

Inteligentna odjeća

Lea Gruškovnjak, viši asist. dr. sc. Katarina Nina Simončić

Zavod za dizajn tekstila i odjeće, Tekstilno tehnološki fakultet, Zagreb,
nina.simoncic@tff.hr, lea.gruskovnjak@gmail.com

Sažetak:

Inteligentna odjeća i nosiva tehnologija pojmovi su koje smo do nedavno smatrali znanstvenom fantastikom. Danas zahvaljujući razvoju znanosti i tehnologije postaju naša stvarnost. Inteligentna ili pametna odjeća nastaje sinergijom dijelova računala, digitalnih i elektroničkih komponenata i tekstilnih materijala. U posljednje vrijeme takvi materijali privlače izuzetnu pozornost širom svijeta jer potencijalno mogu imati izrazito važan (čak i revolucionarni) učinak na ljudski život. Unatoč napretku koji obećava mnoga uzbudljiva rješenja, prije učestalih primjena inteligentne odjeće biti će potrebno riješiti još mnoge zapreke poput fleksibilnosti i nosivosti materijala na koje su ugrađeni razni senzori i digitalne komponente.

Ključne riječi: tehnologija, odjeća, dizajneri, tekstil, napredak

1. UVOD

2008. godine suvremeni modni dizajneri izložbom *Technothreads at the science gallery* (Dublin, Trinity Colleague, Irska) istražuju spoj znanosti i tehnologije. Osvrtom na tu izložbu te promišljanjem o iznesenim idejama ovim će se radom obraditi tema inteligentne odjeće kao rezultat značajnog tehnološkog napretka 21. stoljeća. Ukazati će se na poveznicu između nanotehnologije i mode. Rad također nastoji odgovoriti na sljedeća pitanja: kako ili kada materijali stvoreni za ekstremna okruženja (hladnoća, toplina, spoj s tehnologijom...) postaju ulična moda? Hoće li napredak biotehnologije omogućiti stvaranje zamjenske kože kao vid novog materijala? Ako je moda otišla korak dalje otvara se pitanje etičnosti. Da li je sve to užasavajuća vizija ili nova, pozitivna kvaliteta života? Proučavati će se pojmovi kao što su: nosivo, odjevna računala, nosiva tehnologija, pametna odjeća, pametna modna odjeća, obuća i interaktivne e-(elektronske) haljine koji se odnose na funkcionalne elektronske objekte integrirane u odjeću. Kao izvori koristiti će se poglavlja iz knjige Ingrid Loschek: *When clothes become fashion – design and innovation systems*, 2009, gdje autorica analizira budućnost odijevanja, te katalog izložbe *Technothreads at the science gallery* kustosice Marie O'Mahony, 2008, koji se zasniva na radovima i dostignućima mladih modnih dizajnera na temi tehnologije u odijevanju, te elektronski izvori koji donose podatke o istraživanjima i radovima na području odjeće budućnosti.

2. KONCEPTUALNA MODA

Konceptualna moda koncentrira se na upotrebu znanosti i tehnologije od strane modnih dizajnera i umjetnika koji nagovještaju budućnost mode u kojoj se ističu nove funkcije ne samo primarnih svojstava nosivosti i estetskih zahtjeva već i kao pomoć u medicinske svrhe. Današnja suvremena istraživanja omogućavaju da se odjeća može u obliku spreja nanijeti direktno na tijelo, korištenje elektro-luminantnih žica koje uzrokuju da haljine sjaje, te izradu odjeće koja se ponaša poput živog organizma zahvaljujući napretku u biotehnologiji. Rad je eksperimentalan s nekim odjevnim predmetima ili tekstilom koji su još u konceptualnoj ili prototipnoj fazi. Ipak, svi autori su vrlo realni u korištenju tehnologije i svojim radom prikazuju sljedeće generacije u odjevnoj tehnologiji.

Znanost i industrija danas usko surađuju. Tako je znanost prožela sve segmente proizvodnje: od izuma novih vlakana od kojih se proizvodi odjeća, do materijala i konstrukcije. Izgled, tekstura, te u nekim slučajevima zvuk i miris elementi su koji sudjeluju u oblikovanju odjeće u cilju pobuđivanja osjetila i uma. Tkanine su zbog svoje podatnosti zahvalan medij za primjenu novih tehnologija, što je dovelo do oblikovanja inteligentne odjeće.

Za proljeće / ljeto 2007 Hussein Chalayan stvorio je niz mehaničkih haljina u suradnji sa kućom Swarovski. Kristalno perlata haljina prerasla je svoj put kroz desetljeća, kombinirajući *high-tech*¹ s ručnom izradom. Mehanička haljina prvi je odjevni predmet kolekcije «Sto i jedanaest». Naslov se referira na nadilazeću povijest mode za 111 godina.

Elena Corchero koristi fotonaponske (*PIV*) ćelije koje prikupljaju i pohranjuju sunčevu energiju. Fotonaponske ćelije postaju sastavni dio odjeće i modnih dodataka te oblikuju nježne estetske kvalitete koje podsjećaju na primjenu veza kroz povijest (samo što su sada tehnologijom osuvremenjene). To je kombinacija ručno izrađenog veza i aplikacije s tehnologijom solarnih ćelija i svijetlećih dioda (*LED*). Corchero u svojoj viziji odjeće budućnosti tehnologiju vidi u službi načela humanosti. Kroz odjeću promišlja o pitanjima zaštite okoliša, stoga koristi solarne ćelije za prikupljanje sunčeve energije koju pretvara u energiju potrebnu za napajanje *LED* dioda noću (O'Mahony 2008: 3-4).

Istraživački projekt *Solartex* razvija i ispituje mogućnost integracije fleksibilnih solarnih ćelija, a tvrtka *Solarion* u Leipzigu je razvila fleksibilne, tankoslojne solarne ćelije² integrirane u odjeći koje osiguravaju energiju za male mobilne aparate putem *USB*³ sučelja. Jakne proizvode energiju pomoću solarnih ćelija ili koriste toplinu tijela⁴ dok su sportske cipele oblikovane da kretanjem stvaraju energiju. Energija je proizvedena kinetički, statički i solarno-tehničkim sredstvima pohranjenim u tekstilu. Istraživanja su usredotočena na slojevitost tkanina u čije se pojedine slojeve ugrađuje *Bluetooth*⁵ u svrhu komunikacije: jedan sloj u funkciji je skladišta, drugi je osjetljiv na svjetlo i zvukove, a treći pomoću senzora ubrzanja registrira promjene lociranja pomoću senzora ubrzanja (Loschek 2009: 124).

Cute Circuit i Alyce Satoro istražuju mogućnosti odjeće kao sredstva komunikacije. Ovi dizajneri mogućnost tehnološkog napretka iskoristili su za istraživanje i razvijanje virtualnog osjećaja tkanine na način da se virtualnom simulacijom tkanine postižu fizički parametri. «Zagrljaj majica» stvara fizički osjećaj grljenja, postignut pulsiranjem tkanine nalik otkucaju srca, nadimanjem tkanine i proizvodnjom topline i "zagrljaj" šalje putem mobilnog telefona drugoj osobi (Loschek 2009: 124). U majicu su ugrađeni senzori s uređajem koji kontrolirano pretvara električnu energiju (ili neku drugu) u mehaničku energiju, kojima se postiže osjećaj dodira, topline i otkucaj srca pošiljatelja.

Zastave Tibetanske molitve s aktivnim blagoslovom vjetra i audio kasete korištene su kao inspiracija za Santorinu *Sonic* Tkaninu. U svom projektu ona koristi 50% recikliranih audio kaseti i 50% pamuka tkajući ih u oblikovanu audio tkaninu. Tijekom procesa izrade odjavnog predmeta magnetska kvaliteta trake se zadržala, tako da se, kada glava kazete prelazi preko tkanine napravljene od trake, stvara zvuk. Critz Campbell i Suzi Webster koriste elektro-luminantne žice, opet vrlo različite svrhe. Campbell je oblikovala haljinu s ukrasom od izvezenog svijetla jednostavne estetike. Elektro-luminantne kableske sustave oblikuje tehnikom ručnog veza spojivši tradiciju i tehnologiju odstupajući od pravila dizajna. Webster koristi tehnologiju u koju nositelj može puhnuti čime se izaziva svjetlosna reakcija. Koristeći elektro-luminantne žice stvara se *električna* koža osjetljiva na nositeljevo disanje. Svaki udah i izdah proizvode svjetlost na tkanini. Taj tip odjeće oblikovan je pomoću pametnih materijala koji su rezultat promjene u svom okruženju (O'Mahony 2008: 4-5).

Znanstvenici Sveučilišta Texas u Dallasu stvorili su pređu od ugljikovih nanocjevčica u cilju novog tekstila koji može napajati *I-PAD*⁶. Nanocjevčice sadrže supravodljive čestice, kao što su bor i magnezij u prahu. Svrha je istkati pređu koja prijenosi energiju u lagane baterije neprimjetne za vrijeme nošenja. Povećavanjem mreže od nanocijevi, a zatim prskanjem mreže ugljikovim prahom, završni materijal se može pretvoriti u pređu za šivanje i pletenje. Prah, koji može sadržavati 95 do 99 posto težine pređe, zarobljen je unutar isprepletanih nanocijevi⁷.

Većina haljina još uvijek se izrađuje na isti način na koji su se izrađivale prije sto godina. To se polako mijenja i dalje će se mijenjati s napretkom tehnologije. Spojevi (šavovi) na vodootpornoj odjeći već su obrađeni na određene načine kako bi se

¹ *High tech* jedna od najnaprednijih tehnologija trenutno dostupnih. Pridjev: *high-tech* ili visoke tehnologije. Tu je i arhitektonski stil poznat kao *high-tech*. Ne postoji specifična klasa tehnologija koja je *high-tech* - definicija smjene tijekom vremena - tako da proizvodi *hyped* kao *high-tech* u 1960-ih sada bi se moglo smatrati, ako ne baš kao niske tehnologije, onda barem donekle zastarjele. Ova definicija je dovela do marketinške podjele opisujući gotovo sve nove proizvode kao *high-tech* (http://en.wikipedia.org/wiki/High_tech).

² samo 7,5 mikrometara debele i gotovo bez težine (Loschek, Ingrid: *When clothes become fashion – design and innovation systems*, poglavlje u knjizi *When clothes become fashion – design and innovation systems*, Tehnical crossing, Berg, Oxford, New York, 2009, str. 122).

³ **Univerzalna serijska sabirnica** (eng. *Universal Serial Bus, USB*) je tehnološko rješenje za komunikaciju računala s vanjskim uređajima pri čemu se podaci razmjenjuju serijski relativno velikom brzinom. *USB* je zamijenio razna dotadašnja serijska i paralelna sučelja na računalima (<http://hr.wikipedia.org/wiki/USB>).

⁴ Ljudsko tijelo proizvodi energiju za oko 10 vata, tako da toplina tijela može slati svoju energiju *high-tech* tkanini

⁵ **Bluetooth** je način bežične razmjene podataka između dva ili više uređaja. Većina današnjih modernih računala, mobitela i *mp3 player*-a i sl. imaju mogućnost slanja podataka pomoću *Bluetootha*. Kao većina veza nije klasična i ne mora se točno usmjeravati. *Bluetooth* stvara "krug" oko uređaja na kojem je pokrenut, pa se povezuje s drugim uređajem gdje god se on nalazio u promjeru od otprilike 10 metara. Povezivanje se odvija na frekvencijskom području od 2,4 do 2,48 GHz. Odlikuje se brzinama prijenosa podataka do 1 Mbit/s. Prije puštanja u uporabu, proizvodi s *Bluetooth* tehnologijom moraju biti kvalificirani i proći ispitivanje međudjelatnosti (<http://hr.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>)

⁶ *Apple* je 2010. godine predstavio svoju verziju *tablet* računala pod nazivom *iPad*. Taj uređaj trebao bi promijeniti način na koji se pregledava web, čitaju knjige, gledaju slike, filmovi i ostali multimedijalni sadržaji (<http://www.ucionica.net/racunala/ipad-sto-je-to-i-cemu-sluzi-949/>)

⁷ <http://www.ecouterre.com/electricity-generating-t-shirts-could-someday-power-your-iphone/>

spriječilo prodiranje vode kroz šavove, dok su čarape i neka ekskluzivna odjeća proizvedeni kao cjevasti oblik tkanine. Janne Kyttanen spaja slojeve spaja termoplastičnim prahom i tako stvara sigurnosni tekstilni uzorak u slojevima.

Proces brze proizvodnje češće je povezan s proizvodima, a ne s modom. Koristeći digitalne proizvodne procese, kao što su laserski stroj za ispisivanje i slobodu stvaranja dizajna na 3D CAD datotekama, rezultat može biti završena trodimenzionalna tkanina, odjeća ili dodaci.

U potpunosti suprotan pristup od gore navedenog je tekstil u limenci *fabrican* Manela Torresa. Autor prskanjem tvari iz limenke na tijelo oblikuje odjeću bez krojenja i šivanja. Naglašavanje prskanjem određenih dijelova stvara skulpturalnu odjevnu formu. Taj način oblikovanja specifične strukture dovodi ga je do promišljanja o materijalu koji bi se poput druge kože magično prilagodio tijelu i pridonio revoluciji u tekstilnoj proizvodnji s novim načinom oblikovanja odjeće u kojoj primarna ne bi bila konstrukcija i šivanje već osjet za skulpturalnu formu. *Fabrican* tekstil u limenci ili druga koža postignuta prskanjem izravno na kožu bez dodira imala bi značajan doprinos i na području zdravstvene njege.

Biotehnologijom⁸ u tekstilu bave se dva izlagača Donna Franklin i Gary Cass koji su imali priliku sudjelovati u umjetničkom laboratoriju *Symbiotica*⁹ Sveučilišta Zapadne Australije. Polje njihovog istraživanja bile su nove mogućnosti za stvaranje materijala uzgojenih u znanstvenom laboratoriju razmatrajući etička i ekološka pitanja. U njihovom djelu *tkivo + cultura*, može se vidjeti kako bismo mogli dobiti umjetnu kožu. Korištenjem biotehnologije, odjeća se uzgaja od embrionalnih stanica miša i čovjeka usađenih preko biorazgradivih polimera. Dobiven je supstrat od kojeg se oblikuje odjeća. Na *poluživom* tekstilu raste polimer i izgrađuje novu živu haljinu.

Donna Franklin i Gary Cass stvorile su tekstil od vina, kultiviran od fermentacije crnog vina. Vinska haljina oblikovana je bez šavova. Stanice se obično sastoje od jedne vegetativne stanica koje se razdvaja u manje stanice. Vinski kvasac završava proces fermentacije (O'Mahony 2008: 4-5).

Jasni ciljevi inteligentne odjeće su povećanje svojih funkcija i performansi. Integrirani navigacijski sustav ne bi trebao zahtijevati unos podataka od korisnika. Uz to, trebao bi dovesti korisnika na odabrano odredište, pazeći na vremenske uvjete i ostale performanse. Na taj način, simbioza čovjeka, računala i odjeće se razvija. To su pokrenuli pioniri poput Stevea Manna iz MIT-a (Massachusetts Institute of Technology). Već 1980-ih, Mann je izumio cipele-računalo, a ranih 1990-ih slušalice i kameru koje proširuju stvarnost. Kamere su smanjene do veličine dimenzija sunčanih naočala. Nosiva elektronika je ostvarena, testirana i korištena u vojne svrhe. Između ostalog, tvrtke *Interactive Wear* u Schweinfurtu razvile su «*Zna gdje*» jaknu za civilnu serijsku proizvodnju. «*Zna gdje*» jakna sadrži kompletni integrirani elektronski stroj poznat kao *GPS*¹⁰-oko koje otkriva i prenosi podatke o položaju nosioca. To olakšava pozicioniranje jakne korisnika s preciznošću *GPS*-a. Jakna sadrži i *MP3 player*¹¹, slušalice i mikrofon, voodootporna je, a rukavi sadrže tipkovnice koje su otporne na udarce te tipke za hitne slučajeve. Raspon koristi od «*Zna gdje*» jakne je gotovo neograničen. Može se koristiti za sport i slobodno vrijeme (npr. planinarenje, brdski biciklizam, jedrenje) do radne i zaštitne odjeće. Jedno od glavnih polja primjene inteligentne odjeće predstavlja tzv. nadzor bolesti, zdravstvenih mjera predostrožnosti. Senzori su integrirani u tkaninu *Life Shirt* i stalno mjere vitalne funkcije kao što su puls, krvni tlak, šećer u krvi, srčani ritam i izgaranje masnoća kao i pH vrijednost kože. Signal odgovara upozorenjem ili automatski poduzima odgovarajuće mjere. Haljina s integriranim senzorom masaže - koji se primjerice može aktivirati tijekom putovanja vlakom, namijenjen je poboljšanju općeg dobrog osjećanja (Loschek 2009: 123-124). Važno je da vrijednost elektronskog tekstila (e-tekstila) i nosive tehnologije pomognu u poboljšanju života ljudi koji trebaju liječenje, rehabilitaciju nakon liječenja i poboljšanje kvalitete života starijih osoba. Integriranjem senzora za praćenje u odjeću, omogućuje se mnogim ljudima da vode kvalitetniji život.

Virginija tech inženjerski tim dizajnirao je hlače u koje su integrirani razni senzori i prenosiva tehnologija za praćenje aktivnosti korisnika. Ti senzori komuniciraju s malim tiskanim pločicama koje sadrže mikrokontrolere drugih senzora (tzv. e-oznakama). Sustav e-oznaka je dovoljno razvijen da detektira razlike između odstupanja u kretanju tijekom normalnih uvjeta kao što su hodanje na ravnom ili neravnom terenu, te može otkriti nepravilnosti karakteristične za osobe koje bi mogle imati nestabilnosti u pokretu¹².

⁸ Prema definiciji Europske federacije za biotehnologiju iz 1992. godine, biotehnologija je «Znanost koja povezuje prirodne i inženjerske znanosti, da bi se postigla primjena organizama, stanica, njihovih dijelova i molekularnih analogona u svrhu dobivanja proizvoda za dobrobit čovječanstva». To je relativno nova tehnologija u tekstilstvu i jedna od onih koji privlače svoj udio kontroverze (O'Mahony, Marie, *exhibition curator: Technothreads at the science gallery*, Science gallery, 2008)

⁹ Symbiotica je umjetnički laboratorij posvećen istraživanju, učenju i kritici znanosti o životu. Smješten je unutar škole za anatomiju i ljudsku biologiju na Sveučilištu Zapadne Australije. To je prvi istraživački laboratorij ove vrste koji omogućuje umjetnicima da se uključe u rad na odjelu biološke znanosti (<http://en.wikipedia.org/wiki/Symbiotica>).

¹⁰ Sustav globalnog pozicioniranja (*GPS*) je navigacijsko pomagalo koje je prvotno bilo razvijeno za vojne potrebe. Sustav jednostavno prima, šalje i ponovno prima signale, dok je prava snaga *GPS* tehnologije u širokom rasponu njezine primjene (<http://www.graphicom.hr/gps.htm>).

¹¹ *MP3 player* je uređaj na kojem se može reproducirati jedan od najčešćih audio formata datoteka - *MP3* (*Moving Pictures Expert Group Audio Layer 3*) (<http://www.tehnomagazin.com/Tehno-magazin-br1/MP3-player.htm>).

¹² <http://www.crunchwear.com/intelligent-textile-pants-for-the-elderly/>

Istraživač iz Tajvana je smislio način ispisa elektrokemijskih senzora izravno na tkaninu. Integracija biosenzora u odjeću nije jednostavna. Pažnja mora biti usmjerena na morfološki utjecaj tkanine i kontinuirana oštećenja i deformaciju performansi senzora kroz kretanje tijela. Znanstvenici koriste sitotisak tehnologiju za izradu gustog filma amperometrijskih senzora koji se mogu rastegnuti, savnuti i slomiti bez ometanja njihovih sposobnosti. Odjeća sa integriranim elektrokemijskim sensorima ima značajan utjecaj za buduću zdravstvenu zaštitu, vojsku ili sport. Tehnologija može pratiti konzumiranje alkohola kod vozača ili razinu stresa kod vojnika i sportaša¹³.

3. ESTETIKA ZNANOSTI

Uz dizajnere koji inspiraciju traže u svemirskim putovanjima, kamuflaži, *Star Warsu*¹⁴ i Brailleovom pismu, može se vidjeti koliko snažno znanost i znanstvena fantastika prožimaju naše živote. Utjecaj znanstvenih istraživanja i otkriće svemira daju mnogo estetskih mogućnosti utjecanja na siluetu, strukturu odjeće, tkanine i površinsku dekoraciju. Znanstvena fantastika uvelike je utjecala na znanost, umjetnost i estetski razvoj. Dizajneri u ovom području koriste estetske pojmove u obliku razigranih kičastih motiva. Kreiraju siluete oštih linija i oblikuju površinu ili futurističke koncepte. Estetika se kreće između znanosti i znanstvene fantastike. Tako pojam o tome što je to čovjek dolazi u pitanje (O'Mahony 2008: 5-7).

Granica između znanosti i znanstvene fantastike često je zamagljena. To se dijelom može pripisati činjenici da toliko inspiracije znanstvene fantastike dolazi iz znanosti koja se još ne smatra općim znanjem. Knowearova «Brand ovisnost» je rad koji okružuje i dijeli, čini da gledatelj oklijeva i pita događa li se to zaista ili je to nešto što bi moglo biti uskoro. Ta pitanja odvedena su u krajnost u umjetničkoj instalaciji za koju on smatra kao potencijalni uzrok za futurističke kožne bolesti. Walter van Beirendonckovo djelo njegova je vlastita fascinacija povećanjem ljudskog tijela. To istovremeno podsjeća na iskrivljeni oblik tijela prikazan u srednjem vijeku i suvremenu plastičnu kirurgiju i kemijska poboljšanja. Sexclown muška kolekcija proljeće / ljeto 2008 odražava fascinaciju novim vrstama fetišizma budućnosti. Avatari¹⁵, digitalni oblici života i afrički Sogobo rituali kombinirani zajedno stvaraju estetiku koja slavi muškosti i tjelesnu raznolikosti. Van Beirendonck je dizajnirao kostime za U2 PopMart turneju, uključujući i Bonov markantni "balon" ansambl. Claudy Jongstra radi sa osjetljivim tkanina. S jedne strane koristi tradicijski ručni rad, ali i bujni futuristički kostim princeze Leie iz *Star Warsa - Fantomska prijetnja*. Jongstrine tkanine idu puno dalje od tradicionalnog shvaćanja i estetskih medija kombinirajući sirov svileni šifon za izradu upadljive grafike, bogato obojene i teksturirane tkanine. Jakne su nastale suradnjom između Claudy i modnog dizajnera Alexandera von Slobbea u njegovom projektu Orsona + Bodil. Manish Arora se s lakoćom kreće između tradicionalnog indijskog veza nizanja perli i visoko tehnolojskih slika astronauta i raketa. Spajajući ovo dvoje podiže svijest svakog od nas i podsjeća na kontrast između ručnog rada i tehnologije koja nas okružuje u našem svakodnevnom životu.

Dok mnogi modni dizajneri počinju ugrađivati komunikacijske alate u svoju odjeću, drugi su na posve drugačiji način inspirirani idejom komunikacije. Shelley Fox kao inspiraciju koristi Brailleovo pismo i Morseov kod, dvije vrlo različite forme komuniciranja. Njihovom interpretacijom na površinskom uzorku njezine odjeće odražava njihov način komunikacije. Brailleovo pismo je podignute teksture površine, dok je Morseov kod tiskan kao ravan uzorak. Maharishi je najpoznatiji u interpretiranju i promociji kamuflaža za ne-vojne svrhe. Mnogi uzorci preuzeti su iz vojske i prilagođeni u zasljepljujuće serije odjevnih predmeta. Ostali uzorci dolaze iz popularne kulture kao što je prvobitni film Apokalipsa sada i New Yorški umjetnik grafita budućnosti. Crno-bijela grafika majice iz proljeće / ljeto 2008 referira se na zasjenjeno razoran uzorak sa brodova iz Prvog i Drugog svjetskog rata. Odjevni predmet iz kolekcije jesen / zima 2007 bogato je vezena stadion jakna s motivima iz djela Umjetnika grafita (O'Mahony 2008: 5-7).

Ono što se može vidjeti kroz rad u ovom dijelu izložbe je ne samo utjecaj znanosti na estetski način, nego i razvoj priče za modernu odjeću. Prirodna vlakna i materijali su također imali svoju formu od svog početka izrade do početka njihovog korištenja za odijevanje. Priznanje dobivaju kroz dizajnersku priču ili ručnu izradu, oni su element koji čini *high-tech* osobnim (O'Mahony 2008: 6).

4. LABORATORIJSKE TKANINE

Laboratorijske tkanine izgledaju, u najmanju ruku, kao napredni tekstil. Svi aspekti tkanine ovdje su uzeti u obzir, od pređe i načina na koji su tkanine izrađene do završnih dorada. Primjeri uključuju i odjevne predmete i samu tkaninu. Fotografski prikaz tkanine pokazuje kako proces tiska u doba masovne proizvodnje može biti jedinstven. Koriste se metalna, reflektirajuća i transparentna prediva i završne dorade, a pažnja je posvećena i tehničkim, estetskim, etičkim i ekološkim problemima. Oni su podsjetnik da kao potrošači moramo biti svjesni tih pitanja (O'Mahony 2008: 1).

¹³ <http://www.ecouterre.com/screen-printed-sensors-on-smart-undies-can-monitor-bodys-biochemistry/?isalt=0>

¹⁴ Ratovi Zvijezda (engleski *Star Wars*) su serijal znanstveno-fantastičnih filmova američkog redatelja, producenta i scenarista Georgea Lucasa. Serijal je svojevrsna bajka koja obrađuje tematiku vječne borbe između dobra i zla, smještena u svemirska prostranstva i alegorička je vizija ljudske povijesti i sadašnjosti. Serijal čini šest filmova (epizoda) (http://en.wikipedia.org/wiki/Star_Wars).

¹⁵ *Avatar* je „objekt“ koji predstavlja utjelovljenje korisnika ili tzv. alter ego korisnika u dvodimenzionalnom i trodimenzionalnom svijetu. Koristi se računalnim igrama, na internet forumima i drugim mjestima (http://hr.wikipedia.org/wiki/Avatar_%28informatika%29).

Dolazak novih materijala često je popraćen vrhunskim dizajnerskim inovacijama u svijetu mode. Uvođenjem likre uvidjela se mogućnost korištenja *stretch* tkanina i time se promijenila silueta i stil doba. Današnje inovacije su rijetko tako dramatične. Primjeri u ovom području u rasponu su od laserskog rezanja i vezenih tkanina, *haute couture catwalka* na modnim pistama Pariza, do korištenja toplinske izolacijske tehnologije iz svemirske industrije. Te tkanine će pokazati kako tehnologija i tradicija mogu zajedno surađivati kako bi stvorili tkanine s prepoznatljivim vizualnim i taktilnim osobinama (O'Mahony 2008: 8).

Grado Zero Espace i *Schoeller* koriste tehnologije koje imaju svoje porijeklo u svemirskoj industriji. Oni su istraživali upotrebu aerogela u odjeći. Aerogel je tvari koja ima najučinkovitiji omjer težine i toplinske izolacije. Najlakše je čvrsto tijelo na svijetu – toliko lagano da u svom najčišćem obliku može plutati na zraku. Također ima izvrsni težinsko - toplinski izolacijski omjer. Rezultat istraživanja je jakna koja je izuzetno lagana, ali vrlo topla. U proizvodnji ove jakne korištena je tehnologija Europske svemirske agencije (ESA) u suradnji s *Grado Zero Espaceom*. *Schoeller* je dugo bio angažiran u proizvodnji sofisticirane, visoko tehničke tkanine za modnu, sportsku i ležernu odjeću. On već ima svoje proizvode *Schoeller PCM* (materijal u fazi promjena). *PCM* ima sposobnost promijene stanja (kao što je oblik čvrstog u plinovito), kada je podvrgnuti promjeni temperature. Ideja je bila napraviti tkaninu koja može zadržati toplinu nosioca dok stoji čekajući autobus zimi, i hladiti ga kada trči da uhvati autobus.

Švicarska tvrtka *Jakob Schlaepfer* i japanski dizajner *Yoshikia Hishinuma* pokrenuli su drugačiji put do tekstilne inovacije. Oni kombiniraju razne tehnologije, ručnu izradu i tehnološki napredak. Tkanine su termički obrađene i laserski rezane. Čini se ironično da je danas to mješavina obrta i stroja koji je označio luksuz. Ručna izrada postaje sve više povezana s lošom reputacijom i na tržištu se pojavljuje kao jeftini uvoz iz zemalja poput Kine. Umjesto da uzima ravne tkanine, *Yoshiki Hashinuma* ih reže i šivanjem oblikuje u 3D oblik i time razvija niz 3D pletenih odjevnih predmeta. U nekim slučajevima čak su i tipke koje tvore uzorak pletene na ovaj način. U kolekciji jesen / zima 2005. *Jakob Schlaepfer* koristi antilop efekt, transparentnost, srebrne i zlatne luksuzne boje, teme sa žakard tkanjem, lasersko rezanje, vezenje i utiskivanje. U tkaninama za visoku modu kombinira sve kako bi stvorio tkanine koje su i tehnički napredne, futurističke i estetske (O'Mahony 2008: 8-10). Briga za okoliš je sada postala prioritet. *Rebecca Earley* uzima to kao polazište, a zatim gleda na cijeli proces dizajna i način na koji koristimo i obnavljamo odjeću. *Earley* je sve više zainteresirana za utjecaj tekstilne industrije na okoliš. Koristi iscrpno bojenje, ponovno korištenje kupke za bojenje nekoliko puta, tako da odjeća svaki put postane svjetlija. To je sastavni dio njezine filozofije dizajna i estetike. Tako svaki komad postaje jedinstven (O'Mahony 2008: 9).

Tkanina izrađena od poliesterskih vlakana s milijunima sitnih filamenata obloženih silikonom smatra se «najvodootpornijom». Kapi vode zadržavaju se na površini tkanine u obliku kuglica. Komad materijala je potrebno samo nagnuti za 2 stupnja od horizontalne ravnine i kapljice bez traga skliznu sa tkanine. Tajna ovog nevjerojatnog svojstva krije se u površini materijala sačinjenoj od silikonskih nanofilamenata koji su visoko hidrofobni. Šiljata struktura 40-nanometarskih niti pojačava taj efekt stvaranja sloja koji sprečava da se kapljice vode ulijevaju kroz slojeve poliesterskih vlakana koja se nalaze ispod površine. Silikonski nanofilamenti također zadržavaju sloj zraka među njima, stvarivši stalni zračni sloj. Tkanina može biti uronjena u vodu dva mjeseca i još uvijek ostati suha. Premaz također može biti dodan u ostale tekstilne proizvode, uključujući i vunu, viskozu i pamuk, iako poliestar trenutno daje najbolje rezultate¹⁶.

5. POGLED U BLIŽU BUDUĆNOST

U budućnosti će elektronička oprema biti dio odjeće. Integracija elektronike i novih tehnologija te modni znakovi početak su nove ere u odijevanju i tekstilnoj industriji, u kojoj vizija pojedinca daje prednost proizvodima visoke tehnologije. Primjerice, mikروفon može biti skriven u ovratniku i spojen na minijaturno računalo u džepu na prsima koje ima program za prepoznavanje govora i lica. Pozadinske informacije biti će prikazane na zaslonu. Ako situacije postanu stresne, kontrola tjelesnih funkcija izvještavat će o opasnosti od preopterećenja stresom. Sustav za kontrolu težine će upozoriti na svaki suvišan zalogaj na poslovnom ručku. Cipele za proizvodnju energije koje ćemo nositi osigurat će potrebnu električnu energiju koja će održavati rad tih aparata.

Način *brandiranja* odjeće, u budućnosti nošenja elektroničke odjeće, mogao bi postati sredstvo razlikovanja. U početku (u početnoj fazi prihvaćanja) atraktivna će zasigurno biti inteligentna odjeća, kao što su audio jakna s ugrađenim slušalicama i upravljačkom pločom na rukavu. No, bilo bi besmisleno da jedna osoba nosi ovu elektronsku modu, jer je cilj razmjena podataka sa drugima. Podaci odijela su beskorisni bez nekog oblika kompatibilnosti. I tako će nosiva tehnologija morati postati dio određenih skupina. Nakon toga razvijati će se posebnosti. Želja za prestižem i težnja za nadilaženjem neće biti izražena pomoću materijalnih vrijednosti, nego u smislu tko posjeduje najviše i, iznad svega, najkorisnije i ideološki najvrjednije ili možda čak i najatraktivnije informacije, i koliko brzo im može pristupiti. U slučaju internet skupina, već postoji tendencija u tom smjeru.

¹⁶ <http://www.newscientist.com/article/dn16126-nanotech-clothing-fabric-never-gets-wet.html>

Današnje društvo je definirano informacijama koje se obrađuju i odlaze dalje. Kreativno pakiranje informacije bi mogao biti u isto vrijeme i dizajn mode. Slijedom toga, nosiva računala također će ponuditi moderne i nemoderne sustave. Postojat će tržišta dobre i *retro* estetike, vjerojatno u formi «*Old school*» obrade. U ovom scenariju za budućnost moralo se raditi na tome da se ukloni sumnja u tehnologiju i zaštitu podataka. Stoga će daljnji razvoj tehnike vjerojatno imati snažan utjecaj na modne promjene (Loschek 2009: 124).

6. ZAKLJUČAK

Moda je jedan od velikih barometara popularne kulture našeg doba. Ona postavlja sjajne nove ideje i vizualne reference. Moda se ne nagomilava, nego akumulira vizualne reference i znanje i čini ih svojim. Nosiva tehnologija postati će dio svakodnevnog odijevanja i u mnogim aspektima poboljšati i olakšati uvjete života. Ovdje smo vidjeli neke od najinovativnijih svjetskih modnih i tekstilnih dizajnera i umjetnika te kako su neke od svojih ideja preveli u djelo. Pozivani smo da pogledamo estetiku u tim djelima. A onda trebamo pogledati ponovo i pronaći znanstvene priče iza primjera. Oni neće razočarati.

POPIS LITERATURE

O'Mahony, M. (2008). *Technothreads at the science gallery*, Science gallery.

Loschek, I. (2009). *When clothes become fashion – design and innovation systems*, poglavlje u knjizi *When clothes become fashion – design and innovation systems*, Technical crossing, str. 122, Berg, Oxford, New York.

<http://www.ecouterre.com/electricity-generating-t-shirts-could-someday-power-your-iphone/> (18.03.2011.)

<http://www.crunchwear.com/intelligent-textile-pants-for-the-elderly/> (20.03.2011)

<http://www.ecouterre.com/screen-printed-sensors-on-smart-undies-can-monitor-bodys-biochemistry/?isalt=0> (18.03.2011.)

<http://www.newscientist.com/article/dn16126-nanotech-clothing-fabric-never-gets-wet.html> (25.03.2011.)