

TEKSTILNOZARES ATTĪSTĪBAS INOVATĪVI RISINĀJUMI

INNOVATIVE SOLUTIONS IN TEXTILE DEVELOPMENT

Ingrīda ŠAHTA

Mg. sc. ing., pētniece, Rīgas Tehniskā universitāte
Tālrunis: +371 67089822, e-pasts: ingrida.sahta@rtu.lv
Rīga, Latvija

Ilze BALTIŅA

Dr.sc.ing., asoc.prof., Rīgas Tehniskā universitāte
Tālrunis: +371 67089822, e-pasts: ilze.baltina@rtu.lv
Rīga, Latvija

Madara PŪCE

Mg. sc. ing., apģērbu dizainere uzņēmumā „Eis”
E-pasts: mdr7@inbox.lv
Rīga, Latvija

Abstract. *Currently textiles are mainly produced in Asian countries. In Europe during the last years the textile production is sharply reduced. For the most part there are working those companies that have found a specific niche or flocked to the production of technical textile. Consequently, in Latvia the companies in this sector should also think about their products that could be able to compete on the open market. Textile with integrated electrical systems is a research area that combines innovations both in textile sector and electronics, as well as electrical engineering etc. The integration of Light emitting diodes in the textile products allows assigning of additional functions, such as the visibility on the street, or may serve as a fashion design. The paper provides analysis for applications of the opportunities of smart textile, the costs of production and materials, and the potential problems in the production process, as well as the possible ecological problems by manufacture, wear and recycling are also discussed. Some practical textile solutions with integrated electrical systems and LEDs are also offered.*

Keywords: *Smart textiles, smart clothes, textile industry, ecology.*

Ievads

Tradicionālajai tekstiliju, apģērbu un apavu ražošanai pārceļoties uz kontinenta Āzijas daļu, kur tekstilielvalsts – Ķīna ir arī lielākā apģērbu eksportētāja pasaulē (14.), rodas nepieciešamība pēc jauniem risinājumiem un jaunas ražošanas stratēģijas izveides Eiropā un jo īpaši Latvijā. To savos ziņojumos uzsver arī Eiropas Ekonomikas un sociālo lietu komiteja, īpaši norādot uz “netradicionālā” sektora attīstības nozīmību (augstu tehnoloģiju tehniski tekstilizstrādājumi) (14.).

Eiropā efektīvi strādā tie uzņēmumi, kas atraduši kādu specifisku nišu vai pārorientējušies uz tehnisko tekstiliju ražošanu un inovācijām. Tekstilizstrādājumi ar integrētām elektrovadošām sistēmām ir pētniecības joma, kas apvieno inovācijas gan tekstilnozarē, gan arī elektronikā un elektrotehnikā, un paver plašu pētniecības un ražošanas iespēju lauku tekstilnozarē. Tā kā joma ir jauna un mazapgūta, ir nepieciešams analizēt gan viedtekstiliju potenciālās tirgus un pielietojuma iespējas, ražošanas un materiālu izmaksas, un iespējamās problēmas ražošanas procesā, tāpat arī jāparedz dabas un apkārtējās vides piesārņojums ekspluatācijas procesā un pēc tā, un iespējamie draudi cilvēka un citu dzīvo būtņu veselībai.

Rakstā ietvertā pētījuma mērķis – izpētīt tekstilnozares iespējas Latvijā pievērsties jaunu jomu apgūšanai. Pētījuma uzdevumi:

- Analizēt inovāciju aktualitāti tekstilnozarē Eiropas valstīs;
- Izvērtēt iespējamās ražošanas problēm-laukus;
- Apskatīt jaunas idejas un risinājumus tekstiliju inovācijās;
- Analizēt ekoloģiskos tekstilinnovāciju aspektus.

Rakstā veikts teorētisks (analītiskais) pētījums, ilustrēts ar praktiskiem piemēriem.

Tekstilnozares attīstības stratēģija Eiropas kontekstā

Pēc Eiropas klasteru novērošanas centra datiem (5.) un 2008.g. Eiropas Ekonomikas un sociālo lietu komitejas ziņojuma par „Tekstiliju, apģērbu un apavu nozaru nākotni Eiropā” (17.,14.–18.) Latvijai kopumā piešķirta maznozīmīga vieta nozares specializācijā: „Tekstila, apģērba un apavu rūpniecība koncentrēta piecās visapdzīvotākajās Eiropas Savienības valstīs, un to uzņēmumi atbild par vairāk kā trīs ceturtdaļām no visas Eiropas produkcijas šajā nozarē. Arī pievienotā vērtība koncentrēta šajās valstīs, no kurām Itālija ir vissvarīgākā, tai seko Apvienotā Karaliste, Francija, Vācija un mazākā apjomā arī Spānija. No mazajām valstīm Portugāle, Beļģija un Grieķija ir īpaši nozīmīgas pievienotās vērtības ziņā. Beļģija ir ļoti aktīva tehnisko un gudro tekstilizstrādājumu jomā. Jaunajās dalībvalstīs šī nozare īpaši svarīga ir Polijā, Igaunijā un Lietuvā, bet kandidātvalstīs – Turcijā, Rumānijā un Bulgārijā.” (14.; 17.).

Eiropa ir spējusi pārvērst kapitālā tās aktīvus, pateicoties nelieliem ražošanas apjomiem, radošiem modes namiem, ātra pieprasījuma apmierināšanai, ātrai ražošanai un piegādes laikiem. Kā galvenie Eiropas tekstilnozares izaugsmes un tirgus stabilitātes faktori tiek minēti jauninājumi ražošanas procesos un materiālos, inovatīvas tehnoloģijas (kā nanotehnoloģijas un jauna veida šķiedras), kas savukārt nosaka augstu konkurētspēju un papildu tirdzniecības iespējas. Tāpat arī tiek

norādīts uz nepieciešamību īpašu uzmanību pievērst mazajiem un mikrouzņēmumiem (14.).

Kopumā Eiropas stratēģiju tekstilrūpniecības stabilitātes nodrošināšanai un attīstībai var iedalīt sekojošos virzienos:

- inovatīvu ražošanas tehnoloģiju attīstība,
- jauna veida tekstilpreču jeb viedtekstiliju izgatavošana,
- tehnisko tekstiliju attīstība un jauna veida pielietojuma pētījumi,
- atbalsts mikro-, mazajiem un vidējiem uzņēmumiem,
- saskaņota sadarbība starp ES dalībvalstīm un Eiropas Komisiju,
- atbalsts jaunajiem zinātniekiem un progresīvu pētījumu virzieniem (14.; 17.).

Pretēji Eiropas attīstības koncepcijai, kas balstīta uz inovācijām un netradicionālo tekstiljomu attīstību, Latvijas tekstilrūpniecības stratēģija ietver dabīgo tekstilšķiedru ražošanas un apstrādes prioritātes: smalkās kokvilnas, vilnas un pusvilnas, tāpat arī tradicionālo linšķiedru un atbilstoši – drānu ražošanu, ieviešot jaunākās ražošanas un apstrādes tehnoloģijas un palielinot ražošanas apjomus; rūpnieciskā dizaina iespēju uzlabošanu un jaunāko ādas pirmapstrādes tehnoloģiju ieviešanu (15.). Tiek veikti pētījumi arī Latvijai netradicionālu šķiedru apgūšanai, kā piemēram, kaņepju audzēšana un to šķiedru ražošana Latvijā, kas, dēļ kaņepju universālajām īpašībām un plašā pielietojuma iespējām, varētu būt viens no perspektīvākajiem risinājumiem tekstilnozares attīstībai, tāpat arī nātru kultivēšanas, to īpašību novērtēšanas un pielietojuma iespējas. Tomēr, inovāciju ziņā, vērtējot uzņēmējdarbību kopumā, Latvija ir pēdējā vietā Eiropas valstu starpā. Pēc 2008.g. Eiropas Komisijas inovāciju statistikas inovatīvu uzņēmumu īpatsvars Latvijā sastāda ~ 24,3 %, kas ir zemākais no dalībvalstīm, kur pretim Vācijā tas sastāda 79,9 %, Īrijā, Austrijā, Igaunijā ~ 60% un pat Lietuvā ~ 30% (11.).

Tekstiliju inovāciju un attīstības tendences

Tehniskās un rūpnieciskās tekstilijas ir attiecināmas kā uz tekstilprecēm, tā arī to pielietojuma veidu un pilda īpašas funkcijas. Tehniskās tekstilijas pārstāv ļoti plašu produktu klāstu, kā piemēram, augstas stiprības pavedieni vai pārklājumi drānām nanodaļiņu līmenī, kas paredzētas elektromagnētiskā lauka ekranēšanai vai aizsardzībai pret UV stariem, u.tml.

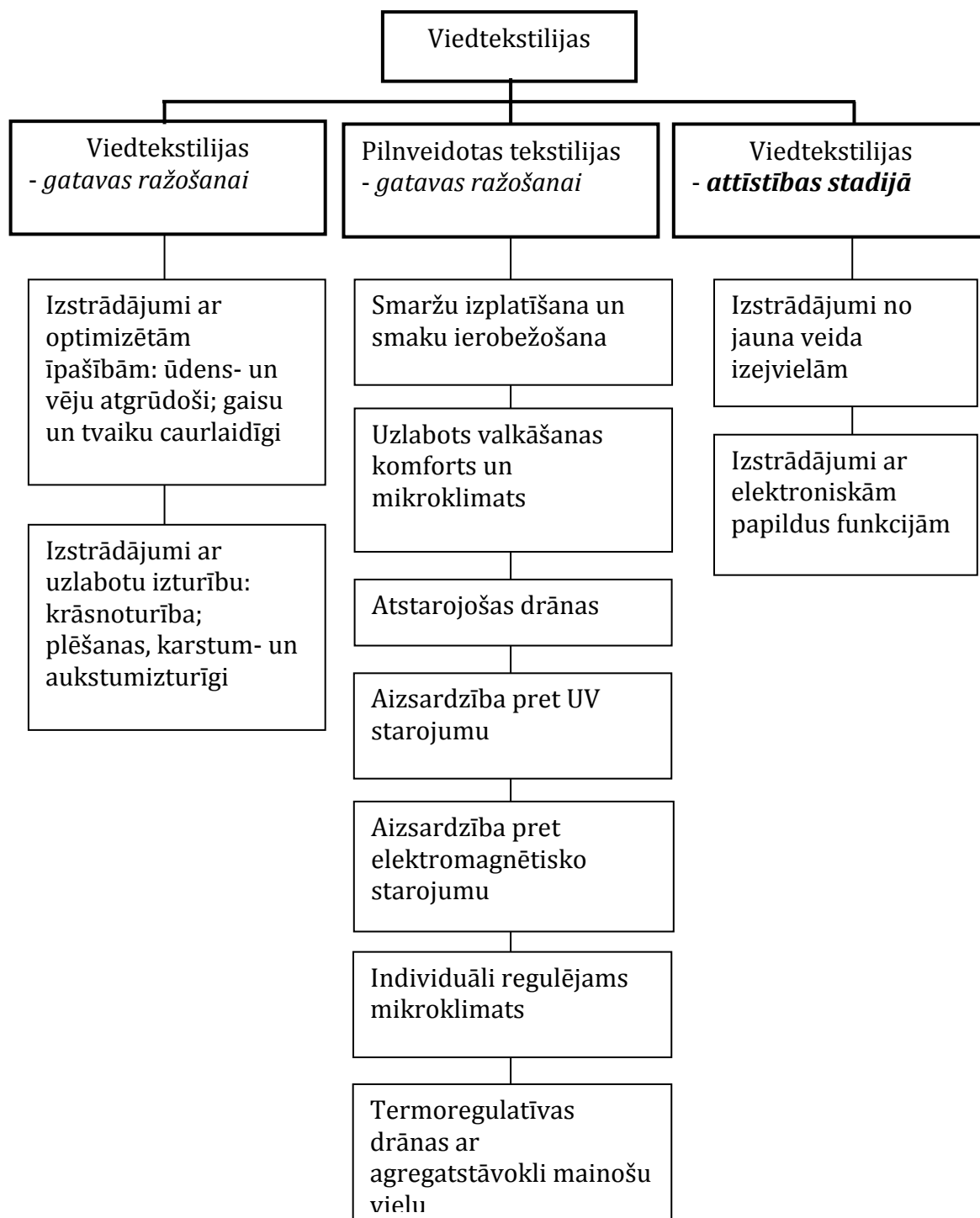
Tehniskā tekstila nozare ir piedzīvojusi iespaidīgu attīstības kāpumu pēdējo gadu laikā. Preču patēriņš strauji pieaug visā pasaulē jau laika posmā no 2000. līdz 2005.g. par apmēram 20 % (16.), un turpina pieaugt. Svarīgākie patērētāji ir mašīnu un transporta nozare, mēbeļu ražotāji, medicīnas joma, apģērbu ražotāji un būvniecības nozare. Ņemot

vērā to, ka jaunu materiālu, procesu un produktu inovācijas ir īpaša nepieciešamība šajā apakšnozarē, izdevumi par pētniecību un attīstību ir augstāki nekā „tradicionālo” tekstiliju jomā (sasniežot 8–10 % no apgrozījuma, salīdzinājumam – vidēji rūpniecībā 3–5 %) (16.). Veiktspējas prasības un tehniskā specifikācija nosaka preces panākumus tirgū. Parasti tehnisko tekstiliju izgatavošanā tiek izveidota cieša saikne starp ražotāju un patērētāju, lai nodrošinātu lietotāja vajadzībām pielāgotus, risinājumus.

Viedtekstilijas ir tehnisko tekstiliju apakšnozarei pakārtota, šaurākas nozīmes joma. „*Smart textile*” – viedtekstilijas – vai „*smart clothing*” – viedapgērbs – ir jēdzieni, kas plaši tiek lietoti angļu un vācu valodā, un raksturo tekstilizstrādājumus, kas spēj uztvert ārēja faktora iedarbību, veidot atbildes reakciju uz kādu ārēju kairinājumu vai tam pielāgoties, integrējot tekstilmateriāla struktūrā jaunas funkcijas (10.; 3.). Angļu valodas vārdam „*smart*” latviešu valodā nav viena konkrēta, atbilstoša jēdziena, tas raksturo gan garīgās un intelektuālās īpašības – gudrs, vieds, atjautīgs, viltīgs – gan arī vizuālu novērtējumu – elegants, smalks, izskatīgs. Šo īpašību kopums tad arī attiecināms uz jaunā veida tekstilizstrādājumiem, kuru uzdevums ir gan uzrādīt nosacītas inteligēntas spējas, gan arī tekstilizstrādājumam atbilstošu dizaina eleganci. Viedtekstiliju inteligēnces pakāpes, respektīvi, to spēju reaģēt uz ārēju kairinājumu var iedalīt:

- pasīvā (piemēram, drānā integrētas optiskās šķiedras un elektrovadoši pavedieni, kas bez papildus iedarbības, piemēram, strāvas plūsmas, nekādas noteiktas funkcijas neveic),
- aktīvā (piemēram, agregātstāvokli mainošas vielas, integrētas tekstildrānā; drānas ar integrētiem sensoriem u.tml., kas reaģē uz klimata izmaiņām vai kādiem fizikāliem faktoriem, mainot savas īpašības vai parametrus),
- īpaši jeb ultra aktīvā (piemēram, spēj saglabāt augsta apgērba komforta līmeni, ekstrēmi mainoties apkārtējās vides apstākļiem, vai drānas struktūrā ietver elektroniskas vienības, kas darbojas līdzīgi kā mākslīgais intelekts, šajā gadījumā tekstilija būtībā spēj nosacīti „izvērtēt” situāciju un atbilstoši mainīt kādus savus parametrus vai īpašības) (12.).

Viedapgērbu ražošana un izstrādājumu attīstība ir pakļauta ne tikai apgērbu un tekstiltehnoloģiju inovācijām, bet arī cieši saistīta ar citām zinātņu, tehnoloģiju un ražošanas jomām, attiecīgi arī – ar to attīstību. Lielākoties izstrādājumu pamatkomponentes vēl ir attīstības un pētījumu stadijā. Kopumā viedtekstilijas, atbilstoši to funkcijām, pēc attīstības pakāpes var sakārtot saskaņā ar 1. attēlu (4.; 1.).



1. attēls. Viedtekstiliju iedalījums pēc to attīstības stadijas (4.)

Visplašāko zinātnisko pētījumu klāstu un inovatīvu ražojumu iespējas nākotnē paver izstrādājumi no jauna veida izejvielām: šķiet, šādu produktu izstrādāšana ir bezgalīgā attīstībā esošs process, kas saistīts gan ar jaunākajiem ķīmijas sasniegumiem, gan arī ar sen zināmu, dabā esošu izejvielu jauna veida pielietojumu atklāsmi. Ar informācijas

tehnoloģijām un arvien straujāk pieaugošiem, jauniem atklājumiem elektronikā cieši saistītie tekstilizstrādājumi ar integrētām elektroniskām papildus funkcijām arī ir nozīmīgs potenciāls tekstilnozares attīstībā. Lai gan tiek aktīvi veikti pētījumi minēto viedtekstiliju izgatavošanā, tomēr komerciāli pieejami ir tikai nedaudzi, vairāk uz apģērbu valkātāja ērtībām (piemēram, jaka ar drānā integrētu „iPod” taustiņu paneli (2.att. a), komfortu (2.att. b apakšveļa ar sildošu drānā integrētu joslu) un aizsardzību orientēti produkti (3.att. c ugunsdzēsēju specapģērbs ar integrētiem termistoriem un gaismas diodēm, kas brīdina par paaugstinātu, dzīvībai bīstamu karstumu).



a (9.)



b (7.)



c (13.)

2. attēls. Komerciāli pieejamie viedapģērbi ar integrētu elektroniku

Tekstiliju ar elektroniskām papildus funkcijām pielietojuma iespējas

Tekstilijas ar integrētām elektriskām un elektroniskām sistēmām šobrīd pārstāv vienas no aktuālākajām tehnoloģiju attīstības tendencēm nozarē. Šis starpnozares mērķis – pārveidot un pielāgot elektroniskas un elektrotehniskas iekārtas valkāšanai apģērbā, lietošanai mājas tekstilā, tehniskajā vai medicīnas tekstilā. Vislielākās pārmaiņas elektroniku/elektrotehnikas adaptīvajos risinājumos prasa viedapģērba izgatavošana, jo apģērbam tiek izvirzītas prasības, kas nosaka valkātāja ērtību dažādās dzīves situācijās, kur elektrotehniskie elementi, paralēli savam mērķim – kalpot cilvēkam: papildināt vai regulēt kādas apģērba funkcijas – nedrīkstētu ierobežot apģērba drānu tradicionālās funkcijas ar savām, no tekstilmateriāla tik atšķirīgajām īpašībām: izmēru; stīvumu; svaru; gaisa, tvaika un antropotoksīnu necaurlaidības dēļ (3.).

Viedtekstiliju ar elektroniskām papildus funkcijām preču pielietojums ir ļoti plašs un daudzpusīgs. Vācijā veikts pētījums par viedapģērba pielietojuma iespējām (1.) ir ļāvis izdalīt piecus pielietojuma

laukus un 4 pielietojuma nozares, kas savstarpēji kombinējas matricā (1. tab.).

1. tabula

Viedapgērbu pielietojuma lauki un nozares (1)

Nozare \ Lauks	Profesija/ darbs	Sports un brīvais laiks	Bērni un jaunieši	Veselības aizsardzība	Māj- saimniecība
Veselība	x	x	x	x	
Komunikācija	x	x	x	x	x
Drošība		x	x	x	
Izklaide		x	x		

Pielietojuma lauki veido izvēles pamatu atbilstošām pielietojuma nozarēm, kuras nosaka viedapgērbu preču mērķi. Piemēram, veselības nozare nodarbojas ar tehnoloģijām un/vai tekstildrānām, kuras veicina vai uzrauga cilvēka veselību. Turpretim komunikāciju nozare, paralēli informācijas pārraidīšanai, komunikācijai un informācijas apstrādei, var aprakstīt arī vietas atrašanos. Drošības nozare saistīta ar materiāliem, kas kalpo valkātāja aizsardzībai, savukārt izklaides joma, likumsakarīgi, kalpo valkātāja izklaidei. Šāds iedalījums gan var izraisīt neizpratni: kādēļ pētnieki ir uzskatījuši, ka mājsaimniecībā nepieciešama tikai komunikācija vai informācijas pārraide, un darba vidē nav nepieciešama drošība, ņemot vērā, specifiskus, pat dzīvībai bīstamus darba apstākļus, piemēram, ugunsdzēsējiem?

Funkcionālo būtību aptverošāks un pārlicecinošāks šķiet cits, literatūrā atrodams, viedapgērbu preču iedalījums sekojošās jomās (4.):

- ✓ Veselība/komforts – apģērbs, kas rūpējas par cilvēka labsajūtu un aizsargā pret slimībām vai dziedina;
- ✓ Aizsardzība/drošība – apģērbs, kas paaugstina indivīda drošību un aizsardzību;
- ✓ Informācija/komunikācija – apģērbs, kas ir spējīgs „komunicēt” vai palīdz sniegt kādu informāciju;
- ✓ Mode/sports – apģērbs, kas vizuāli padara interesantāku modes dizainu vai veic izklaides funkcijas ikdienā, brīvajā laikā vai sportā;
- ✓ Profesija, sadarbība/kontrole – apģērbs, kas palīdz darba vidē vai apkalpojošā sfērā, padarot to ērtāku un paverot plašākas darba iespējas.

Ilustrācijai daži Rīgas Tehniskajā universitātē izgatavoti tekstilizstrādājumu prototipi ar iestrādātām elektroniskām vai elektrovadošām sistēmām, kur komunikācijai ar izstrādājuma īpašnieku vai apkārtni kalpo diodes.

Drošību un velobraucēja pamanāmību uz ielas nodrošina 3.att. redzamā josta, kurā ir iestrādāta elektrovadoša sistēma ar sensoru, kas reaģē uz ātruma izmaiņām – strauju bremsēšanu –mainot diožu mirgošanas ritmu. Tāpat arī 4.att. vērojams piemērs cilvēka rūpēm par savu četrkājaino draugu drošību diennakts tumšajā laikā – suņa mētelītis ar diodēm, kas kopā ar kabatās ievietoto enerģijas avotu ir pievienojamas un noņemamas.



3. attēls. Viedtekstilija – velobraucēja josta
(autors: Marianna Grecka, 2011)



4. attēls. Suņa mētelītis ar diodēm
(autors: Kristīne Bērziņa, 2011)

Mode un dizains – veids, kas var palīdzēt padarīt cilvēku interesantāku un likt apkārtējiem sev pievērst uzmanību. Šādu izstrādājumu pamatuzdevums gan nav veikt sarežģītas interaktīvas funkcijas, bet pievērst vizuālu uzmanību un radīt estētisku baudījumu. 5.att. redzama kleita ar tērpa priekšdaļā integrētām 20 diodēm; sistēma ieslēdzama, izmantojot kabatā integrētu furnitūras spiedpogu. Savukārt 6.att. parādīts tērpa aksesuārs ar acs formā izvietotām diodēm, kas kalpo gan vizuāla efekta radīšanai, gan drošībai uz ielas diennakts tumšajā laikā; elektriskā ķēde ieslēdzas, somu aizdarot ar furnitūru – magnētu.



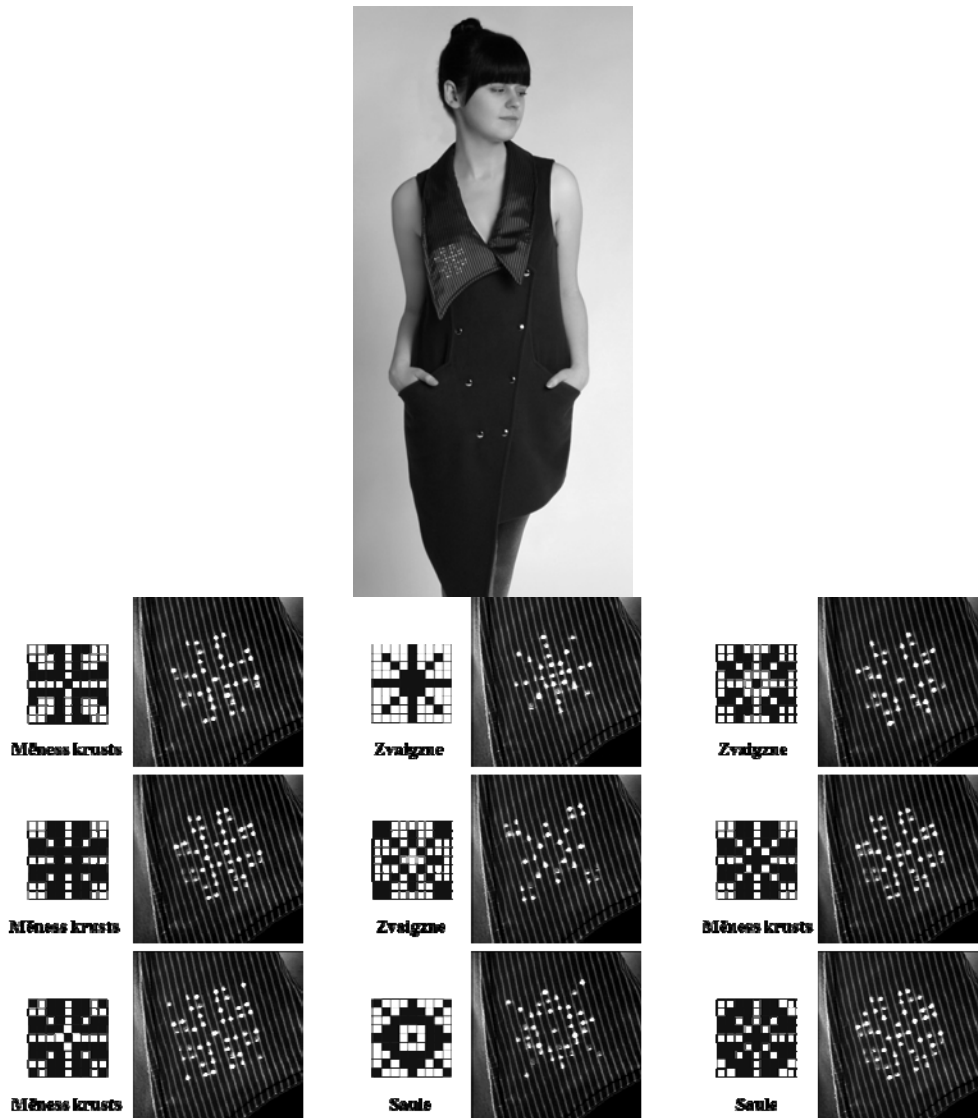
5. attēls. Kleita ar dekoratīvu gaismas efektu
(autors: Sanita Leitāne, 2011)



6. attēls. Dekoratīva soma ar diodēm
(autors: Jevgēnija Burilova, 2010)

Komunikāciju un informāciju pārstāv ģērbs ar tērpā integrētu, elektrovadošo sistēmu un diožu displeju, kas attēlo 9 latvju rakstu zīmes (displejs novietots apkaklē (7.att.)). Tērpa funkcija izpaužas spējā informēt apkārtējos par piederību pie kādas grupas: etniskās, interešu u.tml. vai arī var kalpot kā dizaina elements. Šāds izstrādājums pauž veidu kā apvienot tautas kultūras vērtības ar inovatīviem zinātnes sasniegumiem. Displejs ir programmējams, līdz ar to var veikt arī cita veida informējošu funkciju, piemēram, reklamēt prečzīmes, rādīt rakstītu informāciju vai arī, sistēmai pievienojot temperatūras sensoru, displejs var informēt par gaisa temperatūru. Tomēr tērpa unikalitāte slēpjas pašas sistēmas iestrādē: lai pievienotu drānai elektrovadošo sistēmu, ir izmantotas tikai tekstiltehnoloģijas: šūšana (sistēma savienota ar elektrovadošiem pavedieniem) un furnitūras iestrāde; nav izmantoti elektrības vadi un nav veikta detaļu savienošana ar lodēšanas palīdzību. Rakstu veidu pārslēgšanai kalpo pilnībā no tekstilmateriāla izgatavots

slēdzis, kas integrēts kabatas atverē un darbināms, saspiežot kabatas malu. Šāda viedtekstilijas izgatavošana rūpnieciski samazinātu operāciju dažādību (nav nepieciešama lodēšanas un vadu ievietošanas operācija), līdz ar to arī – ražošanas izmaksas.



7. attēls. Tērps ar integrētu elektrovadošu sistēmu un diožu displeju (autors: Madara Pūce, 2012)

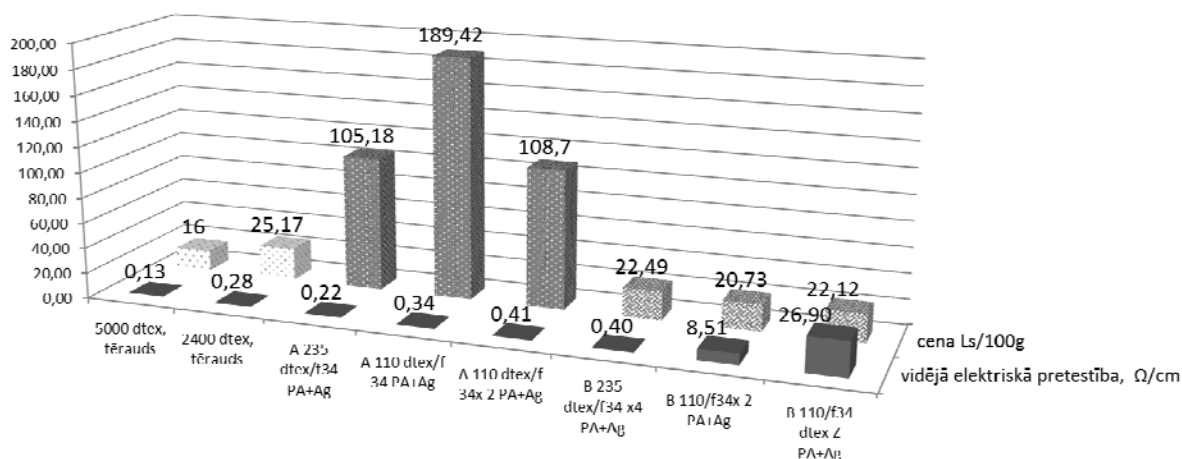
Izgatavošana un materiālu izmaksas

Šobrīd pasaulē ir maz uzņēmumu, kas ražo komerciāli pieejamas viedtekstilijas ar integrētu elektroniku. Lielākā daļa šādu izstrādājumu ieceres vēl ir pētījumu stadijā, jo elektronikas un drānas savienošana un piemērošana patērētāja ērtībām un lietošanas kvalitātes prasībām ir problemātiska, bet ražošana varētu notikt vienas nozares ietvaros (visticamāk – tekstilnozares).

Tirgū vairāk sastopamas ir tekstilpreces, kas veic specifiskas funkcijas, piemēram, silda, dzesē ar elektriskiem elementiem vai komunicē ar mobilā telefona vai globālās pozicionēšanas sistēmas palīdzību, bet elektronikas vai elektriskās sistēmas drānā nav integrētas un nav pielāgotas drānas īpašībām. Šajā gadījumā tekstilizstrādājuma un elektriskās sistēmas izgatavošanas process veicams atsevišķi, katras nozares ražotnēs un, salīdzinājumā ar ražošanu vienas nozares ietvaros, varētu sadārdzināt ražošanas izmaksas.

Galvenie ekonomiskie rādītāji, kas attiecināmi uz viedtekstiliju ar integrētu elektroniku ražošanu, ir sekojoši: darba izmaksas (papildu specifiskas operācijas, iespējams arī jaunas iekārtas) un materiālu patēriņš. Materiālu patēriņu viedapgērbu izgatavošanā palielina elektroniskās sistēmas elementu izmaksas. Ņemot vērā, ka šobrīd elektronika „noveco” arvien straujāk, tā kļūst arvien lētāka.

Materiālu izmaksas, protams, ir atkarīgas no materiāla veida un sastāva. Piemēram, elektrovadošu pavadieņu sastāvā tiek izmantoti metāli ar augstu elektrisko vadītspēju, kas lielākoties ir dārgmetāli. 8.att. redzama elektrovadošu pavadieņu mazumtirdzniecības cenu saistība ar pavadieņu elektrovadītspēju. Pētījumā izmantoti 2 veidu nerūsējošā tērauda multifilamentārie pavadieņi, un divu dažādu firmu (8.att. apzīmēts ar A un B) izgatavoti 3 veidu poliamīda multifilamentārie pavadieņi ar sudraba pārklājumu. Pavadieņi atšķiras pēc to sastāva, lineārā blīvuma (110 un 235 dtex (g/10000 m) ar sudrabu pārklāti poliamīda pavadieņi un 2400 un 5000 dtex tērauda filamentāriem pavadieņi) un šķeterējuma kārtām. Kā redzams, tērauda multifilamentārais pavadieņis ar lineāro blīvumu 5000 dtex ir gan ar viszemāko elektrisko pretestību, gan arī vislētākais, tomēr, novērtējot tā iestrādāšanas iespējas drānā šūšanas vai adīšanas procesā, novērojami trūkumi: pavadieņis ir pārāk neelastīgs un negatīvi ietekmē drānas īpašības. Izteikta atšķirība novērojama arī divu dažādu uzņēmumu ražoto poliamīda multifilamentāro pavadieņu ar sudraba pārklājumu cenu atšķirībās: ar vienādu lineāro blīvumu – 235 dtex (8. att. *A 235dtex/f34 PA+Ag* un *B 235 dtex/f34x4 PA+Ag*; 34 filamenti katrā pavadieņā; atšķirība: B pavadieņis ir četrkārtīgi šķeterēts) – viena uzņēmuma izstrādājums atšķiras no otra ne tikai ar divas reizes lielāku elektrisko pretestību, bet arī ar turpat 5 reizes zemāku cenu. Līdzīga saistība novērojama arī pēc parametriem absolūti vienādiem *A un B 110/f34x2* pavadieņiem un *A un B 110/f34*.



8. attēls. Elektrovadošu pavedienu mazumtirdzniecības cenas (ražotāju firmu piedāvājums, 2011. gads (18.; 19.; 10.)) un pavedienu elektriskā pretestība (RTU veikti mērījumi, 2011. gads (3.))

Tā kā tekstilijā integrētu elektronisko sistēmu izgatavošanā ir svarīga pēc iespējas labāka elektrovadītspēja, tad tomēr materiāla lētums nav piemērojams kā izšķirošais izvēles faktors. Piemēram, pavediens A 110/f34x2 ir vienīgais no elektrovadošo pavedienu veidiem, kas ir piemērots šūšanai kā šujmašīnas adatas diegs, līdz ar to pielietojams gan izšūšanā, gan šūšanā, pārējie pavedieni lietoti tikai kā kuģīša diegi. Lai gan kopumā poliamīda multifilamentārie pavedieni ar sudraba pārklājumu ir dārgāki, tomēr tie lieliski pilda tekstildrānas funkcijas un dēļ elastīguma/lokanības ir piemēroti dažādām tekstiltehnoloģijām.

Šādi drānā integrējami elementi, protams, paaugstina arī gala produkta cenu (kaut gan, elektriskajā ķēdē apgērbos attālumi ir nelieli, līdz ar to arī materiālu patēriņš neliels). Tomēr jāatzīmē, ka viedtekstilijas preces cenai nevajadzētu pārsniegt tekstilizstrādājuma un elektronikas cenu (4.). Vācijā veiktā apgērbu industrijas pētījumā 2001.g. (1.) lielākā daļa aptaujāto atbalstījusi 10–30% uzcenojumu apgērbam ar papildus funkcijām, tikai neliela daļa pieļāvusi 50% uzcenojumu. Jāatzīmē, ka aptauja attiecināta uz viedtekstilijām, to plašākā nozīmē.

Viedtekstilijas ekoloģiskajā aspektā

Elektronisko izstrādājumu ražošanas ekoloģijas pozitīvais aspekts iezīmējas pēc iespējas mazākā apgērbu funkcionalitātes ierobežošanā. Jo kompaktākas un vieglākas ir elektronikas sastāvdaļas, jo tās ērtāk ievietot tekstilizstrādājumā. Līdz ar to samazinās arī materiāla izlietojums uz produkta vienību.

Elektroniku tuvums pie ķermeņa viedtekstilijā varētu kalpot par pamatu jautājumam par kaitīgo vielu ierobežošanu elektrotehnikas ražošanā. Lai gan šobrīd valkājāmās elektronikas tiek tā izgatavotas, lai elektroniskās sastāvdaļas tiktu iekapsulotas – noslēgtas pret mitrumu –

tās padarot bioloģiski nesniedzamas, tomēr iespējamā kapsulas dilšana un aizsargfunkcijas kvalitātes zušana valkāšanas procesā varētu ietekmēt nekaitīgu elektroierīču izgatavošanas problēmas risināšanu ne tikai viedtekstiliju ražošanā, bet jau elektroierīču izgatavošanas sākumposmā (8.).

Viedtekstiliju pielietošanas fāzē izdalāmas trīs problēmdimensijas:

- 1) resursu izlietojums,
- 2) cilvēka ekoloģija,
- 3) hidroekoloģija (8.).

Atkarībā no tā, vai valkājāmās elektronikas ir tikušas izmantotas kā papildinājums vai aizvietotājs tradicionālajam tekstilam, tiek ietekmēts arī izmantotā materiāla daudzums integrēto elektrisko/elektronisko detaļu izgatavošanai, to palielinot vai samazinot. Detaļu kvantitatīva samazināšana varētu tikt veikta, ja patērētājs tik intensīvi ekspluatē valkājamo elektroniku, ka papildus risinājumi būtu lieki. Neskatoties uz tieksmi samazināt materiāla daudzuma izlietojumu uz produkta vienību, tomēr kopumā valkājāmās elektronikas attīstība paralēli virzās uz elektrisko sistēmu, it īpaši komunikāciju elektronikas masveida patēriņa pieaugumu.

Ir veikti daudzi pētījumi par elektromagnētiskā lauka ietekmi uz cilvēku veselību, un, lai gan rezultāti ir pretrunīgi, daži eksperti ir pārliecināti, ka draudi ir reāli. Piemēram, ASV Vides aizsardzības aģentūra ir norādījusi uz elektromagnētiskā lauka bīstamību dzīvām būtnēm (6.). Līdz ar to netiek izslēgts elektrosmoga izraisītu veselības problēmu risks, un drošības princips liek būt uzmanīgiem ar elektrosmoga radīšanu ķermenim tuvos rajonos. Attiecīgi, plānojot izstrādājumu, būtu jāparedz tajā ievietot elektromagnētiskos viļņus ekranējošu drānu, kas tajā pat laikā neierobežotu sistēmas raidīšanas – uztveršanas funkciju. Bez tam ir jāparedz arī elektrosmoga ietekme uz apgērba valkātāja apkārtni.

Ja viedtekstila elektroniku sastāvdaļas satur ūdenī šķīstošas kaitīgās vielas un kapsulas nenodrošina nepieciešamo aizsardzību, izstrādājuma tīrīšanas laikā tas var izraisīt papildus ūdens piesārņošanu ar kaitīgajām vielām. Pie kam, jāņem vērā, ka mazgāšanas procesā iespējama elektriskās sistēmas detaļu izjukšana un nonākšana kanalizācijā, tādā veidā ilglaicīgi uz kavējoties kontaktā ar ūdens cirkulācijas plūsmu. Lai no šādas problēmas izvairītos, viedtekstiliju ražotājiem būtu vēlams katram izstrādājumam pievienot pamācības instrukciju (8.).

Citu svarīgu problēmdimensiju viedtekstilijas paredz pēcekspluatācijas fāzē, radot problēmas ar atkritumu savākšanu un pārstrādi. Atšķirībā no parastiem apgērbiem, kurus var nodot labdarībai,

viedtekstilijas ar integrētām elektronikām nedrīkstētu nodot labdarībai un humānajai palīdzībai, jo integrētās elektronikas detaļas tiktu uzskatītas par bīstamiem atkritumiem, kurus ir aizliegts eksportēt (2.).

Profesors Andreass Kēlers savā pētījumā par nolietotu viedtekstiliju pārstrādi ir izvirzījis vairākus ieteikumus, kas palīdzētu samazināt viedtekstiliju atkritumu problēmu, tajos iekļaujot gan ražotāju, gan patērētāju izglītošanu, gan arī pārstrādes plūsmas pārraudzīšanu un plānošanu, piemēram:

- ✓ vides aizsardzības/atkritumu apsaimniekošanas politikas un inovāciju politikas sadarbības uzlabošanu,
- ✓ atkritumu pārstrādes politikas iekļaušanu inovāciju procesā,
- ✓ informācijas sniegšanu viedtekstiliju izgudrotājiem par esošajām elektronisko atkritumu pārstrādes iespējām,
- ✓ viedtekstiliju atkritumu pieauguma uzraudzīšanu, piemērotu savākšanas, pārstrādes un uzglabāšanas shēmu izstrādāšanu,
- ✓ inovāciju veicināšanu atkritumu pārstrādes sektorā,
- ✓ patērētāju izglītošanu un motivēšanu pareizi atbrīvoties no nolietotām viedtekstilijām (2.).

Secinājumi

Eiropā tiek veidota vienota stratēģija, kas balstīta uz jauninājumiem ražošanas procesos un materiālos, inovatīvām tehnoloģijām, par perspektīviem uzskatot mikro-, mazos un vidējos uzņēmumus, tāpat arī atbalstot jaunus zinātniekus un progresīvu pētījumu virzienus. Diemžēl, Latvija tekstilpreču inovāciju ziņā ir nenozīmīga Eiropas valstu starpā. Šī niša Latvijā ir brīva un, paralēli tekstilrūpniecības stratēģijai valstī, balstītai lielākoties uz dabīgo šķiedru attīstību, paver iespējas arī radošajam potenciālam un jauniem izgudrojumiem saskaņā ar Eiropas izvirzīto tekstilnozares attīstības stratēģiju inovāciju virzienā.

Viedtekstiliju joma ir saistīta ne tikai ar tradicionālo tekstilrūpniecību, bet arī ar citu zinātņu attīstību: jaunākajiem ķīmijas sasniegumiem, ar informācijas tehnoloģijām un elektroniku u.tt. un netieši arī ar patērētāju – veselības aprūpes jomas attīstību, sportistu izaugsmes iespējām vai darba kvalitātes uzlabojumiem darba vietās.

Viedtekstiliju pielietojuma lauks un nozares ir ļoti plašas, sākot ar vizuāliem efektiem izklaidei un līdz pat sarežģītu funkciju veikspējai veselības aprūpē un drošībai ekstremālos apstākļos. Noteiktu funkciju veikšanai iespējams izgatavot tekstilizstrādājumus, tajos integrējot vienkāršas elektrovadošas sistēmas ar diodēm, kas var kalpot gan drošībai uz ielas, gan komunikēšanai vai informēšanai. Materiālu izmaksas galvenokārt ir saistītas ar elektrovadošajiem elementiem

izmantoto materiālu pielietošanu. Piemēram, ar sudrabu pārklāti poliamīda pavedieni maksā daudzkārt vairāk kā tādas pašas elektrovadītspējas nerūsējošā tērauda multifilamentārie pavedieni. Tāpat arī izmaksas ir atkarīgas no materiāla kvalitātes un piemērotības iestrādāšanai drānā.

Visproblemātiskākais un vēl arvien pilnībā neizpētītais lauks viedtekstiliju izgatavošanā ir ekoloģiskās problēmas gan valkāšanas procesā, kā piemēram, elektromagnētiskā lauka starojuma izraisītā negatīvā ietekme uz dzīvām būtnēm vai notekūdeņu piesārņošana, gan arī izstrādājumu pārstrāde pēc ekspluatācijas perioda: elektroniku kaitīgums apkārtējai videi, atkritumu palielināšanās u.tml.

Apliecinājums

Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai”.

Izmantotā literatūra un avoti

1. KIRCHDÖRFER E., MAHR-ERHARDT A., RUPP M. *Smart-Clothes-Technologien für die Bekleidungsindustrie: Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben „Untersuchung der Möglichkeiten und Anforderungen zur Adaption der Smart-Clothes-Technologie in der Bekleidungsindustrie”*, Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie, 2003 – 223 S
2. KÖHLER A.R. *End-of-life implications of electronic textiles*. – Lund: Lund University, 2008. – 27 p.
3. ŠAHTA I., BALTIŅA I., LEITĀNE S., PŪCE M. Elektrovadoši tekstilpavedieni. *RTU zinātniskie raksti*. 9. sēr., Materiālzinātne. – 6. sēj. Rīga: RTU izdevniecība, 2011. 115.-122. lpp.
4. VARGAS S. C. *Smart Clothes – Textilien mit Elektronik. Was bietet der Markt der intelligenten Bekleidung?* Hamburg: Diplomica Verlag, 2009. – 311 S.
5. *Cluster Mapping* [tiešsaiste]. European Cluster Observatory [atsauce 2011. g. 11. feb.]. Pieejas veids: <http://www.clusterobservatory.eu/index.html>
6. *Electromagnetic Radiation Health Effects* [tiešsaiste]. Watch EM [atsauce 2012. g. 18. jan.]. Pieejas veids: <http://www.emwatch.com/EMF%20Effects.htm>
7. *Hot fashion – WarmX heated underwear* [tiešsaiste]. talk2myshirt. Everything you want to know about Wearable Electronic [atsauce 2012. g. 2. feb.]. Pieejas veids: <http://www.talk2myshirt.com/blog/archives/372>
8. *Integrierte Produktpolitik am Beispiel der Textilien Kette* [tiešsaiste]. Pilotprojekt [atsauce 2004.g.]. Pieejas veids: www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/3296/
9. KATZ L. *Panic at the Disco...in your jacket* [tiešsaiste]. CNET/NEWS [atsauce 2012. g. 2. feb.]. Pieejas veids: http://news.cnet.com/8301-17938_105-10148516-1.html
10. KIEKENS P., VAN LANGENHOVE L., HERTLEER C. *Smart Clothing: a new Life* [tiešsaiste]. International Apparel Federation [atsauce 2011. g. 28. sep.]. Pieejas veids: <http://www.iafnet.com>
11. *Proportion of innovative enterprises* [tiešsaiste]. European commisin, Innovation statistics [atsauce 2012. g. 28. jan.]. Pieejas veids:

- http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Innovation_statistics
12. SINGH M. K. *The state-of-art Smart Textiles*, [tiešsaiste]. Pakistan Textile Journal, aug. 2004 [atsauce 2012. g. 10. feb.]. Pieejas veids: <http://www.ptj.com.pk/Web%202004/08-2004/Smart%20Textiles.html>
 13. Smart Clothing For Firemen Or Really Nerdy Male Strippers [tiešsaiste]. Gearfuse [atsauce 2012. g. 2. feb.]. Pieejas veids: <http://www.gearfuse.com/smart-clothing-for-firemen-or-really-nerdy-male-strippers/>
 14. *Tekstilizstrādājumu un apģērbu nozares nākotne paplašinātajā Eiropas Savienībā* [tiešsaiste]. COM(2003) 649 galīgā red. Brisele, 2004. gada 1. jūlijā [atsauce 2012. g. 10. feb.]. Pieejas veids: <http://eescopinions.eesc.europa.eu/eescopiniondocument.aspx?language=lv&docnr=967&year=2004#02000001>
 15. *Tekstilrūpniecības attīstības iespējas Latvijā* [tiešsaiste]. Association of clothing and textile industry [atsauce 2011. g. 10. feb.]. Pieejas veids: http://www.vrua.lv/latvia_general.html?l=2
 16. Textiles and clothing. Technical and industrial textiles. [tiešsaiste]. European Commission [atsauce 2012. g. 9. feb.]. Pieejas veids: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/textiles/research-innovation/technical-textiles/index_en.htm
 17. *The future of the textile, clothing and footwear sectors in Europe*. [tiešsaiste]. European Economic and Social Committee. Catalogue Number QE-80-08-280-EN-C, published 2008, "Visits and Publications", Bruxelles, Belgiqu [atsauce 2012. g. 7. feb.]. Pieejas veids: <http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/eesc-2008-08-en.pdf>
 18. „Imbut GmbH”. *Offer. Conductive yarns, 3. Mar. 2011*
 19. „Statex GmbH”. *Offer. Conductive yarns, 3. Mar. 2011*
 20. „Tibtech innovations”. *Offer. Conductive yarns, 28. Feb. 2011*

Summary

Currently the “traditional” textiles are mainly produced in Asian countries. Therefore during the last ten years in Europe the traditional textile industry has changed its strategy to support the innovation and the creation of new products and their functionalities. Smart textiles provide ample opportunities that may be realized in the textile industry, in the fashion and clothing sector, as well as in the technical textiles sector. These developments are a result of active collaboration between the varieties of disciplines: engineering, different areas of science, for example, chemistry or IT, design, business or marketing.

The aim of this research is to explore the potentialities of textile industry in Latvia to focus on new manufacturing sectors and untraditional inventions. With practical examples illustrated problem areas are theoretically analyzed considering into account the existing scientific studies of textile innovations and the experience in Europe.

Consequently, in Latvia the companies in sector of textile should also think about their products that could be able to compete in the free market. Contrary to the European concept based on the development of innovations and non-traditional textile, Latvian textile industry priorities include production of natural fibre and their processing, but innovations are neglected.

The application area of smart clothing is very various, for example:

- Health/comfort – clothing that cares about the well-being of people and protects their health;
- Protection/security – clothing that enhances the person safety and protection;
- Information/communication – clothing, which is able to „communicate” or helps to inform;
- Fashion/sports – clothing that visually makes more interesting the fashion design or everyday entertainment;
- Business, collaboration – clothing that makes the working environment more comfortable.

The integration of Light emitting diodes in the textile products allows assign additional functions, such as the visibility on the street, or may serve as a fashion design. There are also offered some practical textile solutions with integrated electrical systems and LEDs. The main economic indicators referable to the smart textile with integrated electronics production include: work costs (additional specific operations) and material consumption, where the additional costs create the electronic components. Material costs are mainly related to the material of conductive elements, for example, silver coated polyamide yarns cost many times more than the stainless steel multifilament yarns of the same electrical conductivity, as well as costs vary, depending on the quality and suitability for integration in the textile.

The most problematic and still completely unexplored field of smart textiles is ecological problem area both in the process of wear, such as the negative impact of electromagnetic field radiation or waste water pollution, and recycling of products after the wear.

Overall, the results of the research allow conclude that production of technical and smart textiles could enlarge the range of consumers and widen the possible textile application areas. However, additional costs of new kind of textile machinery, specific technologies, special materials and components, as well as potential ecological problems should be also taken into account. Smart textiles are still at the process of research; their production and commercialization is not widely represented. It enables also the textile manufacturers in Latvia to offer innovative solutions with added value on the market.