hogy a korzetten elhelyezett furatok pozitívan befolyásolják a test kipárolgását. Az 5.9, 5.10, 5.11-es táblázatok szórásértékei 25°C és 28°C-on a test különböző pontjainak páratartalma között mindhárom pólóanyagnál jelentős eltérést mutatnak. 32°C-on a test ugyanazon pontjainak pára értékei ugyan mutatnak eltérést, de a test párolgásának mértéke itt már sokkal egyenletesebb. A testfelület páratartalmának mérési eredményeiből látszik, hogy 25 °C és 28°C között az eltérés számottevő, viszont 28°C és 32°C között már csak minimális eltérés mutatkozik az átlagértékek között.

Az elvégzett vizsgálatok alapján mérésekkel alátámasztva bebizonyítható, hogy a korzett minimális perforációjának (5%) is van hatása a bőr hőmérsékletének és páratartalmának csökkenésére.

A három póló közül az OU White és Cotton kellemes viselet volt mindhárom hőmérsékleten, de valójában nem volt érzékelhető a hőmérséklet és a póló által felvett páratartalom különbsége a perforált és a nem perforált korzett viselése között. Ennek egyik oka az, hogy a korzett felületét furatokkal csak 5%-kal csökkentettem. Másik oka, a vizsgálatok időtartama, ami csak 1 óra volt. Mivel egy korzett állt rendelkezésemre, a perforáció nélküli korzettben az első 3 nap mértem, a perforációval ellátottban pedig a második 3 napos periódusban. Szubjektíven könnyebb lenne értékelni a két korzett közti különbséget, ha ugyanazon anyagból készült pólót egymás után perforált és perforáció nélküli korzettel lehetne tesztelni.

5.5 Az objektív kelmevizsgálatok és a pólók szubjektív értékelésének összehasonlítása

A kelmék objektív vizsgálatait a 3. fejezetben (3.10 táblázat) ismertettem. A vizsgálatban szereplő 7 kelmét a korzettviselés szempontjából fontosnak ítélt szempontok szerint rangsoroltam. A vizsgált kelmékből pólókat készítettem, melyet 12 fő korzett viselő a korzetteseknek szervezett tábor 5 napján viselt és értékelt (4.3.1 fejezet, 4.5 táblázat). A tábor korlátozott időtartama és a rendelkezésemre álló anyagmennyiség miatt a Coolmax és az OU White kimaradt a szubjektív tesztelésből.

A kutatási munkám során klímakamrában elvégzett vizsgálatok közül disszertációm csak 3 félé alapanyagú póló tesztelését mutatja be korzettben és perforált korzettben.

Az 5.10-es táblázat eredményei alapján értékelem a kelmék alkalmasságát korzett alatti viselet elvárásai szerint.

Kelmék megnevezése	objektív sorrend kelmevizsgálatok alapján	szubjektív sorrend korzett viselők vélménye alapján	szubjektív sorrend klímakamrás vizsgálat alapján	korzett alatti viseletnek alkalmas
Coolmax	1	nem tesztelt	3	nem
OU Shirt	2	5	nem tesztelt	nem
OU Black	3	1	1	igen
OU White	4	nem tesztelt	nem tesztelt	nem
PES	5	4	nem tesztelt	nem
OU Fraser	6	3	2	igen
Cotton	7	2	nem tesztelt	igen

5.10. táblázat: Objektív kelmevizsgálatok és szubjektív vélemények összehasonlítása

A *Coolmax* anyag az előzetes objektív kelmevizsgálatok alapján a rangsorban a 1. helyezést kapta, és feltételeztem, hogy mint korzett alatti viseletet ajánlhatom korzettet

viselőknél. Ennek az anyagnak ugyan rendkívül jó a nedvszívó és légáteresztő képessége, de a nedvességet nem tudja továbbítani a környezet felé, mert a korzett lefedi a test felületét, ezért a póló és bőr között kialakuló nedvesség magas hőmérsékleten csípő, szúró, viszkető érzést idéz elő a bőrön. A Coolmax anyagból készült póló rugalmassági tulajdonságai sem felelnek meg az elvárásoknak, de az anyag korzett nélkül kellemes viselési tulajdonságokkal rendelkezik és alkalmazható a korzett huzat külső anyagraégeként. Ezt az anyagot nem javaslom korzett alatti viseletként.

Az *OU Shirt* a kelmevizsgálatok alapján a rangsorban a második, a korzettet viselők véleménye alapján azonban az utolsó, 5. helyet kapta. Ennek oka, hogy ez egy kereskedelemben vásárolt, bordás kötéstehnológiával készült kelme, szabászati kialakítását tekintve pedig egyenes vonalú póló. A bordás kötés miatt az anyag „mintázatot” hagy a testen, szabászati kialakítása miatt korzett alatt gyűrődik, ezért nem felel meg a korzettet viselők számára.

OU Black anyag az objektív kelmevizsgálatok alapján a harmadik helyen, a korzettesek véleménye alapján az anyag fogását és viselési kellemességét tekintve a legjobb, a többi kelmét megelőzve. Jó rugalmasságú, jó bőrszenzorikus érzést keltő anyag, javaslom korzett alatti viselet céljára.

OU White kelme csak az objektív kelmevizsgálatokban vett részt és az *OU black* után következik a rangsorban. Szubjektív tesztelés hiányában nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy korzett alatti viseletként megfelel.

A *PES* kelme minimális nedvszívó képessége miatt, és a korzettesek negatív tapasztalatai miatt nem felel meg korzett alatti viselet céljára.

Az *OU Fraser* a kelmevizsgálatok alapján az utolsó előtti helyen végzett, de a korzettes gyerekek véleménye és saját tapasztalataim alapján is kellemes viselet, megfelel korzett alatti öltözet céljára.

A *Cotton* kelme a kelmevizsgálatok alapján a leggyengébb, utolsó helyet foglalja el, de a korzettes tábor lakóinak szubjektív tesztje alapján a legjobban követte a test vonalát, és szorítását tekintve a legkényelmesebb viseletnek bizonyult. Saját tapasztalatom, és a kelmék ár-érték arányát figyelembe véve megfelelőnek tartom korzett alatti viselet céljára.

6 Új tudományos eredmények összefoglalása

Irodalomkutatásaim alapján részletes képet kaptam a korzett használatának fontosságáról, és arról, hogy a gerincferdülés egyes eseteiben elengedhetetlen a gyógyászati segédeszköz használata. Sokféle kialakítású korzettet alkalmaznak a világban, melyekkel a gerinc deformitását úgy kezelik, hogy a viselőket folyamatos koncentrálással készítetik a helyes testtartásra. Jómagam is viseltem a vizsgálatokon kívül gyógyászati céllal a Salus Kft. által készített korzettet, így megtapasztaltam a viselésével kapcsolatos nehézségeket. A Chéneau típusú korzett fiziológiai tulajdonságainak javítása céljából az irodalomkutatásom során megkerestem azokat a funkcionális és intelligens kelméket, melyek javítják a fiziológiai komfortot, főleg meleg időjárási körülmények között.

Beszereztem 7 különböző anyag összetételű kelmét. Ezek között van hagyományos pamut és poliészter alapanyagból készült, egy funkcionális szerkezetű Coolmax márkanevű, valamint 3 intelligens fázisváltó mikrokapszulákkal ellátott Outlast márkanevű poliészter alapanyagú kelme, továbbá egy kereskedelembe vásárolt mikrokapszulákat tartalmazó konfekcionált póló. Az anyagok tulajdonságait textilvizsgálatok alapján rangsoroltam.

A kelmék különböző rugalmassági tulajdonságai alapján a szerkesztési méretek meghatározására és viselés során a testet terhelő szorítóerő kapcsolatára kidolgoztam egy méretezési eljárást, amely szerint a test komfortérzete az anyagok rugalmasságától függetlenül mindig azonos. Korzett alatti viseletnél ez azért fontos, mert ha gyűrődés keletkezik a pólón viselés közben, az bőrrritációhoz vezethet. Ezt az eljárást a rugalmas kelmékkel dolgozó cégek is alkalmazhatják gyártás során. Ha ugyanazt a terméket különböző rugalmasságú anyagokból szeretnék legyártani, a próbagyártáskor készített próbadarabok száma csökkenthető.

Vizsgálataimmal bizonyítottam továbbá, hogy a korzett szellőző furatokkal való ellátása hatással van a viselési komfortra. A szilárdsági követelményeket figyelembe véve furatok számának és méretének meghatározásához létrehoztam egy olyan méretezési eljárást, mely szerint a szabad felület aránya, a furatok száma és mérete függvényében egy adott nem formázott sík korzett anyagnál meghatározható az erő, a furat átmérő és a szilárdsági jellemzők.

Kérdőíves formában felmértem a korzettet viselő gyerekek igényeit a korzett alatt viselt ruházatukkal kapcsolatban. Interjút készítettem szüleikkel is, és azt tapasztaltam, hogy eddig még senki nem foglalkozott a korzett alatti ruházatkódás problémáival. Figyelembe véve az irodalomkutatásom eredményeit is, kijelenthetem, hogy a korzett alatti ruházat vizsgálatával és kialakításával én foglalkozom először.

A felmérés alapján elkészítettem egy póló prototípust 5féle alapanyagból, (összesen 60 db pólót), melyeket 12 fő korzettet viselő lány tesztelt nyáron, egy speciális korzetteseknek szervezett táborban. Az általuk kitöltött kérdőívet értékelve, és személyes beszélgetés alapján összegyűjtött információkat figyelembe véve kialakítottam még kétféle szabásvonal variációt. A tervezett pólók modellezésénél figyelembe vettem

Chéneau korzett jellemző nyomáspontjait. A dolgozatban tervezett 4.8 és 4.9, 4.13, 4.14-es ábrákon bemutatott póló szerkezeti megoldása készülhet sorozatgyártásban, de egyéni igények is megvalósíthatók, melyre egy példát a 4.15-ös ábra mutat.

Saját tapasztalataim és a korzett viselők véleménye alapján megállapítottam, hogy a korzett viselésének fiziológiai hatása magas hőmérsékleten a legkellemetlenebb.

Klímakamrás méréseket végeztem perforáció nélküli és perforált korzettben és 3 eltérő anyagösszetételű pólóban (22°C, 25°C, 28°C és 32°C) fokon. A klímakamra beállítása a hőmérsékleti értékek kivételével állandó volt. Az elvégzett vizsgálatok során a test tömegének változását, a pólók nedvességfelvétele, a bőrön mért hőmérséklet és páratartalom értékek alapján bebizonyítottam, hogy a korzett perforációjának van mérhető hatása. Ez azért érdekes, mert Magyarországon a korzetteket készítő vállalkozások nem tartják fontosnak a korzett anyagának perforálást. A mechanikai tulajdonságok csökkenésére és a korzett viselésének hatásaira hivatkoznak, mert ez a gyógyászati segédeszköz a testre ható kellemetlen nyomással fejti ki gyógyító hatását.

A korzett testre gyakorolt hatása perforálatlan és perforált korzettben is ugyanaz, viszont már 5%-ban perforált korzettben bizonyíthatóan javul a test hőleadása, csökken a páratartalma, ezáltal javul a komfortérzet.

A 7 féle póló anyag objektív értékelését a 3.12-es táblázat tartalmazza. A korzettet viselők a tábor ideje és a rendelkezésemre álló anyagok mennyisége miatt már csak 5 féle anyagot teszteltek, és jómagam a klímakamrában a korzett perforáció nélküli és perforált változatában 3 félért. Az objektív és szubjektív vizsgálatok alapján az egyértelműen kijelenthető hogy a PES kelme nem felel meg az elvárásoknak. A Coolmax anyagot a szubjektív értékelésem alapján szintén nem javaslom korzett alatti viseletnek. Amit jó szívvel ajánlhatok az OU Black és OU Fraser, amelyek tulajdonságai az objektív és szubjektív vizsgálatok alapján is minden szempontból kellemes fiziológiai közérzetet biztosítanak a korzett alatt viselve. A Cotton kelme a kelmevizsgálatok alapján nem szerepelt jól, de könnyebben beszerezhető, olcsóbb, és viselési tulajdonságait tekintve is megállja a helyét korzett alatti viseletként.

6.1 Új tudományos eredmények, tézisek

1. Tézis

Kidolgoztam az alsóruházatok szabásmintáinak szerkesztéséhez egy húzóvizsgálatokra alapozott méretezési eljárást, melynek alkalmazásával a különböző rugalmasságú, nagynyúlású kelmékből készülő alsóruházatok viselése során a testet mindig azonos, megfelelő komfortérzetet biztosító szorítóerő terheli. A méretezési eljárás lényege, hogy az adott alapanyag sor- és pálcirányú húzóvizsgálati görbéjéből meghatározható a viselési próbák alapján megfelelőnek ítélt sor- és pálcirányú húzóerőhöz tartozó megnyúlás, és ebből számolható mindkét irányban az alsóruházatok nagysága. Így az eltérő rugalmasságú anyagok a testen azonos kompressziót biztosítanak, nem gyűrődnek, nem ráncosodnak és nem okoznak a korzett alatt bőrfelületi sérüléseket.

2. *Tézis*

Kidolgoztam a korzett alatti viselésre alkalmas pólók szabásvonalainak elhelyezési módszerét, melynek lényege, hogy a szabásvonalak elkerülik a korzetteken előforduló nyomáspontokat. Ezzel a módszerrel kidolgoztam háromféle szabásvonal elhelyezést, amelyek alkalmazásával a pólók a korzettet viselők többségének megfelelnek, és így sorozatban, gazdaságosan gyárthatók. Azok részére, akiknek ez a háromféle típus nem felel meg, a testen viselt korzett termovíziós felvételei alapján a szabásminták egyedileg módosíthatók, és kis többletköltséggel elkészíthetők.

3. *Tézis*

Kidolgoztam a korzett légáteresztő képességét növelő furatok elhelyezésének és méretének meghatározására szolgáló, hárompontos hajlító vizsgálaton alapuló, mechanikai méretezési eljárást. Az eljárás segítségével bármely méretű felületre meghatározható a furatok átmérőjének, valamint a perforált felület arányának ismeretében, a furatok száma. Az eljárás segítségével létrehozott diagram alapján a furatok számának és átmérőjének függvényében, egy adott korzett anyagnál meghatározható a perforált felület aránya, az erő és a határhajlító feszültség, a vizsgált próbatest méreteire vonatkoztatva.

4. *Tézis*

Mérésekkel bizonyítottam, hogy klímakamrában beállított, 25°C, 28°C és 32°C-os hőmérsékleteken, állandó légmozgás és páratartalom mellett, különböző aktivitások közben (ülés, séta, futás), perforáció nélküli és a korzett felületének 5%-át kitevő perforációval ellátott korzettben végzett vizsgálatok alapján, hogy a korzett felületének 5%-át kitevő perforáció alkalmazása a tesztsubjekt fiziológiai állapotára pozitív hatással van.

Három különböző alapanyagú pólóban végzett mérések eredményei alapján kimutattam:

- 4.1 A mérések során a perforációval ellátott korzett esetén a tesztsubjekt testsúlycsökkenése 25°C-os klímakamra hőmérsékleten 10-20%-kal, 28°C-os klímakamra hőmérsékleten 8-16%-kal, 32°C-os klímakamra hőmérsékleten 11-22%-kal kisebb volt, mint perforáció nélküli korzett esetében.
- 4.2 A mérések során, a perforációval ellátott korzett esetén a korzett alatt viselt pólók által felvett nedvesség 25°C-os klímakamra hőmérsékleten 31-35%-kal, 28°C-os klímakamra hőmérsékleten 44-46%-kal, 32°C-os klímakamra hőmérsékleten 13-28%-kal kisebb volt, mint perforáció nélküli korzett esetében.
- 4.3 A vizsgálatok során, a perforációval ellátott korzett esetén a bőrfelületen mért hőmérsékletek átlagos értéke 25°C-os klímakamra hőmérsékleten 0,3-0,4°C-kal, 28°C-os klímakamra hőmérsékleten 0,5°C-kal, 32°C-os klímakamra hőmérsékleten 0,3-0,4°C-kal kisebb volt, mint perforáció nélküli korzett esetében.

4.4 A vizsgálatok során, a perforációval ellátott korzett esetén, a bőrfelületen mért páratartalmak átlaga abszolút értékben 25°C-os klímakamra hőmérsékleten 1,1-3,8%-kal, 28°C-os klímakamra hőmérsékleten 1,1-3,9%-kal, 32°C-os klímakamra hőmérsékleten 1,6-5,4%-kal kisebb volt, mint perforáció nélküli korzett esetében.

5. *Tézis*

Objektív kelmevizsgálatokra alapozott súlyozott rangsorolással és a korzett viselők szubjektív értékelésének összehasonlítása alapján bizonyítottam, hogy mindkét vizsgálat tárgyát képező 5 kelme közül, a korzett- viselés szempontjából egyértelműen az OU Black nevű kelme a legalkalmasabb korzett alatti viseletként.

6.2 **Az eredmények gyakorlati haszna**

A disszertációm eredménye konkrét, használható késztermék. A prototípusokat tesztelésre kiadtam korzettet viselőknél. A korzettes lányok (tesztelők) megkapták a pólókat és azóta is viselik. Már a prototípussal kapcsolatban is pozitív visszajelzések érkeztek. Több szülő keresett már fel, hogy hol lehet megvásárolni a készterméket. A pólók forgalmazásával kapcsolatban felkeresett a Salus Kft, akik gyógyászati segédeszközöket forgalmaznak. A pólókat a kidolgozott technológia szerint a Felina Hungária Kft. gyártaná. További célkitűzésem, hogy a terméket egészségbiztosítási pénztárral rendelkezők kedvezményesen vásárolhassák, illetve a szabadság kedvező elbírálása után gyógyászati segédeszközök lajstromába kívánom felvetetni.

6.3 **További megoldásra váró feladatok**

Az elvégzett kutatómunkám rávilágít, hogy a disszertációmban vizsgált Chéneau korzett mellett, sok más korzettípus is létezik, melyeket nem csak gyerekek, de felnőttek is viselnek. Ehhez igazodva tervezem a továbbiakban olyan alsóruházat kialakítását, amely másfajta korzettet viselő igényeit is figyelembe veszi. Tervezem továbbá, hogy az irodalomkutatásomban bemutatott anyagok közül olyan, több anyagból álló kombinációval dolgozok ki terméket, pl. a pólók hálójához más összetételű és szerkezetű textília használatával, amely kissé enyhíti a korzett hálójánál fellépő kellemetlen nyomását, csökkenti a kellemetlen izzadást és szaghatást. A dolgozatomban bemutatott egyéb alsóruházati termékek fejlesztését is igénylik a korzettet viselők, amit további kutatási célként tűzök ki.

Az elvégzett fiziológiai vizsgálatok és eredmények felhasználásával további célként tűzöm ki továbbá a perforált és nem perforált korzett fiziológiai vizsgálatát több mérőszemély bevonásával. A saját méréseim eredményeit kiegészítve tervezem a hőérzet számszerűsítésével is alátámasztani a perforált korzett jobb fiziológiai hatását.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném a köszönetemet kifejezni mindazoknak, akik segítségével, támogatásukkal, munkájukkal hozzájárultak dolgozatom elkészüléséhez. Szeretném megköszönni konzulenseimnek, hogy szakmailag folyamatosan segítették munkámat.

Köszönettel tartozom a Maribori Egyetem, Textil Anyagtudomány és Tervezés Tanszék, Ruhaipari Laboratórium vezetőjének, hogy biztosította számomra a hőkamra használatát, a BME Polimertechnika Tanszék munkatársának a 3 pontos hajlító vizsgálat elvégzéséhez valamint a NYME Papíripari Technológiák Intézet munkatársának SolidWorks 2013 Education (© Dassault Systems S. A.) rendszer használatához nyújtott segítséget.

Köszönöm kollégáimnak a kelmevizsgálatokhoz és dolgozatom elkészítéséhez nyújtott segítséget, értekezésem alapos átnézését és építő jellegű kritikáikat.

Külön köszönettel tartozom a BME Polimertechnika Tanszék munkatársának a sok segítségért és a lehetőségért, hogy csatlakozzak az - Ortopédiai deformitások megfigyelésére és gondozására szolgáló intelligens eszköz és módszer kifejlesztése című BME Gerinco2 TECH-08-A 1/2-2008-0121- projekthez, amely, munkámhoz az anyagi forrásokat biztosította.

Ezúton köszönöm Felina Hungária Kft. Ügyvezető igazgatójának valamint a termelési és logisztikai vezetőjének, hogy lehetőséget biztosítottak az alsóruházati termékek elkészítéséhez a cég Szeghalmi üzemében.

Köszönöm a Salus Kft. vezető ortopédtechnikusának a sok információt, a lehetőséget, hogy találkozhasak a korzettes gyerekekkel valamint a számomra készített korzettet. A Salus Kft. gyógytornászainak köszönöm, hogy segítettek a korzettes táborban és felügyelték a pólók viselését.

Külön köszönöm édesanyámnak, férjemnek és gyermekemnek kitartó támogatásukat, és a nyugodt háttér biztosítását.

Irodalomjegyzék

Tudományos cikkek, könyvek:

1. Armstrong, L. E., E. C. Johnson, D. J. Casa, M. S. Ganio, B. McDermott., L. Yamamoto, R. M. Lopez, H. Emmanuel (2009): Thermal, Cardiovascular, pervormance & Athropomorphic Evaluation of the American Football Uniform, Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Ergonomics, Boston (USA), August 2-7, 2009 pp. 76-79 ISBN:978-1-74128-179-8
2. Aulisa, A.G, G. Mastantuoni, M. Laineri, F. Falciglia, M. Giordano, E. Marzetti · V. Guzzanti (2012): Brace technology thematic series: the progressive action short brace (PASB), Scoliosis 2012 febr. Vol 7, DOI:10.1186/1748-7161-7-6 ISSN 1748-7161
3. Árokszállási, K. (2010): Hőtárolás a jövő technológiája, Roxa Kft.kiadó Érd 2010 pp 84-85. ISBN 978-963-08-1681-6
4. Bagnall, K.M. (2008): Using a synthesis of the research literature related to the aethiology of adolescent idiopathic scoliosis to provide ideas on future directions for success, Scoliosis, 2008 febr. DOI:10.1186/1748-7161-3-5 ISSN 1748-7161
5. Bartels, V. T. (2003): Thermal comfort of aeroplane seats: influence of different seat materials and the use of laboratory test methods, Applied Ergonomics 2003 pp 393–399 ISSN: 0003-6870
6. Bartkowiak, G., E. Szucht (2002): Liquid Sorption in Two-Layer Packetsof Structurally Differentiate Knitted Materials, Fibers& Testiles in Eastern Europe December 2002 Vol. 39 no.4 pp 45-48 ISSN 1230-3666
7. Baussan, E. M.-A. Bueno, R.M. Rossi, S. Derler (2010): Experiments and modelling of skin-knitted fabric friction, Wear, Volume 268, Issues 9–10, 2010/3, pp. 1103–1110 ISSN: 0043-1648
8. Bánhidi, L., Garbai L, Bartal I. (2008): A humánkomfort komplex mutatói, az emberi test statikus és dinamikus hőmérlege, Magyar Épületgépészet, LVII. 2008/10 pp16-10 ISSN 1215-9913
9. Bánhidi, L. Kajtár L (2000): Komfortelmélet, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000 ISBN 963 420 633 6
10. Bellyei, A., Ceizel A., Barta O., Magda T., Molnár L. (1977): *Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Hungary*, Acta Ortophed Scand Dev. 1977/48 pp 177-180
11. Bivainyté, A., D Mikucioniené (2012): Influence of Shrinkage on Air and Water Vapour Permeability of Double-Layered Weft Knitted Fabrics, Materials Science, 2012 Vol. 18, No. 3. 2012 pp.271-274 ISSN 1392–1320

12. Borsa, J. (2010): Új szál: poitejsav, Magyar Textiltechnika LXIII. évf. 2010/5 pp 192-204. HU ISSN 2060-453X
13. Byrne, M.S., Garden, A.P.W. , Fritz, A.M. (1993): Fiber Types and End-uses: A Perceptual Study, Journal of Textile Institute, Vol 84, Issue 2 1993 pp 275-288, ISSN 1754-2340 DOI: 10.1080/00405009308631269
14. Cox, R. (2000): Outlast – Thermal Regulation were it is needed 39th International Man-Made Fibres Congress, Dornbirn 2000. szeptember 13-15. proceeding
15. Czvikovszky, T., Nagy P., Gaál J. (2013): A polimertechnika alapjai Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar, Budapest, 2013, pp 38, 89 ISBN/ISSN - 963-420-621-2
16. Csűrös, Z., Rusznák I.:(1964): Textilkémia Tankönyvkiadó Budapest 1964 pp 42-43, 188-189 ISBN:963-320-444-5
17. Daams B. J. (1994): Human force exertion in user-product interaction. Delft University of Technology, physical ergonomics nr. 2, Delft University Press,Delft, The Netherlands ISBN 90-6275-955-5
18. Danka, L., Träger G., Paróczy A., Tamás P., Molnár., Szakály N.(2013): Mechanical scanner of vertebral column, Biomechanica Hungarica 2013. VI/ 1. pp 47-55. ISSN 2060-0305
19. Dongping, L.I., N.I. Mai (2009): Moisture Properties of Coolmax Fiber Blended with Regenerated Cellulose Fibers, Proceeding, Second International Conference on Information and Computing Science, pp 129-131 DOI 10.1109/ICIC.2009.141
20. Eising, F., G.J. Verkerke, A.G. Veldhuizen (2011): Numerical Modelling of Scoliosis Correction, Enschede, 2011, G.J. Meijer, pp.13-19 ISBN 978-90-365-3229-7 1
21. Egészségügyi Közlöny (2009): Az Egészségügyi Minisztérium szakmai protokollja a scoliosis rehabilitációjáról, Magyar Közlöny Lap- és Könyvkiadó Budapest, 2009 LIX évf. 21. sz. pp 3017-3023 ISSN 1419-029X
22. Elanie, N. (1991): Human anatomy and physiology, The Benjamin/Cumming Publishing company, Inc. Redwood City, California 1991 pp 196 ISBN 0-8053-4281-8
23. Fogarty, A.L., W. H. Sinclair, S. Rudzki, M. J. Patterson (2009): Influence of Undershirt Type on Physiological Responses While Exercising in the Heat, Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Ergonomics, Boston (USA), August 2-7, 2009 pp. 81-84 ISBN:978-1-74128-179-8

24. Fanger, P.O. (1970): Thermal Comfort: analysis and applications in environmental engineering, New York 1970 McGraw-Hill Book Company ISBN 875701 0341 0
25. Gallo, G. Wood, R. Dallmayer (2011): Quality Control of Idiopathic Scoliosis Treatment in 147 Patients while Using Brace American Journal of Prosthetics and Orthotics, Volume 23 • Number 2 • April 2011. pp. 69-77 ISSN 1040 8800
26. Grósz, G., Lauter B., Lenaerts G., Pákozdi D., Vámos K., Kiss S., Szőke Gy., Terebessy T. (2013): The trunk model: a multisegment approach of the thorax Biomechanica Hungarica VI/1. pp 165-174 ISSN 2060-0305
27. Gyimesi, J. (1968): Textilanyagok fizikai vizsgálata, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968
28. Hassan, M, Qashqary K, Hassan HA, Shady E, Alansary M. Influence of Sportswear Fabric Properties on the Health and Performance of Athletes. Fibers & Textiles in Eastern Europe 2012; Vol.: 20, No. 4 (93) pp 82-88. ISSN 1230-3666
29. Jederán, M, Tárnoky F. (1979): Textilipari kézikönyv, Műszaki könyvkiadó Budapest 1979 ISBN:9631027066
30. Katz, D. E., J.A.Herring, R.H.Browne, D.M. Kelly, J.G.Birch (2010): Brace wear control of curve progression in adolescent idiopathic scoliosis. The Journal of Bone and Joint Surgery, 2010/7, pp 92. 1343-1352 ISSN 0021-9355 DOI: 10.2106/JBJS.I.01142
31. Kenney, W.L. , G. Havenith (1993): Heat stress and age: Skin blood flow and body temperature. Journal of Thermal Biology, Volume 18, Issues 5–6, 1993, pp. 341–344 ISSN: 0306-4565
32. Kindler, J., Papp O. (1977): Komplex rendszerek vizsgálata Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977 pp76-78 ISBN: 963 10 1830 X
33. Kokasné, P.L. (2010): A jövő textíliái. Magyar Textiltechnika LXIII.évf. 2010/3 pp 105-112, HU ISSN 2060-453X
34. Kowalski, K., J. Janicka, T. M.Lipińska, M. Nyka (2010): Impact of Raw Material Combination on the Biophysical Parameters and Underwear Microclimate of Two-Layer Knitted Materials. Fibers & Textiles in Eastern Europe 2010, Vol. 18, No. 5 (82) pp. 64-70. ISSN 1230-3666
35. Kutasi, Cs. (2009): Újszerű textilnyersanyagok és szerkezetek I, Magyar Textiltechnika LXII. évf. 2009/1 pp 237-241, HU ISSN 2060-453X
36. Kutasi, Cs. (2010): Újszerű textilnyersanyagok és szerkezetek II, Magyar Textiltechnika LXIII. évf. 2010/1 pp 12-17, HU ISSN 2060-453

37. Lazaro, A.; Dolado P.; Marin, J. M.; Zalba B.(2009): PCM-air heat exchangers for free-cooling applications in buildings: Empirical model and application to design Energy Conversion and Management, 2009, Vol.50 (3), pp.444-449 ISSN: 0196-8904; DOI: 10.1016/j.enconman.2008.11.009
38. Lázár, K. (2013): Techtextil 2013, Magyar Textiltechnika LXVI.évf. 2013/3 pp 127-133, HU ISSN 2060-453X
39. Lázár, K. (2006): A körkötött üreges kelmék, Magyar Textiltechnika, LIX. évf., 2006/2, pp. 37-38. HU ISSN 2060-453X
40. Li, Y. (2002): The Science of Clothing Comfort, Textile Progress, Vol. 31, pp. 122, 2002, ISSN 0040-5167
41. Liu, Y., H. Hu (2011): Compression property and air permeability of weft-knitted spacer fabrics, The Journal of The Textile Institute Vol. 102, No. 4, April 2011, pp 366–372 DOI: 10.1080/00405001003771200 ISSN 0040-5000
42. Loon, P., M. Roukens, J. Kuit, F. Thunnissen (2012): A new brace treatment similar for adolescent scoliosis and kyphosis based on restoration of thoracolumbar lordosis. Radiological and subjective clinical results after at least one year of treatment, Scoliosis 2012 nov DOI:10.1186/1748-7161-7-19 ISSN 1748-7161
43. Marlok, F. (2007): Magyar Gyógytornászok Társaságának lapja, 2007. 16/ 3. pp 20-22. ISSN 1789-4492
44. Mauroy, C., C Lecante, F. Barral (2011): Brace Technology" Thematic Series - The Lyon approach to the conservative treatment of scoliosis, Scoliosis, 2011 ápr. DOI:10.1186/1748-7161-6-4
45. **Mather, R. R.** (2008): Intelligent textiles. Review of Progress in Coloration, 2008. Issue 1 pp. 36–41 ISSN: 1478-4408, DOI:10.1111/j.1478-4408.2001.tb00136.x
46. Mecheels, J. (1998): Körper – Klima – Kleidung, Fachverlag Schiel & Schön GmbH. ISBN 3-7949-0619-5
47. Mondal, S. (2008): Phase change materials for smart textiles – An overview, Applied Thermal Engineering, 2008 Vol.28, Issues 11–12 pp. 1536-1550 ISSN: 1359-4311
48. Mráz, Gy., Sarlós I. (1994): Textil- és ruhaipari anyag- és áruismeret Műszaki könyvkiadó Budapest 1994 pp33-34 ISBN: 963-16-0323-7
49. Müller, M. & Shon: Rundschau für Internationale Damenmode (2007) by Rundschau-Verla Otto G Königer GmbH&Co Kb München 2007
50. Müller, M. & Shon: Damen-Rudschau 12/1999

51. Nejman, A., B. Goetzendorf-Grabowska (2013): Heat balance of textile materials modified with the mixtures of PCM microcapsules, *Thermochimica Acta* Vol. 569 Issue 1-2 (2013) 144–150 ISSN: 0040-6031
52. Nielsen, R., Nielsen B., Influence of skin temperature distribution on thermal sensation in a cool environment, *European Journal of Applied physiology and occupational physiology*, 1984 Vol 53, Issue 3 pp. 225-230. ISSN 1439-6319 DOI10.1007/BF00776594
53. Nilsson, O. (2004): *Comfort Climate Evaluation with Thermal Manikin Methods and Computer Simulation Models*, National Institute for Working Life 2004 Stockholm ISBN 91–7045–703–4
54. Olsen, B.W.(1984): How many sites are necessary to estimate a mean skin temperature. *Thermo Physiology*, Raven Press, New York 1984 pp33-38
55. Orosz, M (2005): Az idiopathiás scoliosis konzervatív kezelése, *Gyermekegyógyászat* 2005/6 pp 651-657 ISSN: 0017-5900
56. Orosz, M. (2000): Hibásan készített és alkalmazott Chéneau-korzetek kudarca a strukturális scoliosis kezelésében, *Magyar Traumatológia Orthopédia* 43/2 pp 83-90. ISSN 1217-3231
57. Paniti, I. (2012): Polietilén alapú extrém sporteszköz és gyógyászati segédeszköz alternatív gyártási módszere online minőségellenőrzéssel, *Műanyag és Gumi* 2012. 49. évf. 12. pp 465-468 ISSN: 1589-6269
58. Patias, P. T. B. Grivas, A. Kaspiris, C. Aggouris, E. Drakoutos (2010): A review of the trunk surface metrics used as Scoliosis and other deformities evaluation indices *Scoliosis* 2010 jun vol 5. doi:10.1186/1748-7161-5-12 ISSN 1748-7161
59. Raghavendra, R H., Atul D., M. G. Kamath (2005): Nanofiber nonwovens, *Materials Science & Engineering Nonwovens Science and Technology*, 2005/6. pp 554-559
60. Raghavendra, R. H., Atul D., Kamath M. G (2004): Bicomponent Fibers, *Nonwovens Science and Technology* 554 II 2004 apr.
61. Raj, S., S. Sreenivasan (2009): Total Wear Comfort Index as an Objective Parameter for Characterization of Overall Wearability of Cotton Fabrics, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, Vol 4, Issue 4 2009 pp 29-41 ISSN 1558-9250
62. Révai, T., Halász M., Magyar Z., Bánhidi L., Lenkovics L., Laborcz gy.P. (2011): A doni katonaruházat minősége és viselési komfortja- egy vizsgálat tapasztalatai, *Magyar Textiltechnika* LXIV.évf. 2011/1 pp 31-33, HU ISSN 2060-453X

63. Salaün, F., E. Devaux, S. Bourbigot, P. Rumeau: (2010): Thermoregulating response of cotton fabric containing microencapsulated phase change materials, *Thermochimica Acta* 506 (2010) pp. 82–93 ISSN: 0040-6031
DOI:10.1016/j.tca.2010.04.020
64. Sanchez, P., M. V. Sanchez-Fernandez, A. Romero, J. F. Rodríguez, L. Sánchez-Silva (2010): Development of thermo-regulating textiles using paraffin wax microcapsules, *Thermochimica Acta*, Vol. 498 Issue 1-2, 2010 pp16–21 ISSN: 0040-6031
65. Shim, H., McCullough E. A., Jones B.W. (2001): Using Phase Change Materials in Clothing, *Textile Research Journal* Vol. 71, Issue 6, June 2001, Pages 495-502
ISSN 174677-48
66. Szakály, N., Tamás P., Terebessy T., Végvári D., Marschalkó P., Basch L. (2013): Depth sensors in screening of scoliosis, *Biomechanica Hungarica* 2013. VI/1. pp. 75-83. ISSN 2060-0305
67. Szakály, N., Tamás P., Terebessy T., Végvári D., Marschalkó P., Basch L. (2013): Internet database of scoliosis screening, *Biomechanica Hungarica* 2013. VI/1. pp. 103-110. ISSN 2060-0305
68. Szerényi, A. (2006): Szilárdságtan, Szega Books Kft. Pécs 2006 ISBN 963 970 210 2 pp. 155-156
69. Umbach, K.-H. (1993): Bekleidungs physiologische, Gesichtspunkte zur Entwicklung von Sportkleidung, *Wirkerei- und Strickerei-Technik* 1993/2. pp. 108-114. ISSN 0043 6097
70. Uttam, D. (2013): Active Sportswear Fabrics, *International Journal of IT, (IJIEASR)* Vol. 2, No. 1, Jan 2013 pp. 34-40 ISSN: 2319-4413
71. Yoon, H.N. (1984): Improved Comfort Polyester, Part II: Mechanical and Surface Properties, *Textile Research Journal*, 1984 Vol. 54, pp.357, ISSN 174677-48
72. Wood, G I. (2014): Brace modifications that can result in improved curve correction in idiopathic scoliosis, *Bio Med Central Febr.* 2014. DOI:10.1186/1748-7161-9-2
73. Wudbhav, N. S, Josh A, Lawrence L., Vernon T. T, David L. S. (2007): Scoliosis in-brace curve correction and patient preference of CAD/CAM versus plaster molded TLSOs, *Journal Child Orthoped.* Dec 2007; 1/6: pp. 345–349 DOI: 10.1007/s11832-007-0066-9
74. Zalba, B. A. J. M. Marín, L. F. Cabeza, H. Mehling (2003): Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications *Applied Thermal Engineering* 23 (2003) pp.251–283 ISSN: 1359-4311
DOI:10.1016/j.bbr.2011.03.031.

Egyéb könyvek, cikkek:

1. Andrejcsik L., Bakos N., Bocz J., Deák T., Freid M., Hidas Zs., Herzog T., Jávorszkyné N. A., Kelemen N., Kovács B., Kovács K., Majoros M., Molnár B., Nagyné P. U., Oparin-S. M. (2013): Magyarország, KSH Budapest 2013 pp. 69. ISSN: 1416-2768
2. Bánfi E., Dr. Borsa J., Dr. Kokasné dr. P. L., Kutasi Cs., Molnár O. (2009): Funkcionális textil és ruházati termékek fejlesztése, Szakértői tanulmány TMTE Budapest 2009. október
3. Bódi B., Szűcs Á., Hottó É., Nagyné Sz. O., Koleszár A., Borka Zs., Orcsik G. (2009): Ruházati termékek kiegészítése a test állapotjelzőinek érzékelésére és szabályozására alkalmas elemekkel, melyet az intelligens anyagok, valamint szabályozások alapoznak meg Kutatási jelentés a Felina Hungária Kft megbízásából
4. Czibula Á. (2010): Idiopathiás scoliosis molekuláris vizsgálata Phd disszertáció Biológiai Doktori Iskola Szeged SZTE TTIK pp.11
5. Kormos V, (2004): Tartsd magad egyenesen fiam! Magyar Nemzet Budapest 2004 dec. 28.pp. 5. ISSN 0133-185 X
6. Lázár K. (2005): Nanotechnológiák a textiliparban, Textilforum 2005/9 321. szám pp. 22-24
7. Lázár K. (2005): A nanotechnika újabb eredményei a textiliparban, Textilforum 2008 április 14. 355. szám pp. 18-19
8. Lázár K. (2012): Fejlesztési irányok a sport és szabadidő ruházatban, Textilforum 2012 január 30. 400. szám pp. 4-6
9. Magyar Zoltán (2011): Termikus műember alkalmazási lehetőségei hőkomfort vizsgálatoknál Phd disszertáció Szent István Egyetem Gödöllő 2011
10. Németh E. (1996): Gyártástechnológia I. kézirat KMF Budapest 1996
11. "Ortopédiai deformitások megfigyelésére és gondozására szolgáló intelligens eszköz és módszer kifejlesztése" című BME Gerinco2 TECH-08-A 1/2-2008-0121 projekt jelentés 2013
12. Pintér Judit: Üveg külső térelhatárolók az épületenergetikában Phd disszertáció Gödöllő 2009
13. Dr. Segatto E. (2010): A gerincdeformitáshoz társuló állcsont-orthopaediai rendellenességek vizsgálata Phd disszertáció Semmelweis Egyetem Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola Fogorvostudományi Kutatások

14. Schifter Ferenc- Tolvaj Béla: Épületenergetika, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2011. pp 143
15. Shannon T.M.L. (2010): Dynamic Surface Topography and Its Application to The Evaluation of Adolescent Idiopathic Scoliosis, (degree of Doctor of Philosophy) Oxford Brookes University, 2010 Oxford, UK pp 52-68
16. Dr. Tamás Péter: Térbeli ruhatervezés, PhD értekezés, BME, 2008
17. Dr. Varjú Gábor: A túlzott verejtékezés okai és ellenszerei, Les Nouvelles Esthétiques Spa (magyar kiadás) 2010/4 pp. 48-50
18. Wood G. I. (2003): Comparison of Surface topography and X-Ray Values During Idiopathic Scoliosis Treatment Using Chéneau brace, Master Thesis University of Salford, Salford UK 2003

Irodalmi hivatkozásként felhasznált honlapok:

1. <http://www.gerincferdules.hu/scoliosis/kezelesi-modok> (megnyitva 2014. február 10.)
2. <http://www.salusweb.hu/szakmai-muhelyek/korzettkeszites/gerincferdules> (megnyitva 2014. március 1.)
3. Dr. Horváth B (2012). A gerincferdülés (scoliosis) http://www.webbeteg.hu/cikkek/mozgasszervi_betegseg/3885/a-gerincferdules-scoliosis (megnyitva 2014. január 12.)
4. Horváth K.: Diagnózis (2004): Gerincferdülés (scoliosis)- 1. rész 2004/4 <http://www.gyogytornainfo.hu/diagnozis-gerincferdules-scoliosis-1-resz-19> (megnyitva 2013. december 28.)
5. Dr. Schmidt A. (2009): Forschung&Innovation Bekleidungsphysiologische Forschung im Dienste des Tragekomforts http://www.hohenstein.de/media/downloads/FC_DE_Bekleidungsphysiologie_mail.pdf (megnyitva 2014.jún 20.)
6. <http://www.scolinea.hu/gerincferdules> (megnyitva: 2014.február 16.)
7. Tomits Tímea: Egyénre szabott terápia gerincferdülésre 2008 www.lifenetwork.hu/lifenetwork/life-archivum/20080422-egyenre-szabott-terapia-gerincferdulesre-a-gyogytornasz-tanacsai-kisfilmen.html (megnyitva: 2014. február 20.)
8. <http://www.x-bionic.com/labs/technologies> (megnyitva:2013. március 3.)
9. http://hu.texsite.info/Nedvesseg-elvezeto_kelme (megnyitva: 2013. április 6.)
10. <http://hu.texsite.info/uregesszal> (megnyitva: 2013. április 6.)
11. http://www.texbac.de/html/spacer_fabrics_.html (megnyitva: 2013. február 10.)
12. <http://www.outlast.com/> (megnyitva: 2014. március 12.)
13. http://www.teijin.com/products/advanced_fibers/poly/specifics/nanofront.html (megnyitva: 2014. április 8.)
14. <http://www.titv-greiz.de/index.php?id=flexible-materialien&L=1>. (megnyitva: 2014.április 8.)
15. http://www.coolmaxfabric.com/g_en/home.aspx?imgload=1 (megnyitva: 2014. március 12.)

16. <http://heiq.com/>, (megnyitva: 2014. április 12.)
17. <http://thermocool.invista.com>(megnyitva: 2014. április 11.)
18. <http://www.memoryfoamwarehouse.co.uk/king-size-coolmax-performance-800-memory-foam-mattress.html> (megnyitva: 2014. március 8.)
19. <http://www.schoeller-textiles.com/en/technologies/activesilver.html> (megnyitva: 2014. április 8.)
20. [http://products.simona.de/en_GB/\\$category/25479/Product%20group%20PE-HWST/\\$menu/gesamtkatalog/\\$root/pvs/\\$constraint1/1/search.xhtml](http://products.simona.de/en_GB/$category/25479/Product%20group%20PE-HWST/$menu/gesamtkatalog/$root/pvs/$constraint1/1/search.xhtml) (megnyitva 2013. december 28.)
21. http://www.pt.bme.hu/segedletek/a2_hajlitas_v13.pdf (megnyitva 2014. április 11.)
22. http://www.ng.hu/Tudomany/2009/07/Terminator_szalamandrak (megnyitva: 2014. március 4.)

A disszertációhoz kapcsolódó saját publikációk listája:

- 1 Nagyné Szabó Orsolya - Koleszár András: Garments under brace life quality improve affect experiment of technology and physiology. Biomechanika Hungarika VI. évf. 2013/1. szám pp.67-74. (ISSN:2060-4475)
- 2 Orsolya Nagy Szabó, András Koleszár: Improve garments quality under brace. International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies (Óbuda University) Budapest, Hungary 2013. november 20-22. (ISBN: 978-615-5018-93-0)– közlésre elfogadva
- 3 Orsolya Nagy Szabó, Tibor Gregász: Thermal camera study of medical brace wearing. International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies (Óbuda University) Budapest, Hungary 2013. november 20-22. (ISBN: 978-615-5018-93-0) – közlésre elfogadva
- 4 Gersak J., Halász M., Nagy Szabó O., Koleszár A.: 3D body datas Integration in functional wear under brace, 12th AUTEX World Textile Conference, 13th to 15th June 2012, Zadar, Croatia, Book of proceedings, pp 1023-1028, ISBN 978-953-7105-44-0/-48-8/-49-5
- 5 Orsolya Nagy Szabó, András Koleszár: Comfort feeling in brace. 3rd International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies, Budapest, Hungary 2012. november 21-22. Budapest (ISBN: 978-615-5018-34-3)
- 6 Nagyné Szabó Orsolya: Alsóruházat technológiai és fiziológiai kísérletei. Textil-ruha-bőr Jubileumi Konferencia és Alumni fórum (Óbuda University) Budapest, 2012. június pp14-18. (ISBN: 978-615-5018-34-3)
- 7 Nagy Szabó Orsolya, Koleszár A., Gersak J., Halász M.: Functional T-shirt Under Brace, In: 2nd International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies: International Symposium on Innovative Technologies and Design. Budapest, Magyarország, 2011. november 21-22. Budapest, CD kiadvány, pp. 63-70, Paper ISITD/6. (ISBN: 978-615-5018-23-7)
- 8 Orsolya Nagy Szabó, András Koleszár: Functional Design and Testing of Corset under Linen. XXV.microCAD International Scientific Conference (Miskolc University), Miskolc, Hungary 2011. pp.49-54 (ISBN: 978-963-661-971-8)

- 9 Orsolya Nagy Szabó: Corset and clothing physiology. 1st International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies, 18 – 19 November 2010. Budapest, Hungary, Óbuda University pp.323-328 (ISBN: 978-615-5018-08-4)
- 10 Orsolya Nagy Szabó, András Koleszár: Patterns for corset wearing children. 1st International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies, 18 – 19 November 2010. Budapest, Hungary, Óbuda University pp.441-445 (ISBN: 978-615-5018-08-4)
- 11 Nagyné Szabó Orsolya, Koleszár András: Special underwear for young girls having scoliosis problem. XXIV. microCAD International Scientific Conference (Miskolc University), Miskolc, 2010 pp.37-43 (ISBN: 978-963-661-925-1)
- 12 Nagyné Szabó Orsolya: Egyedi méretű alsóruházat kialakítása korzettet viselők számára, 2D-s rost és egyéb szerkezetű alapanyagok felhasználásával. Doktorandusz Konferencia (Nyugat-Magyarországi Egyetem) Sopron, Magyarország 2010. június 4. Abstracts: pp.24
- 13 Nagyné Szabó Orsolya- Koleszár András: Speciális alsóruházat kialakítása korzettet viselők számára. Trends and technologies in environmental protection and light industry, International Scientific Conference (Budapest Tech Polytechnical Institution) Budapest, Hungary 2009. november 12. pp.53-59 (ISBN: 978-963-7154-98-0)
- 14 Nagyné Szabó Orsolya - Koleszár András - Dr. Tamás Péter: Ruhaszerkesztés egyéni méretre 3D-s tervező rendszerben. Magyar Textiltechnika LX. évf. 2007/3. szám p.66 - 68.(ISSN 1788-1722)

Ábrajegyzék

- 2.1 ábra: Az iskolaorvosok vizsgálataival kiszűrt, mozgásszervi rendellenességgel küzdő gyermekek száma, 2010/11. tanév (Andrejcsik 2013)
- 2.2 ábra: Egészséges gerinc (Dr. Horváth B. 2012)
- 2.3 ábra: Scoliosisos gerinc (Dr. Horváth B. 2012)
- 2.4 ábra: A Cobb-fok meghatározása frontális síkú röntgenfelvételen (Tomits 2008)
- 2.5 ábra: Scoliométer (P. Patias és tsai)
- 2.6 ábra: Chéneau-korzett nélkül és korzettben készített röntgenfelvétel (Wood G. I. 2014)
- 2.7 ábra: Chéneau-korzett
- 2.8 ábra: Test hőfelvétele, és hőleadása ruha nélkül és ruhában (Mecheels J. 1998),
- 2.9 ábra: A test hőmérséklete, nedvességtartalma és hőérzete közti összefüggések (Kenney. W L. 1993)
- 2.10 ábra: Ruházatfiziológiát befolyásoló tényezők (Bánfi és tsai 2009)
- 2.11 ábra: Coolmax elemi szál keresztmetszete és nedvességelvezetése (www.coolmaxfabric.com)
- 2.12 ábra: Coolmax anyag működése (www.memoryfoamwarehouse.co.uk)
- 2.13 ábra: Nedvességelvezetés textílián keresztül (Mecheels J. 1998)

- 2.14 ábra: Makro és mikro szálak kombinációja nedvességelvezetés céljából (Lázár 2010)
- 2.15 ábra: Két rétegű kelme (Dr. Schmidt A. 2009)
- 2.16 ábra: Üreges körkötött kelme keresztmetszete
- 2.17 ábra: 3D-BionicSphere® System működési mechanizmusa (www.x-bionic.com)
- 2.18 ábra: Mikrokapszulák elhelyezésének lehetőségei
- 3.1 ábra: Egyszínoldalas kötésű kelme hurokrajza és gyártási módja (Jederán és tsai (1979))
- 3.2 ábra: Bordás kötésű kelme hurokrajza és gyártási módja (Jederán és tsai (1979))
- 3.3 ábra: Overnit svájci piké kelme gyártási módja (Jederán és tsai (1979))
- 3.4. ábra: Kelmék relatív vízfelvevő képessége
- 3.5 ábra: Átlagos vízfelszívási magasság
- 3.6 ábra: Vizsgált kelmék sorirányú vízfelszívása
- 3.7 ábra: Vizsgált kelmék pálcirányú vízfelszívása
- 3.8 ábra: Átlagos vízfelszívási magasság sor és pálca irányban
- 3.9 ábra: Kelmék vízfelszívási sebessége sorirányban
- 3.10. ábra: Kelmék vízfelszívási sebessége pálcirányban
- 3.11. ábra: Anyagok légáteresztő képessége
- 3.12/a ábra: Koptatókorong a TKI „WearTester” koptató berendezéshez
- 3.12/b ábra: TKI „WearTester” koptató berendezés
- 3.13. ábra: Anyagok vastagság változása koptatás hatására
- 3.14. ábra: Pálca- és sorirányú szakítóerő értékek
- 3.15. ábra: Pálca- és sorirányú szakítószilárdság értékei
- 3.16. ábra: Pálca- és sorirányú szakadási nyúlás értékek
- 3.17. ábra: Cotton anyag pálcirányú szakító diagramja
- 3.18 ábra: A Cotton anyag pálcirányú (5,2%) sorirányú (17,6%) nyúlásához tartozó erő
- 3.19 ábra: Vizsgált próbatest furatok nélkül
- 3.20 ábra: A korzettanyag kifűrásának variációi
- 3.21 ábra: ZWICK Z020 típusú számítógép vezérlésű univerzális szakítógéppel
- 3.22 ábra: Hárompontos hajlítás elvi elrendezése
- 3.23 ábra: Hárompontos hajlítás lehajlás, nyomaték és nyíróerő ábra
- 3.24 ábra: Méretezési diagram 8 mm-es határlehajlási értéknél
- 3.25 ábra: Perforált próbatest szimulációs vizsgálata
- 3.26 ábra: Névleges határhajlító feszültség 50N terhelőerő hatására
- 3.27 ábra: Alaktényezők alakulása a furatátmérő és furat felületarány függvényében
- 3.28 ábra: Korzett rész nyitás szimulációja
- 3.29 ábra: Furat nélküli korzettanyag 3 pontos hajlítóvizsgálatának erő-elmozdulás diagramja
- 3.30 ábra: 2 mm-es lehajláshoz tartozó névleges és csúcsfeszültségek
- 3.31 ábra: Furat nélküli korzett rész szétnyitása

- 3.32 ábra: Méretezési diagram 2mm-es lehajláshoz szimulációs vizsgálat alapján
- 3.33 ábra: Korzett felületének mérése
- 4.1 ábra: Korzett viselési idejének hossza
- 4.2. ábra: Korzett alatt viselt pólók anyagára vonatkozó információ
- 4.3 ábra: Pólókon elhelyezkedő varrások zavaró hatása
- 4.4 ábra: Korzett alá vásárolt pólók tulajdonságainak fontossági sorrendje
- 4.5 ábra: Gyerekek problémái a korzett alatt viselt pólókkal
- 4.6 ábra: Korzetten elhelyezkedő nyomáspontok (piros) illetve szabad felületek (kék) valamint a lehetséges szabásvonalak elhelyezkedése (Grant I. W 2003)
- 4.7 ábra: Chéneau-korzett nyomáspontjai
- 4.8 ábra: Az 1-es póló prototípus gyártmányrajza
- 4.9 ábra: Az 1-es póló prototípus gyártmányrajza korzettel
- 4.10 ábra: Pólók értéklése az anyagok fogása szerint
- 4.11 ábra: Pólók értéklése a viselet kellemessége szerint
- 4.12 ábra: Pólók értéklése a póló testreillőse, szorítása szerint
- 4.13 ábra: A 2-es pólóvariáció gyártmányrajza
- 4.14 ábra: A 3-as pólóvariáció gyártmányrajza
- 4.15 ábra: Egyedi kialakítású szabásvonal elhelyezés a 3-as pólóvariációra
- 4.16 ábra: Alul-felülfedő varrat rajza
- 4.17 ábra: Melltartó kialakítása
- 4.18 ábra: Női alsó kialakítása
- 4.19. ábra: Speciális textilbevonat szabásmintája korzetre
- 4.20 ábra: A termékcsalád márkanéve és logója
- 5.1 ábra: Klímakamra elvi elrendezése
- 5.2 ábra: Mérési pontok
- 5.3. ábra: Testtömeg változás perforáció nélküli és perforált korzett esetében
- 5.4 ábra: Pólók tömeg növekedése mérési program után
- 5.5 ábra: A bőrfelület átlaghőmérséklete 3 pólóban, perforáció nélküli és perforált korzettben
- 5.6. ábra: A bőrfelület átlagos páratartalma

Mellékletek