

# Interaktív textil- és ruházati termékek fejlesztése

Borka Zsolt, Orcsik Mariann, Szilágyi István, Sipos Gábor, Kokasné dr. Palicska Livia  
Óbudai Egyetem Terméktervező Intézet

## 1. Bevezetés

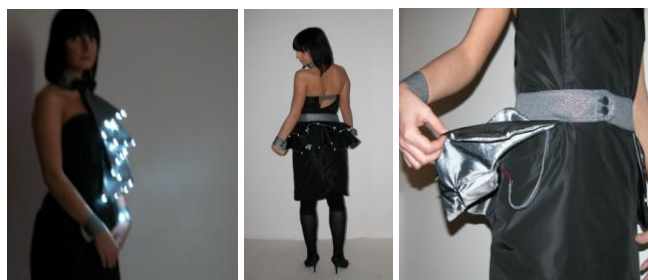
Az Óbudai Egyetem (korábbi nevén: Budapesti Műszaki Főiskola) könnyűipari karán már évek óta foglalkozunk funkcionális textiliák vizsgálatával, valamint intelligens textilek fejlesztésével. Ennek alapját egy, a karon oktatott szabadon választható tárgy, az *Intelligens anyagok sajátosságai* képezi, de több ötlet bemutatásra került már a Kutatók Éjszakája programban is.

Az Intelligens anyagok sajátosságai című tárgyban a hallgatók áttekinthetik az anyagtudomány fejlődését napjainkig, megismerkednek az intelligens anyagok fogalmával. Bemutatásra kerülnek jellemző példák az intelligens kemény és lágy anyagok köréből és a nanotechnológia alkalmazására. Foglalkoznak a környezeti hatásokra színváltozásra és alakváltoztatásra képes anyagok felhasználásával a gyakorlatban, valamint az öntisztuló felület létrehozásának lehetőségeivel is. A félév során számos gyakorlati példát tanulmányoznak, amelyek eredményei a sportban, az egészségügyben, az otthonunkban kerülnek alkalmazásra. Áttekintést kapnak a legújabb textiltechnológiai fejlesztésekről, pl. elektrospinning, szálerősítésű kompozitok, digitális nyomtatás, 3D-s üreges textil szerkezetek, virtuális manóken, számítógépes ruhatervezés stb.

## 2. A karon folyó kísérletek eredményei

### 2.1 Világító látványöltözet kifejlesztése

2008-ban egy szakdolgozat keretében készítettünk olyan világító látványöltözetet, amiben szál alakú LED-eket helyeztünk el [1]. A diódákat apró elem táplálja, az áramot kis rejtett kapcsolóval lehet bekapcsolni és vezetékkel a kelmébe bedolgozott vezető szálak szolgálnak (1. ábra).



1. ábra. Világító látványruha modellek  
(készültek a BMF Rejtő Sándor karán)

Jelenleg a karon a Terméktervező Intézetben folyó kísérletek innovatív textil és ruházati termékek fejlesztésére.

### 2.2 Külső hatásra színét megváltoztatni képes textiliák fejlesztése

A textiliák mintázásával kapcsolatosak azok a kísérletek, amelyeknél thermochrome és hydrochrome festékeket alkalmaztunk. Az első esetben a hőmérséklet hatására színét változtatni képes színezéket használ-

tunk. Vezető fém-szálak be-szövésével a kísérleti textília elektromosan fűthetővé vált. Első lépésben a szövetre felvittük a hőre színét megváltoztatni képes színezéket. A szövet meghatározott helyein előre



2. ábra. Színváltó textília  
kísérleti modellje

programozott időtartományokban aktiválhatóvá tettük a fűtést. Az aktiválást egy – az intézetben fejlesztett – mikroprocesszor irányítja. A bekapcsolt állapotban előidézett hőfokváltozás az adott helyre felvitt színezék színének megváltozását eredményezi (2. ábra), így a kísérleti szöveten interaktív, dinamikus mintázat is kialakítható.

A másik kísérletnél a nyomáshoz különböző színű pigmentet és hydrochrome színezéket használtunk. Ennek jellemzője, hogy színét nedvesség hatására képes megváltoztatni. Először hagyományos nyomástechnikával az eredetileg fekete (uni) textiliára egy színes mintát vittünk fel. Az erre rányomott fehér színű hydrochrome színezék a nedvesség (víz) hatására átlátszóvá válik, így alatta előtűnik az addig láthatatlan színes mintázat. A folyamat reverzibilis, tehát száradást követően a színes minta megint eltűnik. Az első kísérlet után kapott színtartósági vizsgálatok nem voltak kielégítőek, így további kísérletek folynak a nyomás technológiai paramétereinek megváltoztatására annak érdekében, hogy a mosással és dörzsöléssel szembeni színtartóság a felhasználási célnak megfelelő legyen.

### 2.3 Érzékelő, aktív ruházat fejlesztése

A következő kísérlet egy érzékelő és aktív ruházat kifejlesztésére irányult. Az intelligens alsóruha ill. mellény megalkotásának célja az volt, hogy a hőháztartási zavarokkal küzdő betegek képesek legyenek folyamatosan ellenőrizni testük hőmérsékletét egy, a ruházatban integrált érzékelő segítségével. A kezdeti kísérletekben alkalmazott szenzor vezetékes összeköttetésben áll egy számítógéppel és egy testre rögzíthető kijelzővel, ezáltal heteken, hónapokon át lehet rögzíteni és tárolni a mért adatokat, ugyanakkor a kijelző azonnal jelez, ha kritikus hőmérsékleti tartományba került a ruházat viselője (túlmelegedés, ill. kihűlés).

A fejlesztés kiterjedt a hőmérséklet optimális értéken tartásához egy olyan megoldás kifejlesztésére is, amelynél a ruházatba fűtő- ill. hűtőrendszert „építettek” [3]. A fejlesztés következő lépései a hordhatóságra, kezelhetőségre és a kényelmi szempontokra fókuszálnak. A következőkben ezeket a fejlesztésre irányuló kísérleteket mutatjuk be részletesen.

## 2.4 Alsóruházat fejlesztése beépített hűtő-fűtő rendszerrel

A fejlesztés célja egy ektodermális diszpláziában<sup>1</sup> szenvedő beteg számára egy viselhető, hatékony segéd-eszköz létrehozása, mely képes kellemes klímát biztosítani viselője számára azáltal, hogy szükség szerint fűteni, vagy hűteni tudja a testfelületét.

## 2.5 Példák hőmérséklet szabályozására alkalmas ruházatokra

Léteznek olyan textilruházatok, amelyek az emberi test hőszabályozásába képesek beavatkozni. pl. halmazállapot-válto anyagok (PCM) segítségével, melyeket a kelmét felépítő szálakba a fonási eljárás során, vagy a kelme felületére visznek fel mikro kapszulák formájában. Ezek a mikrokristályok hő hatására szilárd fázisból egy, a folyadéknál sűrűbb, zavaros, átlátszatlan folyékony állagú közeggé alakulnak, így jelentős mennyiségű hőenergiát képesek elnyelni, átmenetileg tárolni, majd a környezeti változásokhoz igazodva ezt a látens hőt leadni.

A legújabb fejlesztések során a különlegesen nagy hőszigetelési igényt (pl. úrhajósruházatok, sarkkutatók öltözekei stb.) ún. aerogél bélással valósítják meg. Az aerogél nagyon alacsony sűrűségű szilárd anyag, amely gélből származik, a folyékony komponenst gáznemű anyaggal cserélve ki, jellemzője, hogy fokozottan porózus (több mint 99 %-a levegő), így meleg tartó képessége szinte tökéletes.

Más esetekben a ruházatok beépített fűtő eszköz (pl. elektromos fűtőszálak) segítségével tudják viselőjük testét még zord időjárás esetén is melegen tartani, bár nagy hőmérsékletváltozást nem lehet velük elérni, ráadásul a megfelelő teljesítmény eléréséhez jelenleg még nincs elégséges akkumulátor kapacitás. Székely Sándor (ThermoFlash Kft.), a fűthető motoros ruházat kifejlesztője és forgalmazója megoldást kínál a hőmérséklet egyfokozattal állíthatóságára 35-55°C között. A ruha egy- másfél órán keresztül tudja fűteni viselőjét, ennyi idő alatt ürül ki ugyanis a szerkezethez csatlakoztatott gáz patron. A feltaláló szerint ez bármikor újratölthető egyszerű öngyújtógázzal, de ez egyelőre még meglehetősen körülményes. Egy másik külső egység csatlakoztatásával pedig a hűtés kérdését is megoldották, itt a rendszerben keringetett fagyálló folyadékot egy előzetesen lehűtött folyadékkal hűtik.



3. ábra. Párolgással hűtő mellény (a Kovox cég terméke)

A magyar tulajdonú Kovox Kft. forgalmaz egy olyan hűthető ruhát (3. ábra), amely különleges anyagú és a vizes párolgás fizikai jelenségét használja ki. A ruházat anyaga a vízből egy adott mennyiséget magába szív, ugyanakkor belső vizeszító bevonata letörles után száraz ma-

rad. A ruhán mért hőmérsékletet a víz párolgatásával 5-7 °C-kal hűvösebb, mint környezetiében. Mindezt a hatást pedig 5-10 órán keresztül képes fenntartani, egy mindössze 1-3 perces vízbe merítéses feltöltéssel [2].

## 2.6 A ruházatba épített fűtő/hűtő rendszer elvi felépítése

Az egyetemen végzett kutatómunka eredményét Szilágyi István hallgatónk a 2012-es TDK konferencián foglalta össze, amelyben bemutatta a fűthető- hűthető alsóruházat működési elvét és az elkészített kísérleti prototípust is [3]. Projektjében a ruházatba bevarrt szilikon csőrendszerben kering a fűtő/hűtőfolyadék, a rendszer hőmérsékletének növelése vagy csökkentése pedig egy egyszerű, fagyasztható és melegíthető zselét tartalmazó tasakkal történik. Ez a tasak egy duplafalú szilikon zsebbe került, melyhez csatlakozik a ruházatba varrt csőrendszer. A csövekben keringetett folyadék a zseb üregén keresztül nagy felületen tud érintkezni a zselé tasakkal, így hatékonyan fel tudja venni annak hőmérsékletét. Az így felmelegített/lehűtött folyadékot keringeti tovább egy kisméretű szivattyú. Így tehát egy zárt rendszer jön létre, a felhasználó pedig igényei szerint választhat a kívánt hőmérsékleti tartományok között.

A kísérleti összeállításban egy hagyományos fehér trikó mell és hát részére egy 4 mm átmérőjű és kb. 9,5 m hosszúságú szilikon csövet varrtunk fel, a háztartási hűtőszekrények hátán elhelyezett hűtőbordákhoz hasonlóan (vízszintes, elnyújtott s-alakban) (4. ábra).

Egy másfél literes, folyadéktároló tasakokból kialakított eszközt rögzítettünk a csövekhez, amelynek sajátossága, hogy egy visszafolyás ellen védett befolyó csővel, és egy szabad áramlást biztosító kifolyó csővel is rendelkezik. A csöveket T-idommal egyesítettük, a szabad kivezetést a trikó csőrendszerének kifolyó ágához, és egy speciális, kisméretű (45 x 25 x 25mm) szivattyúhoz, a szivattyú nyomóoldali kivezetését pedig a trikó csőrendszerének befolyó ágához csatlakoztattuk. Így létrejött egy zárt rendszer, melyen keresztül a szivattyú gond nélkül tudja forgatni a rendszerben a hűtő/ fűtő folyadékként használt vizet. A szivattyú különösen alkalmas mobil használatra, mivel kisméretű és csupán 7,5 V tápfeszültséget igényel, melyet egy-szerű ceruza-elemek-kel vagy

akkumulátorral is ki lehet elégíteni (3. ábra). A csövekkel behálózott trikóra egy másik, azonos méretű trikót varrtunk, így a külső réteg eltakarja a csőrendszert. A keringetési rendszert a viselője egy övtáskában kényelmesen magával viheti, és szükség szerint működésbe hozhatja. A rendszer hatásfokát növelni lehet azzal is, hogy a rendszer mellett, a „hőcserélőt” egy hő-tükör fóliával bevont polyfoam anyagú



4. ábra. A prototípus képe a felvarrt szilikon csőrendszerrel. (Forrás: Szilágyi István)

<sup>1</sup> Súlyos genetikai elváltozás, ami a verejtékmirigyek működésképtelenségét okozza, így a beteg nem képes testét izzadással megfelelő módon hűteni.

tokban tartjuk, így a rendszer csak az emberi testtel érintkezve képes hőmérsékletváltozásra.

Ahhoz, hogy ez a ruha intelligenssé és a környezetével kommunikálva „aktív” váljon, szükség van egy beépített digitális hőmérő rendszerre, melynek jeleit egy központi vezérlőegység, egy mikrokontroller érzékeli, átlagolja és egyben tárolja is a diagnosztikai eredményeket. Az ezzel kapcsolatos fejlesztés eredményeit a következő fejezet mutatja be.

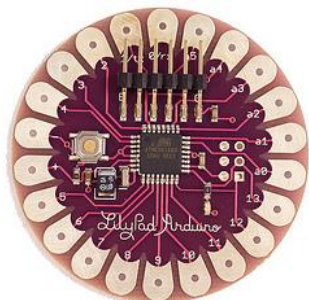
### 3. Emberi test hőmérsékletét mérő ruházat kifejllesztése

A kelmébe integrálható elektronika kérdéskörével kapcsolatos fejlesztések 2010 óta folynak a Terméktervező Intézetben. Első lépésként az Arduino projekt egyik eszközével kezdtünk el foglalkozni, amelyet arra fejlesztettek ki, hogy textilbe épített elektronikát vezéreljen. Ez a multidiszciplináris tudományterület még nagyon kiforratlan, így sok megoldatlan problémával állunk szemben, ami leginkább az elektronikaipar és a textilipar technológiai távolsága, a felhasznált anyagok közötti különbség, valamint magas kutatási költségek miatt adódnak. Ezek megoldására folynak kutatások az intelligens anyagok illetve a viselhető technológia területén, a kísérleti termékek többsége egyelőre a szórakoztatóipart és a divatipart célozza meg.

A textilipar és mikro-vezérlők terén nyert tapasztalatok, valamint közvetlen egészségügyi problémával való találkozás azt mutatja, hogy szükséges és lehetséges olyan gyógyászati segédeszköz előállítása, melynek viselése kényelmes és észrevétlen, amely állandó megfigyelést biztosít, adatokat tárol a betegről, egyes esetekben tájékoztat az egészségügyi állapotról, és befolyásolni képes a beteg állapotát. A fejlesztési munka – amelynek eredményét Sipos Gábor a 2012-es TDK dolgozatában mutatta be [4] – azzal a céllal indult, hogy hátháztartásbeli problémákban szenvedőknek, valamint szélsőséges időjárási környezetben lévők számára megoldást keressen, mégpedig elérhető áron.

#### 3.1 Arduino projekt

A kísérleti munkához Arduino eszközöket használták, ezek a hőmérés, adatfeldolgozás és tárolás hardveres és szoftveres részeit végzik el (4. ábra). Az Arduino egy nyílt forráskódú single-board micro-controller, egy egyszerű elektronikus áramkörön és egy szoftverfejlesztő környezeten alapuló nyílt hardveres fejlesztői platform. Interaktív tárgyak készítésére alkalmazható, rengeteg kapcsolót vagy szenzort bemenetként felhasználva, lámpák, motorok, kijelzők és egyéb kimenetek végeláthatatlan választékát képes vezérelni. Az Arduino projektek állhatnak önmagukban, vagy különböző számítógépes programokkal kommunikálva is [5]. Az áramkör házilag is nagyon könnyen összeállítható, vagy készen megvásárolható. A nyílt forráskódú fejlesztés



5. ábra. Arduino Lilypad [5]

tőkörnyezet és az áramkör összeállításához szükséges műszaki leírás szabadon letölthető.

#### 3.2 A fejlesztési feladat lépéseinek meghatározása

A kísérleti munka célja egy olyan orvosi segédeszköz tervezése volt, mely ruhadarabként viselhető, adott pontokban napi 24 órában hőmérsékleti mintát vesz a beteg testéről, a mért adatokat eltárolja és azok később visszaolvashatóak. A segédeszköz valamilyen módon jelzést ad a beteg állapotáról, megoldja a hordott textilán az elektronika rögzítését, hordásra kényelmes és nem zavaró, mosható, képes vezérelni más rendszereket, melyek a beteg állapotát befolyásolják (fűtés-hűtés).

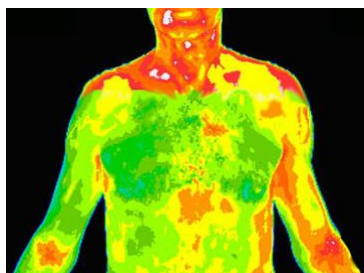
A feladatot három fő részre osztottuk és meghatároztuk az egyes feladatcsoportokhoz kapcsolódó problémákat:

1. Hőmérő elektronika megtervezése
  - a) Hőmérés
  - b) Adatok eltárolása
  - c) Mérési adatok feldolgozása
  - d) A megfelelő adatszállítók (vezetékek) kiválasztása az alábbi 2. pontban részletezett szempontok alapján
  - e) Tápegység kiválasztása
2. A hőmérő elektronikát hordozó textil kiválasztása és a ruha megtervezése
  - a) Az eszköz textilanyagának kiválasztása a következő szempontok szerint:
    - α) kényelmes legyen a bőrrel való közvetlen érintkezése (légáteresztés, hőáteresztés, nedvesség elvezetés stb),
    - β) biztosítsa a mérési pontokban lévő hőmérő elemek mozdulatlanságát mérés közben,
    - γ) alkalmas legyen az elektronika alkotórészeinek és a vezetékezés rögzítésére (tápegység elhelyezése és egyszerű cserélhetőségének ki-alkatása).
  - b) A ruha fazonjának és szabásmintájának megtervezése funkcionális és esztétikai szempontokból
3. A mérő elektronika és a ruha összeállítása
  - a) A mérő elektronika megfelelő elhelyezése a következő szempontok szerint:
    - α) ne zavarja a viselőjét mindennapi tevékenységében,
    - β) kézzel elérhető helyen legyen az elektronika egyes elemei viselés közben az esetleges beállítások elvégzésére,
    - γ) védve legyen a külső behatásoktól.

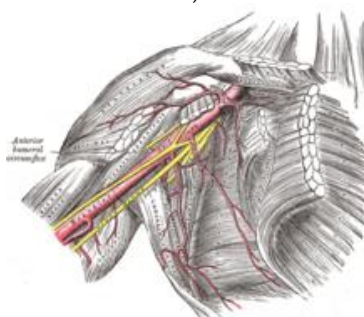
##### 3.2.1 Az elektronika megtervezése testhőmérséklet méréshez

A hőmérési kísérletekhez kezdetben a DS18S20-as hőszenzort használtuk. Ennek előnye, hogy egy vezetéken oldja meg a szenzor áramellátását és az adatok szállítását. Az eszköz alkalmas arra, hogy több másik szenzorral láncszerűen összekapcsolható legyen. Sok felesleges vezetékezést, ruhaanyag vezetékekkel való terhelését és elhelyezésükkel kapcsolatos problémát lehet ezzel elkerülni.





a)



b)

6. ábra.

a) Az emberi testről készült hőkamerás felvétel

b) Az arteria subclavia

A mérési pontok meghatározásánál a mérést a bőr felületén végeztük, ezért olyan helyeket kell keresnünk, ahol a bőr hőmérséklete megközelíti a belső hőmérsékletet. A vér a törzs belsejében, leginkább a szívben, felmelegszik a maghőmérsékletre. Azokban a pontokban ahol szívből kilépő nagy átmérőjű erek (artériák) közel futnak el a bőrhöz, megfelelő helyek lehetnek mérőpontoknak. Ilyen az arteria subclavia, amely a kulcsfont alatt és a hónalj felé futó verőér. Ezeknél a részeknél erős a hőkisugárzás, amit hőképeken jól lehet látni. (6. ábra)

A gyors, egyszerű és biztonságos adattároláshoz a félvezetők adnak megoldást. Manapság már nagyon elterjedt az USB csatlakozós hordozható adattárolók és a telefonokhoz, kamerákhoz, fényképezőgépekhez és táblagépekhez használatos SD kártyák (Secure Digital Memory Card). Előnyük, hogy gyakorlatilag végtelenszer írható és törölhető, működéséhez nincs szükség nagy energiaigény, az adatokat hosszú távon tárolja, nagy adatmennyiséget lehet kezelni és elérhető az ára. (forrás: NAND flash). Az Arduino eszközei között is találhatunk SD tokozással ellátott mikrokontrollereket, vagy modulokat, melyek rácsatlakoztatható egy mikro-vezérlőre.

Következő lépésként a hőszensor által küldött 9 bites adatból előállítottunk valamelyik, általunk értelmezhető hőmérsékleti skálarendszerbe tartozó hőmérsékleti értéket. Az adat elmentődik az SD memóriakártyára. Megvizsgáltuk, hogy a kapott érték az elfogadható emberi hőmérsékleti intervallumba esik-e. Ha nem akkor, működésbe lép a figyelmeztető rendszer.

Egyik legfogósabb probléma az elektronikus textilek területén a különböző anyagok tulajdonságainak összeegyeztetése. Vezetékek körbehálózhatják a textilanyagot annak megfelelően, hogy milyen funkciót látnak el. Két egyesített anyag hatással van egymásra és befolyásolják egymás viselkedését. A textilanyagok fontos tulajdonsága a deformálhatóság, hajthatóság, nyúlás. Ezek mind arra szolgálnak, hogy textilanyagoknak ruházati formában való viselése kényelmes legyen és kövesse az ember mozgását. A vezetékek alapvetően vezetőképes fémekből készülnek. A fémek anyagtulajdonságai nagyban eltérnek a textilektől, így károsan befolyásolhatják azok kedvező jellemzőit, így deformálhatják az alakját, kényelmetlenné teheti a hordását. Jelen feladatban legfontosabb, hogy kényelmes legyen a termék viselése, és megbízhatóan szállítsunk adatokat. A legmegbízhatóbb adathordozók a kisfeszültségű elektronikában szigetelt egyeres (0,14 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű)

vezetékek. Nagy hajlítási igénybevételt hatására eltörhetnek, és a burkolása miatt elég nagy a keresztmetszete ahhoz, hogy zavarja a mindennapi tevékenységet.

Az Arduino Lilypad megvásárolható eszközkészletében található fémzással ellátott cérna, amely úgy varrható, akár egy cérna és képes elektromos áram vezetésére. A cérnában rövid fémzással találhatók, melyek képesek elmozdulni egymás mentén, így követni tudják a cérna anyagának hajlékonyságát. Hátránya, hogy az elmozdulással viszont változhat a vezetőképesége, és ezzel az általa szállított adat deformálódhat, sérülhet.

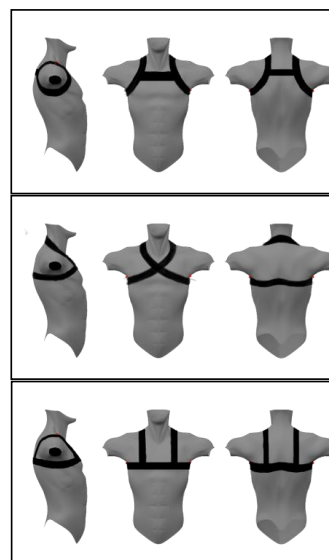
Az elektronika működéséhez szükséges elektromos ellátást egy hordozható forrásból kell biztosítani. Elvárás a teleppel szemben, hogy minél könnyebb legyen, egyik irányban minimális kiterjedés (lapos), és stabilan adja az elektronikához szükséges 2,7 – 5,5 Volt közötti feszültséget.

### 3.2.2 A hőmérő elektronikát hordozó textília kiválasztása és a ruha megtervezése

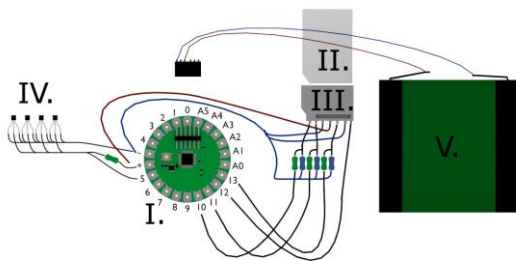
A kifejlesztendő aktív ruházat egyik feladata a mérő elektronika hordozása. Alkalmasnak kell lennie arra, hogy elviselje - sérülés és deformáció nélkül - a valamilyen rögzítési móddal felerősített alkatrészeket, és el kell bírnia annak súlyát. Cérnával való rögzítés esetén az "idegen" cérna anyag befolyásolhatja a hordozótextil szálait. Varrhatónak kell lennie, hasonló fizikai tulajdonságainak kell lennie, hogy egymást nem koptassák és tudják követni egymás nyúlását. Ragasztás esetén a hordozótextil anyagában lévő szálaknak elég tömöreknek kell lenniük, hogy a ragasztóanyag "belekapaszkodhasson" és ne húzzon ki belőle szálakat. Biztosítani kell a mozdulatlanságát a bőrhöz képest, a hőmérők nem mozdulhatnak el mérési pontok felett. Nagy nyúlásra képes anyag kiegyenlítheti a test mozgása során fellépő elcsúszásokat és képes a bőrhöz szorítani saját anyagát, mellyel csökkentheti az elcsúszás esélyét.

A hőmérés, adatátvitel, rögzítés funkciókhoz formai megoldások szükségesek, szem előtt tartva a már megfogalmazott igényeket. A feladatra megfelelőnek vélt anyagból olyan felsőtesten viselhető ruházat kialakítását tűztük ki célul, amely megfelelő helyen tartja a hőmérő chipet és a berendezés többi részét, valamint kényelmes a le- és felvétele, valamint a tartós viselése. Erre egy szalag formájú, pamut-elasztán összetételű, hevederszerűen kialakított eszközt fejlesztettünk ki.

A testen viselhető „hevederpánt” kialakítására több változatot is elkészítettünk (7. ábra) [4]. Nagy előnyük, hogy az anyagfelhasználás során minimális a hulladék, a pántot erősen lehet rögzíteni a testfelülethez, egyszerű az elkészítése,



7. ábra. Hevederpánt formai kialakításának három változata[4]



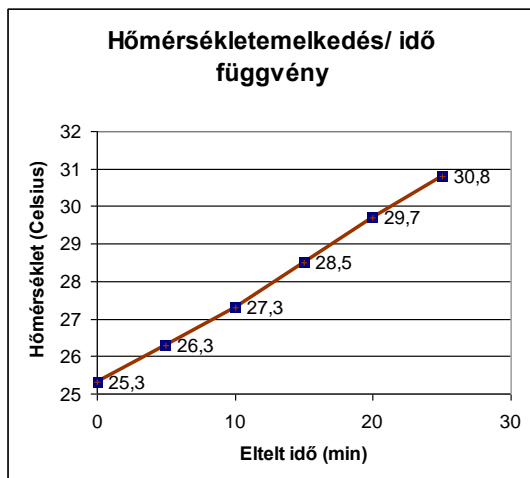
8. ábra. A digitális hőmérési és diagnosztikai rendszer sematikus ábrája

nem terheli többlet réteggel a viselőjét. Minimális az a felület, ahol érintkezik a bőrrel, így nem gátolja a hőkibocsátást.

A hevederbe integrált elektronika felépítését a 8. ábra szemlélteti, a sematikus ábra a következő elemeket tartalmazza: Arduino Lilypad (I.), SD memória kártya (II.), memóriakártya foglalat (III.), vezetékek, 4 db DS18S20 hőmérő chip (IV.), LED, 4.5 Voltos tápegység (V.), ellenállások (3.3KΩ, 1.80KΩ, 4.7KΩ).

#### 4. A prototípuson végzett mérések eredménye

A 2.4 fejezetben bemutatott, fűtő/hűtő funkcióval ellátott alsóruházat fűtő képességét hőkamerával teszteltük. A hőmérséklet méréséhez Raytek Raygner MX4 infrakamerát használtunk. A vizsgálat kezdetén, a keringető rendszer bekapcsolása előtt a vizsgáló berendezéssel 25,3 °C-ot mértünk a csőrendszeren. A keringe-



9. ábra. A fűtő-hűtő rendszerrel ellátott ruházaton, infrakamerával mért hőmérsékleti értékek

tés bekapcsolása után ötpercenként végeztünk hőmérsékletmérést, a kísérlet 25 percig tartott. A kapott értékek a 9. ábrából leolvashatóak. Az infrakamerás mérés eredményei alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a hőmérséklet az idő elteltével egyenesen arányosan növekedett, a mérés kezdeti és végső hőmérséklete között 5,5 °C különbség tapasztalható, mely ötpercenként átlagosan 1,1 °C hőmérsékletváltozást jelent.

A prototípus tehát működőképes volt, a mérési eredmények alapján feltételezhető, hogy a hűtőhatás vizsgálatakor is hasonló mértékű hőmérsékletcsökke-

nést tapasztalnánk, mely egyenesen arányos lenne az eltelt idővel.

#### 5. Összefoglalás

Az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari Karán 2010 óta ismerkedhetnek meg a hallgatók választható tantárgy keretében az intelligens technológiák textilipari alkalmazhatóságával. A téma időszerűségét és népszerűségét bizonyítja az is, hogy évről évre a kari TDK Konferenciákon bemutatásra kerülnek projekt-munkák ebben a témában. (2011- ben I. helyezett lett Szilágyi István „Környezetével kommunikáló intelligens láthatósági mellény” című dolgozatával, 2012-ben pedig Szilágyi és Sipos megosztva II. helyezést ért el az itt bemutatott munkáikkal.) A téma nagy népszerűségnek örvend minden évben a Kutatók Éjszakája program keretében megrendezésre kerülő bemutató előadások alkalmával is, ahol az érdeklődők betekintést nyerhetnek az intelligens textilek világába, kipróbálhatják azok gyakorlati előnyeit és együtt kísérletezhetnek az egyetem oktatóival, hallgatóival.

Ezek a technológiák népszerűek, helyet követelnek a mai modern világ öltözködésében, mindennapi életvitelünkben és nem szükséges komoly technológiai háttér ahhoz, hogy bárki számára elérhető, viselhető ruhadarabok születhessenek. Kísérleteinknél olyan technológiai eszközök kerültek felhasználásra, melyeket bárki beszerezhet megfelelő szaküzletekben, csupán elszántság, kíváncsiság és kísérletező kedv szükségeltetik az egyszerűtől kezdve akár a legelképezetőbb ötletek megvalósításáig.

A színváltó textilek alkalmazási lehetőségei igen sokrétűek lehetnek, hangsúlyt kaphat az esztétikai funkció, de felhasználhatóak akár jelzőrendszerként is. Az itt bemutatott kísérletek eredményeit felhasználjuk a további tervezői munkákhoz. Ahhoz azonban, hogy a különleges színezék felhasználásával „aktív” tett textiliában a használat során ne következzen be minőségromlás, szükség van a színezék felvitelének technológiai optimalizálására.

A viselhető elektronikával (e-wear) foglalkozó kísérleteinkben felhasznált Arduino projekt egyszerű, felhasználóbarát, az Arduino Lilypad megvásárolható eszközcsomagban található fémcszalag hagyományos cérnaként varrhatóak, és képesek elektromos áram vezetésére. A fűthető/hűthető alsóruházat és a hőmérsékletmérésre, szabályozásra alkalmas eszközök kifejlesztésénél nyert első eredményeink biztatóak, ugyanakkor szükség van az elkészült prototípusok valós körülmények közötti kipróbálására, és a továbbfejlesztésnél a használat során nyert tapasztalatok beépítésébe.

#### Irodalom

- [1] Lehocski Judit: Világító látványöltözetek. Szakdolgozat, BMF, Budapest, 2008
- [2] <http://www.kovox.hu>
- [3] Szilágyi István: Alsóruházat fejlesztése beépített hűtő-fűtő rendszerrel. TDK dolgozat, Óbudai Egyetem, Budapest, 2012
- [4] Sipos Gábor: Emberi test hőmérséke: E-ruházat. TDK dolgozat, Óbudai Egyetem, Budapest, 2012
- [5] <http://www.arduino.cc>