

# PROGRESĪVĀS TEHNOĻĪJAS ĀRĢĒRBU ATSTAROJOŠO ELEMENTU DIZAINĀ

## *Progressive Technologies in the Design of Outerwear Reflecting Elements*

**Silvija Mežinska**

Rezekne Academy of Technologies, Latvia

**Gunta Salmane**

Rezekne Academy of Technologies, Latvia

**Abstract.** *The purpose of this article is to substantiate the use of advanced technologies as a processing method of modern, versatile designing resources and environmentally friendly textiles, and to demonstrate their use in the design of light-reflective material elements in outerwear collections. Functional decorative solutions, using reflective materials, are topical in contemporary fashion design for the dark time of the day and can be realized using modern technology. Research methods: theoretical - literature; empirical - experiment and data processing. Period - 2018/2019. study year. The study is of practical importance as it demonstrates the impact of technological parameters on textiles. The availability of laser processing and 3D equipment at the Rezekne Academy of Technology provides opportunity for experimental work on different thickness, different fiber fabrics with a carbon dioxide laser system and different filaments for 3D printing, determining the optimum processing parameters for a particular type of cloth. As a result, the design of the collection is developed, providing the decorative and functional significance of the garments with reflective elements.*

**Keywords:** *3D printing technology, experiments, reflective elements, laser cutting, nanotechnology, textile fabric.*

### **Ievads**

#### ***Introduction***

Mūsdienās tehnoloģijas ieviesušas pārmaiņas daudzās nozarēs, arī modes dizaineri aprobē un pielieto inovatīvas tehnoloģijas, kas nemitīgi attīstās. Progresīvās tehnoloģijas palīdz risināt dizaina jomas izaicinājumus. Jēdziens “progresīvs” tiek skaidrots, kā „tāds, kas sekmē progresu; tāds, kas pakāpeniski palielinās, pastiprinās, pieaug” (Progresīvs definīcija latviešu valodā, 2019). Šajā gadījumā tiek analizētas trīs progresīvas tehnoloģijas – lāzertehnoloģijas, 3D druka un nanotehnoloģijas, kuras aizvien biežāk tiek lietotas modes dizainā un uzskatāmas par aktuālām, ar prognozi vēl plašākam pielietojumam nākotnē. Apzīmējums “progresīvās tehnoloģijas” paskaidro izmantoto tehnoloģiju būtību,

tiek izmantotas programmas, iekārtas un metodes, šīs tehnoloģijas ir inovatīvas, iegūst arvien lielāku popularitāti un strauji attīstās – progresē. Tehnoloģiju vēsturiskās attīstības izpēte ļauj secināt, ka tās bieži vien vispirms tiek ieviestas citās nozarēs, līdz tās sāk pētīt, ieviest un izmantot modes dizainā, kas ļauj izstrādāt pilnīgi jaunus, inovatīvus dizaina risinājumus. M. Koonca (*M. Koontz*) 2000.gadā, mainoties gadsimtiem, prognozēja, ka nākotnes apģērbā liela loma būs tehnoloģijām, būs radikāli jauninājumi “viedo apģērbu” jomā, jauni audumi, revolucionārs materiālu dekoratīvais un funkcionālais progress, datorizēts gatavo apģērbu dizains (*Technology will influence fashion, 2000*). Ir pagājuši 20 gadi un prognozes modes dizainā īstenojas.

Modes dizains tiek saistīts ar atbildību par cilvēku un vidi. Ar tehnoloģiju palīdzību iespējams palielināt apģērbu apstrādes kvalitāti un lietošanas laiku, iespējams radīt individuālu dizainu izstrādājumā, arī atstarojošo materiālu elementu iekļaušanai kolekcijās. Tehnoloģiju izpēte, to ietekme un pielietojums, iespējamie ieguvumi un risku apzināšanās, risinot modes dizaina izaicinājumus, pamato to aktualitāti. Dizaina koncepcija iezīmē ilgtspējīgu, videi draudzīgu dizainu, kas aicina izvērtēt ražošanas tehnoloģijas, apstrādes metodes, kas ietekmē visas pasaules resursus, vidi, klimatu un iedzīvotāju veselību. Patērētāji izglītojas, maina attieksmi un ir ieinteresēti lietot gan sev, gan videi draudzīgākus izstrādājumus.

Raksta mērķis ir pamatot progresīvo tehnoloģiju izmantošanu kā modernu, daudzveidīgu dizaina resursu un videi draudzīgu tekstilizstrādājumu apstrādes metodi un parādīt to lietojumu ārgērbu kolekcijas ar gaismu atstarojošo materiālu elementiem dizainā.

Pētījuma jautājums: Kādas progresīvās tehnoloģijas ir piemērojamas apģērbu atstarojošo elementu dizainā?

Pētījuma metodes: teorētiskās – literatūras, avotu un statistikas datu analīze, empīriskās – eksperiments un datu apstrāde.

### **Progresīvo tehnoloģiju aktualitātes pasaules modes dizainā** ***High-tech developments in world fashion design***

Progresīvo tehnoloģiju, šajā gadījumā, lāzergriešanas, 3D drukas, nanotehnoloģijas, izmantošana un attīstības tendences modes dizainā ir aktuālas.

Lāzertehnoloģiju iespējamie auduma apstrādes procesi tiek pētīti, kā alternatīva tradicionālajām metodēm. Lielbritānijas Laugboro universitātē (*Loughborough University*) veikts pētījums par tekstila alternatīvu krāsošanas metodi ar lāzeru (Akiwowo et al., 2015). Grupa somu zinātnieku pētījusi jautājumu par ādas griešanu industriālajā un dizaina nozīmē (Stepanov et al., 2015). R. Naijaka (*R. Nayak*) raksturo ilgtspējīgu materiālu un tehnoloģiju pielāgošanu un izmantošanu modes un tekstila ražošanā iesaistītiem globāliem

modes zīmoliem (Nayak et al., 2020). Iespējas apstrādāt audumus ir teju neierobežotas, taču I. Vilumsone-Nemes (2018) atzīst, ka “dažādas izcelsmes tekstilizstrādājumi atšķirīgi reaģē uz lāzerapstrādi, kas rada atšķirīgas izmaiņas materiāla struktūrā”. Lai nonāktu pie vēlamā rezultāta, ir jāzina un jāizprot materiāla īpašības, lāzera un procesa parametri. Tiek veikti daudzi pētījumi lāzerapstrādes izpētes jomā, lāzerapstrāde integrēta daudzu pasaulē pazīstamu modes dizaineru, modes namu un zīmolu apģērbā un aksesuāros, piemēram, G. Kolengelo (*G. Colangelo*) Milānā, K. Kāns (*C. Kane*) Skotijā, A. Makvīns (*A. McQueen*) Lielbritānijā, N. Markess (N. Marcus) ASV, L. Vuitons (*L. Vuitton*) Francijā, M. Jākobs (*M. Jacobs*) ASV, D. Notens (*Dries Van Noten*) Beļģijā u.c. Lāzertechnoloģiju iespējas izmanto arī patērētājiem cenu ziņā pieejamāki zīmoli, piemēram, amerikāņu veikalu ķēde *FOREVER 21*, Lielbritānijas *ASOS* u.c.

Mode ir sinonīms vārdam *mainīt*, kas atbilst digitālās tehnoloģijas laikmetam, un piedāvā jaunu 3D apģērbu drukas iespēju, bez vīļu šūšanas, tekstūras un raksta pārtrauktības (Lu et al., 2017). 3D druka (*three-dimensional printing*) ir process, kurā no digitālā faila tiek izgatavoti reāli trīs dimensiju objekti (What is 3D..., 2019). 3D drukā tiek izmantota slāņu klāšanas metode, kurā drukājamais objekts tiek izveidots, klājot vairākus divdimensionālus slāņus, kuri ir šī printējamā objekta horizontāli šķērsriezumi, izmantojot objekta datorizēto projektēšanu CAD (*Computer-aided design*) (Shahrubudin et al., 2019). 3D tehnoloģijas tiek atzītas par modes nākotni. A. Ričardota (Richardot, 2018) akcentē, ka 3D ražošana varētu pilnībā mainīt modes nozari, un tā jau sāk veidot modes nākotni gan augstajā modē (*Haute Couture*), gan gatavo apģērbu (*Ready-to-wear*) nozarē. Ar 3D drukas palīdzību modes dizainā tiek radīts apģērbs vai atsevišķas tā detaļas, bieži izmantojot tīkliņveida pinumu; tiek veidots telpisks ornamenti; tiek drukāta apģērbu furnitūra, piemēram, pogas, aksesuāri – somas, pulksteņi, brilles u.c. Notiek aktīvs pētnieku, dizaineru un inženieru darbs pie tekstilprinteru izstrādes, lai drukātu pašu tekstilu. Lielākā daļa 3D apģērbu tiek drukāti, izmantojot SLS – selektīvā lāzera kausēšanas tehnoloģisko procesu. Šī 3D drukas metode piedāvā iespēju veidot sarežģītu dizainu un sasniegt augstu detalizētības līmeni, kas ir nepieciešams modei un apģērbam (Flynt, 2019). 3D druku savos izstrādājumos un kolekcijās iekļauj modes dizaineri un modes zīmoli: *Balenciaga*, *Studio Bitonti*, *Chanel*, *A. Ruiz*, *Kaat Debo*, *Alexandra Verschueren*, *Tobias Klein*, *Laura Thapthimkuna*, *Julia Koerner*, *Marina Hoermanseder*, *Julia Dav*, *threeASFOUR* u.c. Īrisa van Herpena (*Iris van Herpen*) no Nīderlandes ir viena no dizainerēm, kura kā vienu no pamatprincipiem izmanto tehnoloģijas – 3D druku, lāzergriešanu. N. Felpa (Phelps, 2019) dizaineres izstrādājumus raksturo, kā sarežģītus mākslas darbus, kur katra pamatā ir datorprogrammēšana, fizika, ķīmija un tehnoloģijas. A. Vipprehta (*A. Wipprecht*) ir holandiešu modes tehnoloģiju dizainere un novatore, kas strādā elektronikas jomā, kas ir reta modes dizaina kombinācija apvienojumā ar inženieriju, zinātņi un mijiedarbību starp

cilvēku un vidi. 3D druka izmantota A. Vipprehtas viedā apģērba izstrādē atsevišķu apģērba detaļu drukāšanā, piemēram, *Synapse Dress*, *Smoke Dress*, *Spider Dress* – tās aprīkotas ar ierīcēm, kas nepārtraukti analizē valkātāja biosignālus un attiecīgi reaģē.

T. Gutovskis (*T. Gutowski*) no ASV, veicot pētījumus par 3D druku, to atzīst par ilgtspējīgu ražošanas metodi, jo tā samazina atkritumus, un ir iespējams atkārtoti izmantot plastmasas atkritumus, uzsverot iespējas uzlabojumiem, jo ne visas 3D tehnoloģijas šobrīd ir videi labvēlīgas (Is 3D printing..., 2018).

C.H. Lin un C.M. Lin (Lin & Lin, 2013) pētījumā par nanotehnoloģiju izmantošanu apģērba dizainā, atzīst, ka tās ir 21. gadsimta lielākais tehnoloģiju un rūpniecības attīstības virzītājspēks, kas tiek plaši pētīta. Nanomateriālu integrēšanai tekstilmateriālos ir liels potenciāls funkcionālā, “viedā apģērba” un “viedo tekstilmateriālu” radīšanā (Joshi & Adak, 2019). Kopš 2000. gada zinātniskajā literatūrā par nanotehnoloģiju drošību publicēti vairāk nekā 10 000 dokumentu (Song, 2019). Pētījums par sudraba nanodaļiņu, ko lieto arī tekstila apstrādē, pētot ietekmi uz vidi, parāda, ka tā irniecīga (Reed et al., 2016). Ir atzīts, ka nano pārklājumi var pat palīdzēt vēl vairāk samazināt vides piesārņojumu (Dubbert et al., 2014). Nanotehnoloģija ir zinātne, inženierzinātne un tehnoloģija, kas tiek veikta nanomērogā, kas ir aptuveni 1 līdz 100 nanometri. (What is nanotechnology?, n.d.). *Nano* ir miljardā daļa. Viens nanometrs ir metra miljarddaļa ( $10^{-9}$  m). Starptautiskās mērvienību sistēmas (SI) ietvaros nanometra simbols ir *nm* (Nanometres and nanoscale, 2014). Nanotehnoloģiju pamatlicējs ir ASV fiziķis R. Feinmens (*R. Feynman*), kurš 1959. gadā, ilgi pirms termina “nanotehnoloģija” lietošanas, aprakstīja procesu, kurā zinātnieki spētu manipulēt un kontrolēt individuālos atomus un molekulas. Pēc vairāk nekā desmit gadiem profesors N. Taniguči (*N. Taniguchi*) pielietoja terminu “nanotehnoloģija”. Nanodaļiņas tekstilmateriālos tiek iestrādātas šķiedrās (*nano fibres*) vai izsmidzinātas uz auduma – nano pārklājums (*nano coating*). Ar nanotehnoloģijām apstrādāti tekstilmateriāli – nanotekstils (*nanotextiles*) tiek pielietoti ugunsdrošības uzlabošanā, krāsu stiprināšanā, kā arī antibakteriālos, antistatiskos, pašattīrošos, UV staru absorbējošos, ūdens un traipu izturīgos, nodilumizturīgos materiālos (Salman, 2016).

Nano pārklājumiem izmanto ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>, MgO, sudraba u.c. nanodaļiņas, kas tiek uzklātas smidzināšanas tehnikā un katrai ir savas funkcijas. Tā kā nanodaļiņas ir ķīmiski savienojumi, tiek veikti pētījumi, lai noskaidrotu to ietekmi uz vidi un cilvēka veselību. Eiropas Standartizācijas komitejā tiek izstrādāti vairāki standarti, nosakot testēšanas metodes un pielietojumu, lai novērtētu nanodaļiņu iedarbību uz ādu un pārņemšanu no tekstilmateriāla uz ādu ar nobrāzumu un sviedru iedarbību (Almeida & Ramos, 2017). Veiktie pētījumi attiecībā uz tekstila apstrādi parāda, ka riski ir salīdzinoši mazi, pētījumu par sudraba nanodaļiņu ietekmi uz vidi parāda, ka to ietekme ir niecīga (Reed et al.,

2016). Ir atzīts, ka nano pārklājumi var pat palīdzēt vēl vairāk samazināt vides piesārņojumu (Dubbert et al., 2014) un efektīvi aizsargāt cilvēku drošību, veselību un vidi (Tessier, 2013). Progress nanotehnoloģiju jomā ir veicinājis viedo apģērbus (*smart clothing*) attīstību, kas apvieno elektroniku ar tekstilizstrādājumiem. Nākotnes modi veido augsto tehnoloģiju apģērbs: viedās drēbes un nanotehnoloģiju audums (Hooijdonk, 2019). Starptautiskas konferences un izstādes apstiprina nanotehnoloģiju popularitāti un nozīmīgumu nākotnē. Jebkurš var iegādāties dažādu firmu un izplatītāju nanopārklājumus. Jaunuzņēmumi (*start-up*) inovatīvos risinājumos izmanto nanotehnoloģijas, piemēram, *Bolt Threads*, *Spiber*, *Nano Textile*, *GoGoNano* u.c.

Pētījumi par gaismu atstarojošo materiālu un elementu dizaina saistību ar tehnoloģiju pielietojumu netika atrasti. Ir veikti pētījumi: “Atstarotāju lietošanas tendences Latvijas pieaugušo iedzīvotāju vidū” un “Latvijas pieaugušo iedzīvotāju ceļu satiksmes paradumu analīze”, noskaidrojot atstarotāju lietošanas paradumus Latvijā (Bukova-Žideļūna, Villerušas, & Pudule, 2018a,b). Līdzīgi pētījumi veikti Igaunijā (Holm et al., 2018).

Progresīvo tehnoloģiju piemērotības noteikšanai kolekcijas dizainā ir nepieciešama un tika veikta eksperimentāla darbība.

## **Eksperimentālie pētījumi un rezultāti**

### ***Experimental research and results***

Pirms kolekcijas izstrādes uzsākšanas tiek veikta eksperimentāla darbība, lai noteiktu optimālos parametrus un pārbaudītu tehnoloģiju piemērotību noteiktām tekstildrānām. Kolekcijas izstrāde paredz trīs apskatīto tehnoloģiju pielietojumu:

- lāzergriešana – atsevišķu detaļu un atstarojošā materiāla griešanā;
- 3D prints – 3D printēta furnitūra;
- nanotehnoloģijas – nanopārklājums gatavo izstrādājumu virsmas pārklāšanai,

lai sasniegtu vēlamu rezultātu un uzlabotu/vai piešķirtu jaunas īpašības.

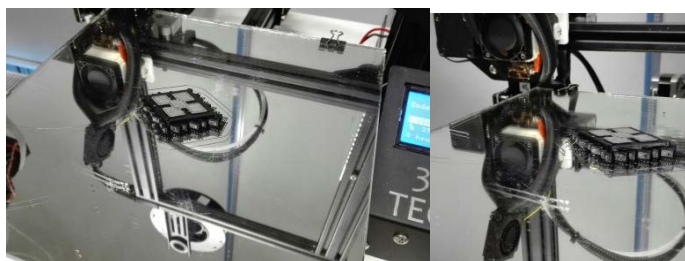
Lāzergriešanas parametru noteikšana RTA Fizikālo procesu un lāzertehnoloģiju pētnieciskajā centrā veikta ar lāzersistēmu *SUNTOP ST-CC9060*. Tās specifikācija: lāzera tips – CO<sub>2</sub> (oglekļa dioksīda) gāzes lāzers; darbības režīms – nepārtraukts vilnis; viļņa garums – 10060 [nm]; darbības diapazons – 900 x 600 [mm]; fokusa punkta diametrs ~ 80 [μm]. Tika testēti dažādu šķiedru sastāva mēteļaudumi (skat. 1. att.) un atstarojošais materiāls.



1.attēls. *Drānu lāzermarkēšanas un lāzergriešanas testi* (autores foto)  
Figure 1 *Laser marking and laser cutting tests on cloth* (author's photo)

Ekspertimentu laikā tika izmantoti CO<sub>2</sub> lāzersitēmas parametri: lāzera jauda  $P$  [W] un skenēšanas ātrums  $v$  [mm/s]. Lāzeriekārtas tehniskie parametri paredz maksimālo jaudu 100 W un skenēšanas ātrumu 1–400 mm/s. Paraugu lāzergriešanas rezultāti uzrāda vienādas kvalitātes griezumu (griezuma līnija ir precīza, neirstoša, audums nav bojāts) mēteļaudumiem ar dažādu šķiedru sastāvu – poliesters un vilna, vilna un poliamīds un kašmirs. Noteikti optimālie lāzergriešanas parametri kolekcijā paredzamajiem mēteļaudumiem ar 80% vilnas un 20% poliamīda un 72% vilnas, 20% poliamīda un 8% kašmīra sastāvu. Tie ir: jauda  $P=30$  W, ātrums  $v=30$ mm/s mēteļaudumiem; jauda  $P=15$  W, ātrums  $v=20$ mm/s - atstarojošajam materiālam.

3D prints RTA Metālapstrādes un mehatronikas pētnieciskajā centrā notiek, izmantojot *Ender-3* 3D printeri ar FDM printēšanas tehnoloģiju, kausējot termoplastikāta auklu. Printeri raksturojošie parametri ir: printēšanas platformas izmērs – 220\*220\*250 mm; iespējamie printējami materiāli – PLA, TPU, ABS, TPE, PETG; maksimālais ātrums 180 mm/s; slāņa biezums – 0.1–0.4 mm; precizitāte  $\pm 0.1$ mm; sprauslas diametrs 0.4 mm; maksimālā sprauslas temperatūra 255° C; platformas temperatūra 110° C. Printēšanai tiek izmantoti divu veidu filamenti: melnas krāsas 1.75 mm PLA (*Polylactic Acid*), kas ir viens no populārākajiem materiāliem 3D printā, un 1.75 mm TPU (*Thermoplastic polyurethane*) atstarojošs filaments. Tiek izdrukāti vairāki pogu prototipi un piemērotākie izvēlēti kolekcijai (skat. 2.att.).



2.attēls. *3D pogu printēšana* (autores foto)  
Figure 2 *3D button printing* (author's photo)

Apģērbu apstrāde paredzēta ar līdzekli, kas nodrošina aizsardzību pret mitrumu/slapjumu un ir netīrumus un traipus atgrūdošs, piešķirot drānai jaunas īpašības, nēsājot tos dažādos laikapstākļos (saus, lietus, sniegs). Netīrumus un traipus atgrūdoša funkcija pasargā izstrādājumu no ātras sasmērēšanās un samazina kopšanas biežumu (skat. 3.att.). Izvērtējot tirgus piedāvājumu un iespējas, gatavo ārgērbu apstrādei izvēlēts Igaunijas uzņēmuma nano pārklājuma izsmidzināms aerosols *GoGoNano™ Stay Dry Textile and Leather Nano Coating Spray*. Ražotājs apliecina produkta drošumu, uzrāda testu rezultātus, veic sastāvdaļu pārbaudi.



3.attēls. *Nanopārklājuma ūdens atgrūšana* (foto M. Šļivka)  
Figure 3 *Nano-coated water repellent* (photo by M. Sļivka)

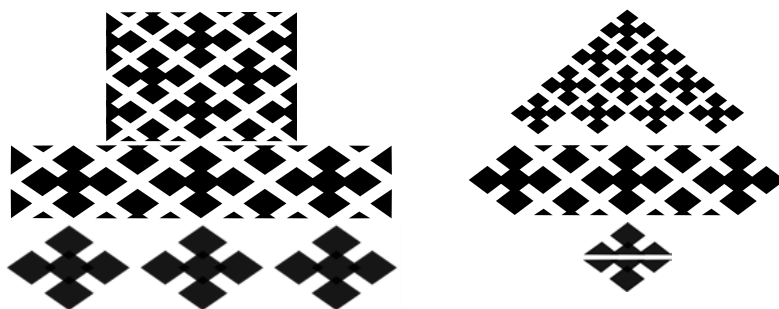
Eksperimentālā darbība nodrošina izmantoto progresīvo tehnoloģiju optimālo parametru noteikšanu un drošu pielietošanu apģērbu kolekcijas izstrādei un pēcapstrādei.

### **Kolekcijas dizaina izstrāde** *Collection design development*

Mēteļu kolekcijas koncepcija paredz dabīgo un sintētisko materiālu savienojamību un apstrādi, izmantojot progresīvās tehnoloģijas – lāzergriešanu, 3D druku un nanotehnoloģijas; klasiska stila iezīmes auduma, silueta, detaļu, krāsu izvēlē; iedvesmas avots atstarojošā elementa kompozicionālajam risinājumam – latviešu tautisko rakstu ornamentu ar tā veidojošo motīvu ritmisku atkārtojumu.

*Inscape* vektorgrafikas programmā veikta ornamenta faila sagatavošana. Galvenais ornamenta motīvs ir rombveida laukumā simetriski izvietoti rombi, izkārtoti stilizētā latviešu ornamentam raksturīgajā krustiņā. Izveidotais ornamenta pamatmotīvs pēc nepieciešamības tiek ritmiski atkārtots un dažādi izvietots, iegūstot ornamenta joslas vai aizpildot laukumu (skat. 4. att.), ar iespēju mainīt tā lielumu.





4.attēls. *Ornamenta motīva varianti joslās un laukumos*  
Figure 4 *Variations of ornament motifs in bands and squares*

3D tehnoloģija izmantota pogu izdrukai ar atstarojošu filamentu. Kolekcija paredz vilnas/jauktšķiedru (t. sk. vilnas šķiedras) auduma mēteļos iestrādātu kvalitatīvu, sertificētu atstarojošo materiālu. 3M atstarojošā lente (kods 9910) un audums (kods 8910) atbilst standartam ANSI/ISEA 107 un EN ISO 20471. Lāzertehnoloģijas nodrošina precīzu, kvalitatīvu, ātru, nepieciešamā atstarojošā ornamenta lāzergriešanu, kā arī atsevišķu mēteļu pamatdaļu piegriešanu. Noslēgumā mēteļauduma virsma apstrādāta ar nanopārklājumu, kas nodrošina mitrumizturību, aizsardzību pret traipiem u.c. īpašības. Kolekcija paredz mēteļus dažādiem vecumposmiem, gan vienā krāsu tonī ar minimālu atstarojošā ornamenta izvietojumu, gan modeļus, izmantojot krāsu toņu salikumus, detaļas ar atstarojošā ornamenta izvietojumu. Kolekcijas vienotību un estētisku kopskatu rada pārdomāts un saskaņots pamatauduma, atstarojošā ornamenta un 3D drukāto pogu dizains (skat. 5. att.).



5.attēls. *Mēteļu kolekcija "Atspīdums"* (foto M. Šļivka)  
Figure 7 *Coat collection "Glare"* (photo by M. Slivka)

Kolekcijas mēteļi ir savstarpēji vienoti krāsu toņos, detaļu, atstarojošā elementa ornamenta motīvā, bet piedāvā atšķirīgu atstarojošo elementu dizainu. Papildus kvalitāti kolekcijas mēteļu virsmai piešķir nanopārklājums.



## Secinājumi Conclusions

- Modes dizainā ir jābūt atbildīgam, ne tikai, pieņemot jaunākās tehnoloģijas, bet arī iesaistoties un sekojot līdzī to izpētei, izvēloties pārbaudītus un par drošiem atzītus procesus un produktus;
- Modes dizainerim jāveido sadarbība ar speciālistiem, inženieriem, kas pārzin iekārtu specifikāciju un attiecīgās tehnoloģijas, kuras var tikt veiksmīgi integrētas modes dizainā;
- Dizaina problēmu risināšanā nozīmīgs ir inženierzinātņu ieguldījums. Rezultātā tiek izstrādāti dizainiski efektīvi un inženiertehniski pilnveidoti produkti;
- Tehnoloģijas nodrošina ātrumu un efektivitāti, kas nepieciešama, lai gūtu panākumus mainīgajā modes nozarē, pētītās tehnoloģijas ir progresīvas un to attīstības iespējas ir pietiekami plašas;
- Lāzergriešana piemērota atstarojošā materiāla un divu mēteļu pamatdetāļu piegriešanai, atzīstot to par mūsdienīgu, precīzu un efektīvu metodi, salīdzinājumā ar tradicionālo auduma piegriešanu izstrādājumiem;
- 3D printeru izmantošana un to tehnoloģiskajās iespējas visās rūpnieciskās ražošanas jomās nodrošina eksperimentālu darbību un rezultātus jauniem uzlabotiem risinājumiem, produktiem, funkcionālām detaļām, furnitūrai, pastāv sarežģīta dizaina (ģeometrija, struktūra) izveides iespējas;
- Izmantojot nanopārklājumus modes dizainā, ir sekojoši ieguvumi: iespējas iegūt ūdensizturīgu, antibakteriālu, antistatisku, UV apsorbojošu pārklājumu; ar aizsardzību pret traipiem, netīrumiem; labu materiāla nodilumizturību; nanopārklājums ir elpojošs; tiek panākts resursu ietaupījums, izstrādājumi kalpo ilgāk;
- Tehnoloģiju pielietojums modes dizainā palielinās, tas ievieš izmaiņas tradicionālajos apstrādes procesos, kas ļauj būtiski ietaupīt resursus. Tās ir ilgtspējīgas un vidi saudzējošas tehnoloģijas, notiek resursu ekonomija;
- Darba empīriskajā daļā veiktas eksperimentālas darbības, lai noteiktu optimālos parametrus un tehnoloģiju drošu pielietojumu apģērbu kolekcijas izstrādei un apstrādei;
- Izgatavota apģērbu kolekcija "Atspīdums", iestrādājot atstarojoša materiāla ornamenta motīvus mēteļos ar klasiskā stila iezīmēm, kurā apvienotas mūsdienu modes tendences un progresīvo tehnoloģiju pielietojums.

## Summary

Nowadays, technology has brought changes in many sectors, including fashion design where designers apply constantly evolving innovative technologies. Advanced technologies help meet design challenges. In this paper three advanced technologies are analysed - laser technology, 3D printing and nanotechnology. They are increasingly being used in fashion design and are considered topical, with a prediction for even greater use in the future. The term "advanced technology" explains the nature of the technologies used, the programs, the equipment and the methods these technologies use are innovative, gaining more popularity and rapidly evolving.

Fashion design is about taking responsibility for people and the environment. Technology research, its impact and application, potential benefits and risk awareness in addressing fashion design challenges justify their topicality. The design concept outlines sustainable, eco-friendly design that invites to consider production technologies and processing methods that affect the world's resources, the environment, the climate and the health of the population. Consumers are becoming more educated, they change their attitudes and are interested in using products that are more environmentally friendly and better for themselves.

The purpose of the article is to substantiate the use of advanced technologies as a modern, versatile resource and environmentally friendly textile processing method, and to demonstrate their use in the outer wear design collection with light-reflective material elements.

Research methods: theoretical - literature, source and statistical data analysis, empirical - experiment and data processing.

R. Nayak describes the adaptation and use of sustainable materials and technologies by global brands in fashion and textile industry (Nayak et al., 2020). The possibilities to process fabrics are almost unlimited, but I. Vilumsone-Nemes (Vilumsone-Nemes, 2018) acknowledges that "textile products of different origins react differently to laser processing, which causes different changes in the structure of the material". To achieve the desired result, one must know and understand the properties of the material, the laser and the process parameters.

3D technologies are recognized as the future of fashion. A. Richardot (Richardot, 2018) emphasizes that 3D manufacturing could completely change the fashion industry and is already beginning to shape the future of fashion in both high fashion (Haute Couture) and ready-to-wear.

C.H. Lin & C.M. Lin (Lin & Lin, 2013) in a study on the use of nanotechnology in clothing design, recognize that those are the 21st century's largest drivers of technological and industrial development that is widely studied. The integration of nanomaterials into textile has great potential for the creation of functional, "smart clothing" and "smart textiles" (Joshi & Adak, 2019).

An experiment was carried out to determine the optimal parameters and suitability of the advanced technologies for particular textile fabrics used in design collection. The collection design involves the application of three technologies:

- laser cutting - cutting individual parts and reflective material;
- 3D prints - 3D printed fasteners;
- nanotechnologies - nano-coating of the surface of finished products to achieve the desired effect and improve or impart new properties.

The experiment ensures the determination of the optimal parameters of the advanced technologies used and their safe application for the design and post-processing of the outerwear clothing collection.

The concept of the coat collection involves the joining and processing of natural and synthetic materials using advanced technologies (laser cutting, 3D printing and nanotechnology), classic style features in fabric, silhouette, detail, color choices. The source of inspiration for the compositional solution of the reflective element is the ornament of Latvian folk patterns with the rhythmic repetition of its motifs. The coats of the collection are united in colour shades, detail, reflective element ornamentation, but offer a different reflective element design. Additional quality is given by a nano-coating.

### Literatūra References

- Almeida, L., & Ramos, D. (2017). *Health and safety concerns of textiles with nanomaterials*.  
Akiwowo, K., Kane, F., Tyrer, J., Weaver, G., & Filarowski, A. (2015). Digital Laser-dyeing for Polyester Fabrics. *Journal of Textile Design Research and Practice*, 2(2), 133–151. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2752/205117814X14228978833457>
- Bukova-Žideļūna, A., Villerušas, A., & Pudule, I. (2018a). *Atstarotāju lietošanas tendences Latvijas pieaugušo iedzīvotāju vidū*. Retrieved from [https://www.rsu.lv/sites/default/files/imce/Zin%C4%81tnes%20departaments/zinatniskas\\_konferences/2018/atstarotaju\\_lietosanas\\_tendences\\_latvijas\\_pieauguso\\_vidu.pdf](https://www.rsu.lv/sites/default/files/imce/Zin%C4%81tnes%20departaments/zinatniskas_konferences/2018/atstarotaju_lietosanas_tendences_latvijas_pieauguso_vidu.pdf)
- Bukova-Žideļūna, A., Villerušas, A., & Pudule, I. (2018b). *Latvijas pieaugušo iedzīvotāju ceļu satiksmes paradumu analīze*. Skatīts 03.01.2017. Pieejams <https://rsu.lv/zinatniskie-raksti/latvijas-pieauguso-iedzivotaju-celu-satiksmes-paradumu-analize>
- Dubbert, W., Schwirn, K., Völker, D., & Apel, P. (2014). *Use of nanomaterials in coatings*. Retrieved from [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/use\\_of\\_nanomaterials\\_in\\_coatings\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/use_of_nanomaterials_in_coatings_0.pdf)
- Flynt, J. (2019). *3D Printing Fashion: Advantages, Disadvantages, and Future*. Retrieved from <https://3dinsider.com/3d-printing-fashion/>
- Holm, A., Jaani, J., Eensoo, D., & Piksööt, J. (2018). Pedestrian behaviour of 6th grade Estonian students: Implications of social factors and accident-prevention education at school. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 52, 112–119.
- Hooijdonk, R. (2019). *Wearing high-tech garments: smart clothes and nanotech fabric tailor the fashion of the future*. Retrieved from <https://richardvanhooijdonk.com/blog/en/wearing-high-tech-garments-smart-clothes-and-nanotech-fabric-tailor-the-fashion-of-the-future/>
- Is 3D printing a sustainable manufacturing method?* (2018). Retrieved from <https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-sustainable-manufacturing-method-211120185/>
- Joshi, M., & Adak, B. (2019). Advances in Nanotechnology Based Functional, Smart and Intelligent Textiles: A Review. *Comprehensive Nanoscience and Nanotechnology (Second Edition)*, 5, 253–290.
- Lin, C.H., & Lin, C.M. (2013). *The Study in the Application of Nanotechnology Digital Printing in Clothing Pattern Design*. Retrieved from <https://www.scientific.net/KEM.562-565.674>

- Lu, S., Mok, P.Y., & Jin, X (2017). A new design concept: 3D to 2D textile pattern design for garments. *Computer-Aided Design*, 89, 35–49.
- Nanometres and nanoscale. (2014). Retrieved from <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1651-nanometres-and-nanoscale>
- Nayak, R., Nguyen, L.V.T., Panwar, T., & Jajpura, L. (2020). *Sustainable technologies and processes adapted by fashion brands. Sustainable Technologies for Fashion and Textiles*, 233-248.
- Phelps, N. (2019). *Fall 2019 Couture Iris van Herpen*. Retrieved from <https://www.vogue.com/fashion-shows/fall-2019-couture/iris-van-herpen>
- PROGRESĪVS definīcija Latviešu valodā. (2019). *Latvian Oxford living dictionaries*. Retrieved from <https://lv.oxforddictionaries.com/skaidrojums/progresivs>
- Reed, R., Zaikova, T., Barber, A., Simonich, M., Lankone, R., Marco, M. et al. (2016). *Potential Environmental Impacts and Antimicrobial Efficacy of Silver and Nanosilver-Containing Textiles*. Retrieved from <https://www.sciencedaily.com/releases/2016/03/160330122634.htm>
- Richardot, A. (2018). *3D printed fashion: Why is additive manufacturing interesting for fashion?* Retrieved from <https://www.sculpteo.com/blog/2018/01/24/3d-printed-fashion-why-is-additive-manufacturing-interesting-for-fashion/>
- Salman, S. (2016). *Nanotechnology in textile*. Retrieved from <https://www.slideshare.net/ssalman69/nanotechnology-in-textile>
- Shahrubudin, N., Lee, T.C., & Ramlan, R. (2019). An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286–1296.
- Song, L. (2019). *Sandra Hocevar wins the NanoImpact & NanoTox best poster Award 2018*. Retrieved from <https://www.journals.elsevier.com/nanoimpact/news/sandra-hocevar-wins-the-nanoimpact-nanotox-best-poster-award>
- Stepanov, A., Manninen, M., Pärnänen, I., Hirvimäki, M., & Salminen, A. (2015). Laser Cutting of Leather: Tool for Industry or Designers? *Physics Procedia*, 78, 157–162.
- Technology will influence fashion (2000). *USA Today Magazine*, 129(2666), 2–8.
- Tessier, D. (2013). *Surface modification of biotextiles for medical applications*.
- Vilumsone-Nemes, I. (2018). *Industrial Cutting of Textile Materials* (Second Edition). *What is nanotechnology?* (n.d.). Retrieved from <https://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>
- What is 3 D printing*. (2019). Retrieved from <https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>