

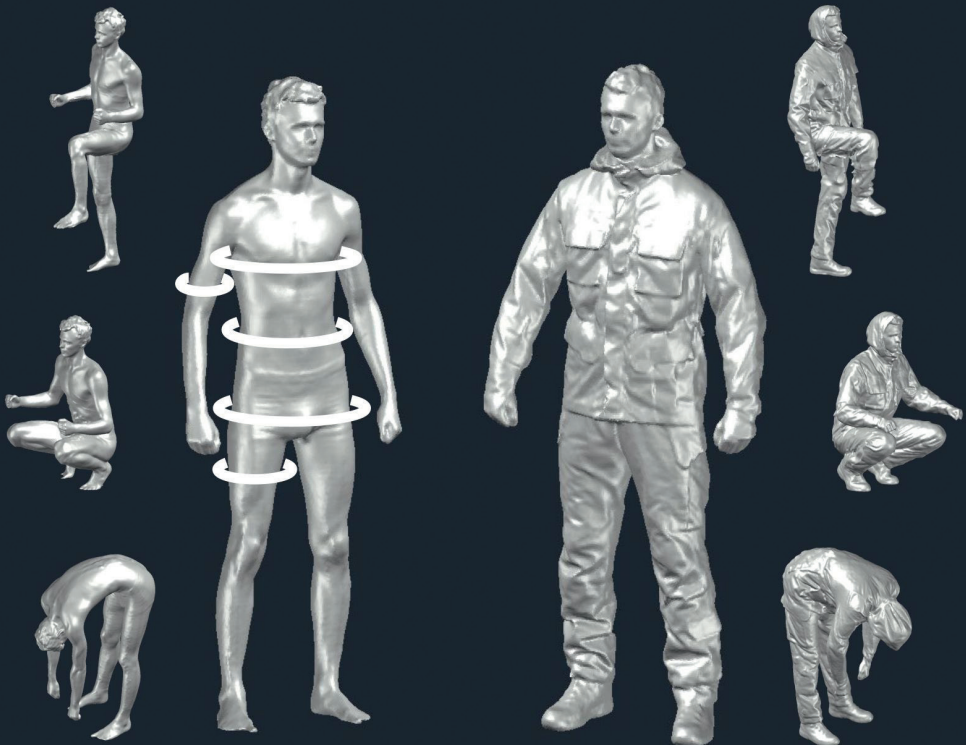


RĪGAS TEHNISKĀ
UNIVERSITĀTE

Eva Lapkovska

APĢĒRBA ANTROPOMETRISKĀS LIELUMATBILSTĪBAS UN ERGONOMISKUMA NOVĒRTĒŠANAS METOŽU PILNVEIDOŠANA

Promocijas darba kopsavilkums



RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte
Dizaina tehnoloģiju institūts

Eva Lapkovska

Doktora studiju programmas “Apģērbu un tekstila tehnoloģija” doktorante

APĢĒRBA ANTROPOMETRISKĀS LIELUMATBILSTĪBAS UN ERGONOMISKUMA NOVĒRTĒŠANAS METOŽU PILNVEIDOŠANA

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskā vadītāja
asociētā profesore *Dr. sc. ing.*
INGA DĀBOLIŅA

RTU Izdevniecība
Rīga 2022

Lapkovska E. Apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metožu pilnveidošana. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga: RTU Izdevniecība, 2022. – 61 lpp.

Iespiests saskaņā ar promocijas padomes “RTU P-02” 2022. gada 23. februāra lēmumu, protokols Nr. 04030-9.2.1/3.

Vāka attēla autore – Eva Lapkovska

Attēlā – Māris Gunārs Dzenis (īpašs paldies par līdzdalību)



Šis promocijas darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda daļēju atbalstu projektā “Rīgas Tehniskās universitātes akadēmiskā personāla stiprināšana stratēģiskās specializācijas jomās” Nr. 8.2.2.0/18/A/017.

Šis promocijas darbs daļēji izstrādāts ar RTU doktorantūras grantu atbalstu Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes doktorantiem.



Promocijas darbā iekļauti pētījumu rezultāti no Eiropas Reģionālās attīstības fonda *Interreg* Baltijas jūras reģiona programmas projekta “Vieds un drošs darba apģērbs” (SWW) R#006. Promocijas darba autore bijusi īstenotā projekta (01.03.2016.–28.02.2019.) izpildītāja, rezultātu iekļaušana ir saskaņota ar visiem metodes izstrādē iesaistītajiem dalībniekiem.

<https://doi.org/10.7250/9789934227639>

ISBN 978-9934-22-763-9 (pdf)

PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS ZINĀTNES DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2022. gada 26. maijā plkst. 14 Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātē, Ķīpsalas ielā 6, 117. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesors *Dr. phys.* Juris Blūms,
Rīgas Tehniskā universitāte

Profesore *Dr. ing. habil.* Sybille Krzywinski,
Drēzdenes Tehniskā universitāte, Vācija

Profesors *Dr. med.* Ivars Vanadziņš,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājusi šo promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai. Promocijas darbs zinātniskā grāda iegūšanai nav iesniegts nevienā citā universitātē.

Eva Lapkovska (paraksts)

Datums: 2022. gada

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, tajā ir ievads, četras nodaļas, secinājumi, literatūras saraksts, 75 attēli, 14 tabulu, divi pielikumi, kopā 161 lappuse, ieskaitot pielikumus. Literatūras sarakstā ir 221 nosaukums.

SATURS

IEVADS	5
Promocijas darba tēmas aktualitāte	6
Promocijas darba mērķis.....	7
Darba uzdevumi.....	7
Pētījuma objekts un priekšmets	7
Pētījuma metodes un tehniskie līdzekļi uzdevumu veikšanai.....	7
Promocijas darba zinātniskā novitāte	7
Pētījuma praktiskā nozīmība.....	8
Tēzes aizstāvēšanai.....	8
Darba aprobācija.....	8
Darba autora publikācijas par promocijas darba tēmu.....	9
1. APĢĒRBA PROJEKTĒŠANAS ASPEKTI	13
1.1. Antropometrija.....	13
1.2. Izmēru sistēmas.....	15
1.3. Konstruēšana un tekstilmateriālu atlase.....	16
1.4. Datorprojektēšana un 3D tehnoloģijas.....	17
1.5. Pirmās nodaļas secinājumi.....	18
2. APĢĒRBA ATBILSTĪBAS ASPEKTI	20
2.1. Atbilstības jēdziena komponentes.....	20
2.1.1. <i>Funkcionālā atbilstība</i>	20
2.1.2. <i>Antropometriskā lielumatbilstība</i>	21
2.1.3. <i>Ergonomiskums</i>	21
2.1.4. <i>Estētiskā atbilstība</i>	22
2.2. Lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes	23
2.3. Lielumatbilstība un ergonomiskums nozares standartos	25
2.4. Otrās nodaļas secinājumi	28
3. METODE APĢĒRBA ANTROPOMETRISKĀS LIELUMATBILSTĪBAS UN ERGONOMISKUMA NOVĒRTĒŠANAI	29
3.1. Metodes koncepcija	29
3.1.1. <i>Metodes iniciācija</i>	29
3.1.2. <i>Metodes – algoritma elementi</i>	31
3.2. Metodes darbība un realizācija	32
3.3. Trešās nodaļas secinājumi	41
4. IZSRĀDĀTĀS METODES APROBĀCIJA	42
4.1. Metodi validējošs eksperiments.....	42
4.1.1. <i>Priekšizpēte un mērķgrupas izpēte</i>	43
4.1.2. <i>Antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma izvērtējums</i>	45
4.2. Manuālo un bezkontakta somatomērījumu salīdzinājums	50
4.3. Ceturtās nodaļas secinājumi.....	52
SECINĀJUMI UN REZULTĀTI	53
BIBLIOGRĀFIJA	55

IEVADS

Speciālu uzdevumu apģērba (darba apģērbs, aizsargapģērbs, uniformas) apgādē iezīmējas problēma, proti, izstrādājums, kas nonācis pie lietotāja, nav atbilstošs viņa morfoloģijai, veicamajam uzdevumam un zinātnes un tehnikas attīstības līmenim, turklāt situācija gan Latvijā, gan ārvalstīs liecina par informācijas un mūsdienām atbilstošas rīcībpolitikas trūkumu ergonomisku risinājumu iegūšanai. Rezultātā lietotājam lielumatbilstīgi nepiemērota apģērba piegāde izraisa principā neefektīvu apgādi, finansiālus zaudējumus, resursu nelietderīgu patēriņu un kaitējumu videi. Tas ir saistāms ar vairākiem aspektiem, piemēram, nav pieejami antropometriskie dati par populāciju vai vismaz pietiekamu iztvērumkopu, turklāt esošie dati (ražošanā lietotie) visbiežāk ir novecojuši. Jaunu datu iegādei nepieciešami resursi, kuru nav nedz ražotājiem, nedz arī pasūtītājiem. Līdz ar to datu sistematizēšana gulstas uz ražotāju pleciem – pasūtītājs pasūta speciālu uzdevumu apģērbus un ekipējumu (piemēram, uniformas), dodot tikai aptuvenu ieskatu antropometriskajā sistematizācijā, un ražotājs labākajā gadījumā cenšas pielāgot tam produkciju. Pat, ja pieņemam, ka pasūtītājs un ražotājs vienojas par iztvērumkopas antropometriskajām pazīmēm, viss process no iepirkuma līdz sagādei nav caurredzams – ražotājs lieto iepriekš praksē aprobētus lekālus, par kuru ieejas datiem vairs nav informācijas. Visbeidzot, lietotājs saņem apģērbus, kas nav atbilstīgi, turklāt arī neprot pamatot neatbilstības. Ja ikdienas apģērba patērētājam ir izvēle atteikties un nevalkāt neatbilstošu apģērbus, tad speciālos dienestos strādājošajiem tādas izvēles nav. Lai neapdraudētu savu veselību un dzīvību, veicot pienākumus, personālsastāvam atbilstoši darba aizsardzības normām ir jāvalkā paredzētais specapģērbs un individuālās aizsardzības līdzekļi (IAL). Visi iepriekš minētie aspekti neatvieglo problēmas risināšanu globāli – atsevišķus apģērba atbilstības parametrus iespējams novērtēt statistiski ar nosacījumu, ka dati (piemēram, apģērba kontrolmēri un cilvēka ķermeņa pazīmes) ir pietiekami un uzticami. Taču tajā pašā laikā trūkst tādu vērtēšanas pieeju, kas paredz specifiskas situācijas un ietver arī apģērba valkātāju subjektīvo vērtējumu. Sinerģijas starp valkātāju, pasūtītāju un piegādātāju veicināšana un vērtēšanas procedūru balstīšana konkrēta sektora specifiskā ir pieeja, kā sekmēt lielumatbilstīga un ergonomiska specapģērba apgādi.

Promocijas darbā aprakstīta izstrādātā metode – algoritms apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanai, pamatota pētījuma aktualitāte, formulēts darba mērķis un uzdevumi, raksturota novitāte un praktiskā nozīmība, aprakstīti teorētiskie un praktiskie rezultāti, raksturota metodes aprobācija. Darbā aprakstīti apģērba projektēšanas aspekti ar mērķi identificēt dažādu apģērba projektēšanas posmu problēmas, analizēt lielumatbilstīgi un ergonomiski neatbilstošu apģērba laišanas aprītē cēloņsakarības un radītās sekas. Secināts, ka teorētisko un praktisko paņēmieni kopuma efektivitātes pārbaudei nepieciešamas vispusīgas apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metodes. Promocijas darbā apskatītas apģērba atbilstības jēdziena komponentes, apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metodes un šādam novērtējuma ieviestās rekomendācijas nozares standartos. Analīzes rezultātā veidota izpratne par apģērba atbilstības noteikšanas principiem, tas ļauj definēt elementus metodei – algoritmam par apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanu. Kā galvenā problēma esošajā pieejā secināta

zināmo metožu un procedūru aprakstu atrautība – netiek parādīta to savstarpējā mijiedarbība, un tā rezultātā trūkst sinerģijas rezultātu sasniegšanai. Tādēļ ir nepieciešams praktiski izmantojamu apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas principu kopums, kas sekmētu gan iesaistīto pušu izpratni par atbilstoša apģērba parametriem, gan to izvērtēšanu un lēmumu pieņemšanas gaitu.

Pamatojoties uz veiktajiem pētījumiem un autores gūto pieredzi praktisku pētījumu realizēšanā par apģērba lielumatbilstības problēmjaudājumiem, izstrādāta metode apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanai ar mērķi veicināt atbilstoša apģērba izvēles procesu efektivitāti. Dots šīs metodes koncepcijas izklāsts, aprakstīta tās realizācija un darbība, specificējot algoritma uzbūvi un elementus – procesa daļas. Aprakstīta metodes aprobācija un ietverti validējošo eksperimentu rezultāti ar izvērtējumu.

Promocijas darba tēmas aktualitāte

Promocijas darba tēmas aktualitāte saistīta ar apģērba ražošanas nozares izaicinājumiem dažādu patērētāju populāciju un to daļu apgādē ar atbilstošu apģērbu. Spēju izvēlēties pamatotus apģērba projektēšanas parametrus, lai radītu mērķgrupai atbilstošu apģērbu, ietekmē pieejamie dati par valkātāju antropometriskajiem profiliem, izpratne par izmēru sistēmu uzbūvi, zināšanas par tekstilmateriālu īpašībām, lietotās projektēšanas metodes, izpratne par apģērba valkāšanas apstākļu specifiku, kā arī piekļuve patērētāju vērtējumam par produktu piemērotību.

Plašā un dažādā īpašuzdevumu apģērba klāsta projektēšana, tajā skaitā aizsargapģērba, darba, sporta un apģērba citām speciālām vajadzībām, atšķirībā no ikdienas modes precēm mērķtiecīgi balstāma uz specifiskām valkātāju vajadzībām. Pie galvenajiem atbilstības rādītājiem šādam apģērbam pieskaitāma funkcionālā atbilstība, antropometriskā lielumatbilstība un ergonomiskums, nodrošinot valkātāju spēju veikt ikdienas pienākumus vai citas aktivitātes.

Pasaulē lielākie funkcionālā apģērba pircēji ir valsts līmeņa institūcijas, kuru atbildīgās amatpersonas var nebūt pietiekami informētas par reālajām personālsastāva vajadzībām un apģērba aspekta problēmjaudājumiem darba vidē, no vienas puses, un tehnoloģiju sasniegumiem, no otras puses. Iezīmējas situācija, ka iekšlietu un aizsardzības struktūrās iepirkumu sistēmās strādājošie nevar veikt apgādi un nodrošinājumu ar tiešām aktuāliem, ergonomiskiem un zinātnes līmenim atbilstošiem risinājumiem. Mērķgrupai neatbilstoša ekipējuma iepirkumi var radīt ekonomiskus zaudējumus valstiskā līmenī, kā arī radīt gala rezultātā nelietojamu un utilizējamu produktu, līdz ar to veicinot nozīmīgu resursu patēriņu un to kaitējumu videi. Līdzšinējā prakse un pieredze rāda, ka dažādu valsts struktūru pārstāvji vēršas pie ārējiem ekspertiem, lai veicinātu uniformu apgādes pilnveidošanu un pilnveidotu individuālās aizsardzības līdzekļu sistēmu (promocijas darbs par karavīra individuālās aizsardzības sistēmas pilnveidošanu aizstāvēts 2014. gadā un ietver ieteikumus ekipējuma nodrošinājuma un NBS apgādes stabilizēšanai ilgtermiņā¹). Tādēļ nepieciešams praktiski izmantojams apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas principu kopums, sekmējot iesaistīto pušu izpratni par atbilstoša apģērba parametriem, to izvērtēšanu un lēmumu pieņemšanas gaitu.

¹ Šitvjenkins, Igors. Karavīra individuālās aizsardzības sistēmas pilnveidošana. Promocijas darbs. Rīga: [RTU], 2014. 265 lpp.

Promocijas darba mērķis

Promocijas darba mērķis ir izstrādāt metodi apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma preventīvai novērtēšanai.

Darba uzdevumi

- Apzināt un analizēt apģērba projektēšanas aspektus, to saistību un nozīmīgumu apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma nodrošināšanā.
- Apkopot un analizēt apģērba atbilstības jēdziena komponentes un to vērtēšanas metodes.
- Izpētīt un salīdzinoši izanalizēt standartizētas apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes.
- Izstrādāt apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes algoritmu, kas balstīs pētījumos pamatos praktiskos principos.
- Pārbaudīt un aprobēt izstrādātās metodes darbības algoritmu – novērtēt noteikta ģipšuzdevumu apģērba antropometrisko lielumatbilstību un ergonomiskumu tālākiem ieteikumiem iepirkuma procedūras pilnveidošanai.

Pētījuma objekts un priekšmets

Promocijas darba pētījumu **objekts** ir apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtējums efektīvai apģērba izvēlei tā funkcionalitātes nodrošināšanai. Pētījuma **priekšmets** ir metode – algoritms (principu sistēma), kas ļauj apģērba objektīvo un subjektīvo novērtēšanas metožu kombināciju un to lietošanas rezultātu konverģējošās īpašības vērst praktiski izmantojamos principos apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma noteikšanai.

Pētījuma metodes un tehniskie līdzekļi uzdevumu veikšanai

Vispārteorētiskās pētīšanas metodes (zinātniskās literatūras, dokumentācijas analīze), augšupējas un lejupējas problēmu analīzes metodes, empīriskās pētīšanas veidi (novērojumi un eksperimenti), aptaujas, intervijas, lietišķā matemātika, lāzerskenēšanas metodes, datu ieguve ar optisko triangulāciju, datorgrafikas metodes.

Antropometriskie dati iegūti ar cilvēka ķermeņa 3D skenēšanas iekārtu *VitusSmart XXL*[®] (*Human Solutions Group GmbH*) ar datu apstrādes sistēmu *AnthroScan* un tradicionāliem antropometrijas instrumentiem – antropometrs, taustmērs, svāri, goniometrs un mērlente.

Promocijas darba zinātniskā novitāte

- Izstrādāta un piedāvāta jauna apģērba atbilstības vērtēšanas metode – algoritms, demonstrējot sistemātiskas apģērba vērtēšanas metožu kombinēšanas lietojumu reālu principu izstrādē apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma noteikšanai.
- Realizēts izstrādātā algoritma (metodes) darbību validējošs pētījums ģipšuzdevumu apģērba atbilstības novērtējumam. Izstrādātā algoritma uzbūve sniedz iespēju tā principos balstīt dažāda sortimenta apģērba vērtēšanas procedūru izstrādi, papildinot esošo struktūru vai kombinējot citas vērtēšanas metodes.

Pētījuma praktiskā nozīmība

- Izstrādātā un realizētā apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metode ir praktisks ieguldījums gan procesu uzlabošanā atsevišķu apģērba valkātāju grupu apgādei ar īpašuzdevumu apģērbiem, gan no jauna (jaunas problēmas risinājumam) ieviešamu īpašuzdevumu apģērbiem vai individuālās aizsardzības līdzekļu izstrādes procesa pilnveidošanā.
- Metodes struktūra ļauj sistemātiski konstatēt apģērba atbilstības trūkumus, pieņemt lēmumus tā pilnveidošanai.
- Algoritms ir atkārtojams un adaptējams, tā variācijas izmantojamas dažāda sortimenta apģērba vērtēšanā.
- Izstrādātie principi pie apkopojošas atveidošanas informatīvos plakātos veicina lietotāju (valkātāji, apgādes dienesti) spēju apģērba atbilstības vērtēšanas metodi lietot ikdienišķos darba apstākļos.

Tēzes aizstāvēšanai

- Izstrādātā metode – algoritms ļauj identificēt apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma nepilnības, analizēt tās un ieviest uzlabojumus iepirkumu procedūras dokumentācijā.
- Izstrādātais algoritms veicina patērētāju (valkātāji, apgādes dienesti) izpratni par nozares standartu regulējumu, procedūru pielāgošanu konkrētai jomai un/vai gadījumam nepieciešamo ergonomiskuma līmeni un ergonomikas paņēmienus, līdz ar to lēmumu pieņemšanas objektivitāti apģērba antropometriskās neatbilstības un neergonomiskuma novēršanā.

Darba aprobācija

Promocijas darba izstrādes gaitā veikto pētījumu rezultāti atspoguļoti starptautiskos zinātniskos izdevumos (kopā 22 publikācijas, no kurām 13 indeksētas *SCOPUS*, dokumenti citēti 25 dokumentos, pretendenta h-indeks = 3), par tiem ziņots vietēja mēroga un starptautiskās konferencēs.

Promocijas darba izstrādes gaitā iniciēts pētījums Latvijas Nacionālo Bruņoto spēku kontingentam Eiropas Reģionālās attīstības fonda *Interreg* Baltijas jūras reģiona programmas projektā “Vieds un drošs darba apģērbs” (“*Smart and Safe Work Wear*” (SWW) R#006). Šī projekta laikā izstrādātas uniformu lielumatbilstības vērtēšanas procedūras, balstoties uz 150 cilvēku mērījumiem².

Darba rezultāts aprobēts, novērtējot Latvijas VUGD (Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienests) ikdienā valkājamo dežūruniformu antropometrisko lielumatbilstību un ergonomiskumu, tam piesaistot darbinieku iztvērumkopu, kompetentas dienesta kontaktpersonas un par iepirkumiem atbildīgās amatpersonas. Iestādes pārstāvji pauduši interesi par metodes lietojamību apģērba apgādes procesu pilnveidošanai un izteikuši atbalstu metodes ieviešanai dienesta darbā. Atbalsta vēstule promocijas darba 1. pielikumā.

² Promocijas darba autore bijusi īstenotā projekta (no 01.03.2016. līdz 28.02.2019.) dalībniece, rezultātu iekļaušana ir saskaņota ar visiem metodes izstrādē iesaistītajiem dalībniekiem.

Darba specifiskais rezultāts (jauna īpašumuzdevumu apģērbu izstrāde) tiek realizēts valsts pētījumu programmas “Covid-19 seku mazināšanai” (Nr. VPP-COVID-2020/1-0004) projektā “Drošu tehnoloģiju integrācija aizsardzībai pret Covid-19 veselības aprūpes un augsta riska zonās” (01.07.2020.–31.12.2020.), īstenojot algoritma atzaru, kur nav pieejams tērps īpašumuzdevumam.

Promocijas darba izstrādes laikā veikto antropometrisko pētījumu secinājumi iekļauti un sekmējuši *IEEE Standards Association (IEEE SA)* ziņojuma (*White Paper*) sagatavošanu “*Landmarking for Product Development*” ar mērķi veicināt virtuālu antropometrisko punktu definēšanu sasaistē ar reālu cilvēka ķermeni, virzot virtuālu rīku un valkājamu produktu izstrādes attīstītu [1].

Darba autores ziņojumi zinātniskās konferencēs

1. Clothing – Body Interaction 2021, Joint International Conference, Online conference, 2.–3. jūnijs, 2021, Sesija: Scanning and product development, ar referātu “Development of an ergonomic suit for physiotherapists” (Dāboliņa, I., Lapkovska, E., Silina, L.).
2. 61st International Conference “Materials Science & Applied Chemistry” (MSAC), Latvija, Rīga, 23. oktobris, 2020, ar ziņojumu “Method for evaluation anthropometric fit and ergonomics of clothing”.
3. 7th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE 2019), Latvija, Liepāja, 15.–16. novembris, 2019, ar stenda referātu “Effect of Active Performance on Skin – Sportswear Interface Pressure” (Siliņa, L., Lapkovska, E., Poriņš, R., Dāboliņa, I., Apse-Apsītis, P.).
4. 60th International Conference “Materials Science & Applied Chemistry” (MSAC), Latvija, Rīga, 24. oktobris, 2019, ar ziņojumu “Garment Fit and Sizing Development at Pattern-Making Stage”.
5. 12th International Scientific and Practical Conference “Environment. Technology. Resources”, Latvija, Rēzekne, 20.–22. jūnijs, 2019, ar referātu “Sizing for a Special Group of People: Best Practice of Human Body Scanning” (Lapkovska, E., Dāboliņa, I.).
6. 59th International Conference “Materials Science & Applied Chemistry” (MSAC), Latvija, Rīga, 26. oktobris, 2018, ar stenda referātu “Method of Drape, Appearance and Comfort Measurements” (Lapkovska, E., Dāboliņa, I., Siliņa, L.).

Darba autores publikācijas par promocijas darba tēmu (22)

1. **Lapkovska, E.**, Dāboliņa, I., Siliņa, L., Viļumsone, A. Development of an ergonomic protective suit for physiotherapists during the COVID-19. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* (zinātniskais raksts – iesniegts, Scopus).
2. Dāboliņa, I., Fomina, J., **Lapkovska, E.**, Siliņa, L. Selected Dynamic Anthropometrics and Body Characteristics for Posture Corrector Fit. *Communications in Development and Assembling of Textile Products*. 2020, Vol. 1, No. 2, 96.–103. lpp. ISSN 2701-939X. Pieejams: doi.org/10.25367/cdatp.2020.1.p96-103 (zinātniskais raksts).
3. Lage, A., Ancutiene, K., Pukienė, R., **Lapkovska, E.**, Dāboliņa, I. Comparative Analysis of Real and Virtual Garments Distance Ease. *Materials Science – Medžiagotyra*. 2020,

- Vol. 26, No. 2, 233.–239. lpp. ISSN 1392-1320. e-ISSN 2029-7289. Pieejams: doi:10.5755/j01.ms.26.2.22162 (zinātniskais raksts, Scopus).
4. Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.** Sizing and Fit for Protective Clothing. Red. Zakaria, N., Gupta, D. *Anthropometry, Apparel Sizing and Design*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2020, 289.–316. lpp. ISBN 978-0-08-102604-5. e-ISBN 9780081026052. Pieejams: doi:10.1016/B978-0-08-102604-5.00011-1 (grāmatas nodaļa, Scopus).
 5. Traumann, A., Peets, T., Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.** Analysis of 3-D Body Measurements to Determine Trousers Sizes of Military Combat Clothing. *Textile & Leather Review*. 2019, Vol. 2, No. 1, 6.–14. lpp. ISSN 2623-6257. e-ISSN 2623-6281. Pieejams: doi:10.31881/TLR.2019.2 (zinātniskais raksts).
 6. Siliņa, L., **Lapkovska, E.**, Poriņš, R., Dāboliņa, I., Apse-Apsītis, P. Effect of active performance on skin – sportswear interface pressure. No: *Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering, AIEEE 2019 – Proceedings of the 7th IEEE Workshop 2019-November, Latvija, Liepāja, 15.–16. novembris, 2019*. Latvija: IEEE, 2019, 1.–4. lpp. e-ISBN 978-1-7281-6730-5. Pieejams: doi:10.1109/AIEEE48629.2019.8977129 (publikācija konferenču materiālos, Scopus).
 7. Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.**, Viļumsone, A. Functional Textiles and Clothing/Dynamic Anthropometry for Investigation of Body Movement Comfort in Protective Jacket. In: Red. Mujumdar, A., Gupta, D., Gupta, S. *Functional Textiles and Clothing*. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2019, 241.–259. lpp. ISBN 978-981-13-7720-4. e-ISBN 978-981-13-7721-1. Pieejams: doi:10.1007/978-981-13-7721-1 (grāmatas nodaļa).
 8. **Lapkovska, E.**, Dāboliņa, I., Siliņa, L. Method of Drape, Appearance and Comfort Measurements. No: *Key Engineering Materials, Latvija, Rīga, 24.–24. oktobris, 2018*. Key Engineering Materials: Trans Tech Publications Ltd., 2019, 336.–340. lpp. ISSN 1013-9826. e-ISSN 1662-9795. Pieejams: doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.800.336 (publikācija konferenču materiālos, Scopus, WoS).
 9. **Lapkovska, E.**, Dāboliņa, I. Sizing for a Special Group of People: Best Practice of Human Body Scanning. No: *Environment. Technology. Resources: Proceedings of the 12th International Scientific and Practical Conference, Latvija, Rēzekne, 20.–22. jūnijs, 2019*. Vol.1. Rēzekne: Rezekne Academy of Technologies, 2019, 136.–141. lpp. ISSN 1691-5402. e-ISSN 2256-070X. Pieejams: doi:10.17770/etr2019vol1.4137 (publikācija konferenču materiālos, Scopus).
 10. Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.**, Siliņa, L. Anthropometric Sizing and Lower Limb Movement Range during Climbing Position. No: *19th World Textile Conference on Textiles at the Crossroads (AUTEX2019), Proceedings, Beļģija, Gente, 11.–15. jūnijs, 2019*. Ghent: Open Journal System (OJS) of Ghent University, 2019, 1B.–245. lpp. (publikācija konferenču tēžu krājumā, Scopus).
 11. **Lapkovska, E.**, Dāboliņa, I., Siliņa, L. Garment Fit: Where do We Stand? No: *Proceedings of 3DBODY.TECH 2019, Šveice, Lugano, 22.–23. oktobris, 2019*. Ascona: Hometrica Consulting – Dr. Nicola D’Apuzzo, 2019, 196.–203. lpp. ISBN 978-3-033-07528-3. Pieejams: doi:10.15221/19.196 (publikācija konferenču tēžu krājumā, Scopus).

12. Siliņa, L., Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.**, Dāboliņš, J., Apse-Apsītis, P., Graudone, J. Sensor Matrix for Evaluation of Clothing Fit. No: *Proceedings of 2019 IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), Latvija, Rīga, 7.–9. oktobris, 2019.* Piscataway: IEEE, 2019, 1.–6. lpp. (publikācija konferenču materiālos, Scopus).
13. Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.**, Viļumsone, A. The Influence of Human Body Posture on the Determination of Total Dimensions (Morphological Characteristics). No: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Grieķija, Lesvos, 5.–7. septembris, 2018.* Vol. 459, 1.–6. lpp. ISSN 1757-8981. e-ISSN 1757-899X. Pieejams: doi:10.1088/1757-899X/459/1/012076 (publikācija konferenču materiālos, Scopus).
14. Dāboliņa, I., Viļumsone, A., Dāboliņš, J., Strazdiene, E., **Lapkovska, E.** Usability of 3D Anthropometrical Data in CAD/CAM Patterns. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education.* 2018, Vol. 11, No. 1, 41.–52. lpp. ISSN 1754-3266. e-ISSN 1754-3274. Pieejams: doi:10.1080/17543266.2017.1298848 (zinātniskais raksts, Scopus).
15. Abu-Rous, M., Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.** Fabric Physical Properties and Clothing Comfort. No: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Grieķija, Lesvos, 5.–7. septembris, 2018.* Grieķija: IOP Publishing Ltd., 2018, 1.–6. lpp. ISSN 1757-8981. e-ISSN 1757-899X. Pieejams: doi:10.1088/1757-899X/459/1/012028 (publikācija konferenču materiālos, Scopus, WoS).
16. **Lapkovska, E.**, Dāboliņa, I. An Investigation on the Virtual Prototyping Validity - Simulation of Garment Drape. No: *Proceedings of the International Scientific Conference Society. Integration. Education, Latvija, Rēzekne, 25.–26. maijs, 2018.* Rēzekne: Rezekne Academy of Technologies, 2018, 448.–458. lpp. ISSN 1691-5887 Pieejams: doi:10.17770/sie2018vol1.3187 (publikācija konferenču materiālos, WoS).
17. Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.** 3d Digital Anthropometry in Case of Fit and Ergonomics of Army Uniform. No: *Proceedings of 3DBODY.TECH 2018, Šveice, Lugano, 16.–17. oktobris, 2018.* Šveice: 2018, 106.–112. lpp. ISBN 978-3-033-06970-1. Pieejams: doi:10.15221/18 (publikācija konferenču tēžu krājumā).
18. Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.**, Zommere, G., Viļumsone, A. End-User Satisfaction with Army Uniforms – Case Study. No: *9th International Textile, Clothing & Design Conference “Magic World of Textiles”: Book of Proceedings, Horvātija, Dubrovnik, 7.–10. oktobris, 2018.* Dubrovnik: 2018, 173.–178. lpp. ISSN 1847-7275 (publikācija konferenču tēžu krājumā).
19. Dāboliņa, I., Viļumsone, A., **Lapkovska, E.** Anthropometric Parametrization of Uniforms for Armed Forces. No: *Environment. Technology. Resources: Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference. Vol. 3, Latvija, Rēzekne, 15.–17. jūnijs, 2017.* Rezekne: Rezekne Academy of Technologies, 2017, 41.–46. lpp. ISSN 1691-5402. Pieejams: doi:10.17770/etr2017vol3.2519 (publikācija konferenču materiālos, Scopus).
20. Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.**, Viļumsone, A. Usage of Noncontact Human Body Measurements for Development of Army Work Wear Trousers. No: *17th World Textile Conference AUTEX 2017- Textiles – Shaping the Future, Grieķija, Corfu, 28.–31. maijs, 2017.* Corfu: 2017, 1.–6. lpp. (publikācija konferenču materiālos, Scopus, WoS).

21. Dāboliņa, I., Viļumsone, A., Baltiņa, I., Beļakova, D., Dāboliņš, J., Zommere, G., **Lapkovska, E.**, Siliņa, L. Concept of Smart Wearable Technologies for Individualization of Army Uniform. No: *International Conference on Intelligent Textiles and Mass Customisation (ITMC2017): Proceedings, Beļģija, Gent, 15.–17. oktobris, 2017.* Gent: 2017, 1.–2. lpp. (publikācija konferenču tēžu krājumā).
22. Vētra, A., Pavāre, Z., Dāboliņa, I., **Lapkovska, E.**, Lāriņš, V. Body Mass Composition (BMC) and Fat Quantification Methods. No: *2nd International Conference “Nutrition and Health”: Book of Abstracts, Latvija, Rīga, 5.–7. oktobris, 2016.* Rīga: University of Latvia Press, 2016, 91.–91. lpp. ISBN 978-9934-18-177-1 (publikācija konferenču tēžu krājumā).

Autores personīgais ieguldījums publikācijās

1., 8., 9., 11 un 16. publikācijā autore izvirzīja pētījuma ideju un bija atbildīga par tā vispārējo plānošanu un īstenošanu, veica un vadīja literatūras apskata daļu, plānoja un īstenoja eksperimentus, veica mērījumus, apstrādāja un analizēja datus, veica rezultātu interpretāciju un vizualizāciju. Publikācijas izstrādātas ar visu līdzautoru ieguldījumu dažādos pētījuma posmos un publikācijas sadaļās. Autore konsolidēja publikāciju manuskriptus, izstrādāja attēlus, nodrošināja noformējuma un gramatikas rediģēšanu, kā arī apstiprināja publicējamās gala versijas.

2., 4., 6., 7., 10., 12., 13., 15., 17., 18., 19. un 20 publikācijā autore palīdzēja veidot pētījuma plānu, sniedza būtisku ieguldījumu literatūras apskatā, kopā ar līdzautoriem realizēja eksperimentus un veica mērījumus, apstrādāja datus un iesaistījās rezultātu analīzē un interpretācijā. Autore izstrādāja nozīmīgu daļu no rezultātu vizualizācijām un attēliem, kā arī sniedza ieguldījumu manuskripta gala versijas tapšanā – nodrošināja noformējuma rediģēšanu un palīdzēja gramatikas labošanā.

3., 5., 14., 21. un 22. publikācijā autore iesaistījās pētījuma plāna apspriešanā, palīdzēja veikt mērījumus, datu analīzi un rezultātu interpretāciju, kā arī sniedza ieguldījumu manuskripta gala versijā, to saturiski pārskatot un izstrādājot rezultātu vizualizācijas.

1. APĢĒRBA PROJEKTĒŠANAS ASPEKTI

Promocijas darba pētījums ir vērstis uz funkcionālā jeb īpašuzdevumu apģērba specifiku, un literatūras apskatā aplūkots apģērba projektēšanas aspektu kopums, kas nozīmīgs lielumatbilstīga un ergonomiska apģērba radīšanā, tajā skaitā antropometrija apģērba jomā, izmēru sistēmu izstrādes problēmjautājumi, apģērba konstruēšanas un tekstilmateriālu atlases specifika, kā arī mūsdienu tehnoloģiju lietojums apģērba projektēšanā un pētniecībā. Īpašuzdevumu apģērba klāsts ir plašs un dažāds, lietojot to dažādās profesijās (celtniecība, mežstrādnieki, ceļu strādnieki, lauksaimniecībā strādājošie, ķīmijas nozares darbinieki, medicīnas darbinieki, dažādas iekšlietu un aizsardzības struktūras) un aktivitātēs (motobraucēji, velosipēdisti, slēpotāji, peldētāji, ūdenslīdēji, alpīnisti un citi sportisti).

Projektējot īpašuzdevumu apģērbus, tiek domāts par tā mērķi, taktisko uzdevumu un – mazākā mērā – par to, kā tas izskatīsies [2], tātad atšķirībā no modes precēm funkcionālā apģērba projektēšana balstās specifiskās patērētāja vajadzībās [3, 4], taču neizslēdzot estētisko aspektu uniformu gadījumā. Pamatprasības šādam apģērbam ir fizioloģiskās (attiecas uz fizioloģiju, anatomiju, komfortu), biomehāniskās (ķermeņa mehānika, kinemātika, dinamika), ergonomiskās (kustību brīvums), kā arī psiholoģiskie faktori (saistāmi arī ar estētiku). Kopumā secināms, ka īpašuzdevumu apģērbs ir mērķtiecīgs, funkcionāls un arī estētisks [5].

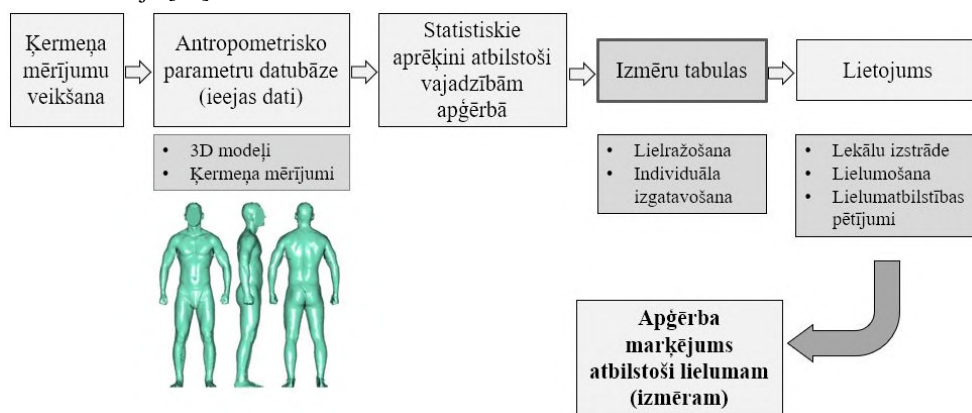
1.1. Antropometrija

Antropometrija kā viena no antropoloģisko pētījumu pamata metodikām ir saistīta ar cilvēka auguma un ķermeņa proporciju mērījumiem. Tradicionāli cilvēka ķermeņa mērījumi veicami, lai noteiktu fiziskās attīstības un augšanas tendences un definētu to standartus, pētītu izmaiņas populācijās, sekotu attīstības faktoriem noteiktā vecumā, pētītu dzimumattīstību, konstatētu ar augšanu saistītas slimības, noteiktu bioloģisko pazīmju pārmaiņas gadsimta ietvaros un arī konstitucionālo ķermeņa uzbūvi [6, 7, 8]. Drēbniecības aspektā plašāku sapratni par antropometrisko pētījumu nepieciešamību un datu sistematizāciju rosinājusi karadarbība dažādos vēstures posmos un pasaules reģionos, saskaroties ar vajadzību apgādāt lielu skaitu kareivju ar vienādām, taču katram kareivim individuāli atbilstošām uniformām (Francijas karaļa Luija XIV jeb “Saules karaļa” kari 17. gadsimtā, Napoleona kari Eiropā kopš 18. gadsimta beigām, Amerikas pilsoņu karš 19. gadsimta otrajā pusē) [9, 10].

Cilvēka ķermeņa pazīmes var noskaidrot, izmantojot tradicionālās antropometrijas metodes, kas pazīstamas kā manuālas mērīšanas metodes jeb kontaktmetodes ar tradicionālu mērīinstrumentu lietojumu – antropometrs, mērlente, cirkuļa kalipers, bīdmērs un sviri, kā arī papildrīki antropometrisko punktu un līmeņu fiksēšanai uz ķermeņa (marķieri, uzlīmes, elastīgas lentes u. c.). Taču globālas tehnoloģiju attīstības iespaidā antropometriskajā pētniecībā ieviestas un attīstījušās arī t. s. bezkontaktmetodes – gaismas projekcijas, fotogrammetrija, silueta metodes, lāzerskenēšana, elektromagnētisko viļņu un hibrīdās metodes [11]. 21. gadsimta sākumā kontaktmetodes sākusi aizstāt telpiskā (3D) skenēšana.

Par efektīvāko risinājumu labas apģērba lielumatbilstības un adekvātu izmēru sistēmu izstrādē uzskata piemērotu antropometrisko datu lietojumu, izmantojot efektīvu cilvēka

ķermeņa mērīšanu. Apģērba atbilstības veicināšanai ņem vērā arī stājas rādītājus (torsa stāja sānskatā un frontāli), ķermeņa daļu savstarpējos proporcionalitātes rādītājus un ķermeņa daļu formu veidus (kāju, krūškurvja, muguras, plecu, kakla, vēdera, sēžamvietas, cisku un roku), kā arī figūras formu veidojošo mīksto audu novietojumu. Kā mūsdienu problēmjautājumi apģērba jeb drēbniecības antropometijā iezīmējas adekvātu ķermeņa mērījumu iegūšanas iespējas, datu analīze realizēšanai efektīvas izmēru sistēmās, kā arī tālāka sistēmu izmantojamība tirgzinībās valkātāju apmierinājuma sekmēšanai [12]. Dati par dažādām populācijām pasaulē variē gan kvantitatē, gan kvalitātē, ko vienmēr ietekmējis procesa laikietaipīgums un dārdzība. Antropometrisko datu iegūšanai un datubāzu sastādīšanai kalpo dažādu nozares standartu rekomendācijas [13, 14, 15, 16, 17], kuru mērķis ir vispārēju prasību jeb vadlīniju ieviešana pētījumu un tajos iegūto datu uzticamības un lietojamības veicināšanai. Nozares standartā *ISO 8559-3:2018 “Methodology for the creation of body measurement tables and intervals”* (1.1. att.) rezumētas industrijas vajadzības attiecībā uz antropometriskajiem datiem un to sistematizāciju [18].



1.1. att. Industrijas vajadzības attiecībā uz antropometriskajiem datiem [18].

Nozares standartu [13, 19] dati par cilvēka ķermeņa izmēriem, kas tradicionāli lietojami apģērba projektēšanā, iegūti, mērot cilvēkus statiskā miera pozā. Tomēr ikdienas dzīvē cilvēka ķermenis atrodas nemītīgā kustībā, kas apģērba projektētājiem rada nepieciešamību pēc izpratnes un kvantitatīviem datiem par ķermeņa izmēru un formas izmaiņām šo kustību laikā, lai spētu “apģērbt” kustībām pakļautu ķermeni, nevis statisku manekenu. Antropometriskā dinamika ir ķermeņa izmēru un virsmas izmaiņu izpēte kustību rezultātā, lai, projektējot apģērbus, konstrukcijās ieviestu papildu virslaides vai konstruktīvus risinājumus, veicinot kustību brīvību gan ikdienas, gan darba, gan fizisko aktivitāšu laikā [2, 20, 21, 22, 23, 24]. Turklāt antropometriskās dinamikas pētījumu atziņas virslaižu, konstruktīvo risinājumu, tekstilmateriālu atlases un apģērba papildu elementu izpildījumā lietojamas, balstoties noteiktā sektora specifikā, lai specapģērba ergonomiskuma veicināšanai lietotu risinājums, kas jau ir zināmi un tradicionāli lietoti, gan secināti un pārbaudīti papildu pētījumos.

Noteiktas mērķgrupas antropometrisko profilu aktuālie dati ir priekšnosacījums lielumattilpīgai apģērba projektēšanai un izmēru sistematizācijai, taču problēmas ar dažādu

dienestu personālsastāva (īpašuzdevumu apgērba lietotāji) ķermeņa mēru iegūšanas uzticamību un sistemātiskumu ir ierobežojošs faktors iepirkumu sastādīšanā un apgādē. Nepieciešamas optimālākās metodes un procedūras, kā arī resursi datu iegūšanai, aktualizēšanai un mērķtiecīgam lietojumam. Nozīmīgi, ka par populācijai (ģenerālkopai) kopumā raksturīgajiem antropometriskajiem parametriem pietiekami pamatoti var spriest, novērojot arī tikai reprezentatīvu daļu no populācijas – izlasi jeb iztvērumu (tas saistīts ar to, ka empīriskā sadalījuma rindā populācijas antropometrisko datu sadalījums raksturojams ar normālsadalījuma diferenciālās funkcijas līkni³). Iztvēruma atlasē jāievēro konkrētās populācijas veids, empīriskais sadalījums un tā klasifikācija, lai atlasītu konkrētus datu klasterus un/vai slāņus. Secināms, ka speciālu uzdevumu ekipējuma un apgērba (IAL un uniformu) ražošanai un efektīvai apgādei nepieciešams skaidrs mērķauditorijas izmēru sadalījums, ko nodrošina ar antropometrisko apsekojumu, ideālā gadījumā – visas mērķgrupas antropometrisko datu iegūšana (pilna pārlase) ar ikgadējiem apsekojumiem datu aktualizēšanai. Tam seko valkātāju grupai atbilstoša augumlielumu klasifikācija un tipfigūru sadalījums, kā arī ergonomiskuma parametru apkopojums, ņemot vērā darba un specapgērba specifiku.

1.2. Izmēru sistēmas

Lai panāktu mērķauditorijai antropometriski atbilstošu apgērba apgādi, no mērķa populācijas ķermeņu dažādības jāizdala pārskatāmi augumlielumu (izmēru) varianti, kas balstāmi antropometriskos pētījumos ar statistiskiem apkopojumiem. Izmēru sistēma principā ir skaitļu tabula, kurā apkopotas un atainotas ķermeņa izmēru vērtības katrai sistēmā iedibinātajai lieluma grupai, kas kalpo par ķermeņu klasificēšanu kādas populācijas ietvaros. To izstrādes uzdevums ir rast optimālu izmēru jeb lielumu skaitu, kas apraksta un ietver pēc iespējas vairāk populācijas pārstāvju ķermeņa formas un izmērus, ar mērķi nodrošināt pēc iespējas vairāk lieluma grupā ietilpstošo individu ar atbilstīgu apgērbi. Taču izmēru skaitam iespēju robežās ir jābūt pietiekami mazam, lai tas būtu ekonomiski efektīvi ražotājam un neradītu valkātāju apjukumu izmēra izvēlē [2, 25, 26, 27, 28]. Īpaši svarīgi šādu izmēru kopu ir izveidot kvazikomerciāliem izstrādājumiem – uniformām un speciālpasūtījuma apgērbiem, kur apgērba uzdevums līdztekus līdzīga darbinieku izskata (uniformāla) nodrošināšanai ir panākt ergonomiskumu konkrētu, specifisku darbu veikšanai.

Apgērba izmēru sistēmu ieviešanas un attīstības gaitā ir iedibināti un nostabilizējušies cilvēka ķermeņa vadmēri atbilstoši ģērba veidam. Tie definē izmēru sistēmas struktūru, kā arī kalpo par mēriem, kas jāzina, izvēloties apgērbi [2]. Izmēru sistēmu izstrādē vadmēri ir tie cilvēka ķermeņa mērījumi, ar kuriem ievieš apgērba lielumu klasifikatīvās skalas, kā arī ar kuru standartizētajām vērtībām tiešā vai kodētā veidā marķē apgērba preču izmērus. Tradicionāli lietotie vadmēri plecģērbiem ir krūšu apkārtmērs un ķermeņa augstums, atsevišķos gadījumos

³ 19. gs. antropologi pamanīja, ka pētījumos, kur izlases apjoms tuvojās ļoti lielam mērījumu skaitam un mērījumu variācijas diapazona iedalījuma ekvidistānto (vienādattālināto) intervālu platums tuvojās nullei, antropometrisko pazīmju skaitlisko vērtību sastopamības biežumu var aprakstīt ar vācu matemātiķa K.Gausa 1809. gadā formulēto gadījumlīdzlielumu normālsadalījuma likumsakarību.

arī delma garums. Gurnģērbiem tradicionāli izmanto vidukļa apkārtmēru un ķermeņa augstumu, papildus var ieviest arī kājas iekšgarumu un sieviešu ģērbiem – gurnu apkārtmēru.

Tomēr viena no problēmām, kas valda apģērba pircēju vidū, ir apjukums izmēru apzīmējumos un skaidrojumu trūkums [12]. Nozares problēmas iniciē pētījumus izmēru sistēmu adaptācijai jeb pielāgošanai, tikai dažiem cenšoties identificēt tādu informāciju un datus, piemēram, virslaižu apjoms, kas ir slēpti jeb nav atklāti patērētājiem, un, visdrīzāk, līdz galam nav noskaidrojami arī ražotājiem un pētniekiem [29]. Izšķiroša izmēru sistēmas efektīvas darbības daļa ir marķējums jeb lielumu apzīmējumi, kas ir t. s. kodēšanas sistēma, kas lietotājiem ļauj identificēt tos ķermeņa izmērus, kādiem apģērbs radīts. Tomēr ne visu ražotāju vidū ir vienota pieeja, līdz ar to var rasties neskaidrība par to, vai norādītais lielums marķējumā attiecināms uz ķermeņa izmēriem vai apģērba un tā daļu izmēriem. Apģērba projektēšanas procesā ražošanas līmenī ir jābūt izpratnei, ka rezultātā tiks izgatavots viss paredzētais izmēru diapazons un apģērba piemērotības sasniegšana visa diapazona ietvaros prasīs virkni lēmumu: kā nodrošināt projektēšanu atbilstoši attiecīgajai populācijai zināmajai kodēšanas sistēmai; kādus ķermeņa mērus lietot kodēšanā; kādi ir to iegūšanas nosacījumi [12].

Izmēru sistēmu validēšanai nepieciešama to testēšana. Vienkārša pieeja ir cieši piekļāvīga apģērba izmēru sistēmas testēšana, kad uz populāciju reprezentējošas testpersonu izlases veic visas izmēru skalas apģērba lielumatbilstības pārbaudes, paredzot, ka vērtējums ļaus kopumā paredzēt piemērotību visai populācijai. Šādu testu mērķis ir lielumošanas pielāgošana apģērba lielumatbilstības veicināšanai noteiktas populācijas vidū, kad kombinācijā ar lielumatbilstības testu rezultātiem tiek veikta reālās un teorētiskās ķermeņa izmēru (*body-sizing*) sistēmas noviržu analīze [10].

1.3. Konstruēšana un tekstilmateriālu atlase

Ergonomiskās inženierijas metožu uzdevumos ir mijiedarbības risinājumi starp apģērba izmēru un dizainu un cilvēka ķermeņa formu. Konstruējot apģērbus, telpisks modelis (apģērbs) tiek atveidots plakniski (konstrukcija), un šai transformācijai ir jābūt atgriezeniskai, kad, savienojot konstrukcijas daļas, tiek iegūts apģērbs. Konstrukcijas rasējuma veidošana ir sarežģīts apģērba projektēšanas posms, jo tiek veidots (rasēts) nepastāvoša sarežģīta telpiskas formas izstrādājuma virsmas izklājums [30]. Apģērbus konstruēšanas praksē tiek izmantotas tuvinātas virsmu izklāšanas metodes, kas pazīstamas kā piegrieztnu sistēmas, kad plaknē tiek izklāts iecerētais apģērba izstrādājums. Progresīvākās no tām balstās zināšanās par cilvēka ķermeni (somatoskopiju un somatometriju) un tekstilmateriālu īpašībām [27, 31]. Apģērba lekālu lietderība tiek pierādīta pēc tā, kā uzkonstruētā forma atbilst objekta dizaina iecerei. Lekālu konstruēšanas daudzfaktoru process var tikt uzlūkots no ievades mainīgo definēšanas viedokļa, kas kopīgi visām metodēm (cilvēka ķermeņa morfoloģija un antropometriskie parametri, materiāli un dizains), un tas balstās uz vairākiem mainīgajiem [5, 32].

- Ķermeņa mērījumu dati:
 - antropometriskie dati no standartu datubāzēm vai dati speciāla antropometriskā apsekojuma rezultātā;

- izmēru sistēma, kas izstrādāta, balstoties pieredzē un mērķauditorijas pārzināšanā vai izmantojot iepriekš minētos antropometrisko datu avotus;
 - tieši ķermeņa mērījumi;
 - biomehāniskie rādītāji konstrukcijas pielāgošanai ķermeņa kustībām.
- Materiālu parametri, kas ir dažādi tekstilmateriālu raksturlielumi un īpašības (elastīgums, drapējamība, burzāmība, biežums, stingrība), kas nosakāmas ar testēšanu vai intuitīvu, pieredzē balstītu vērtējumu.
 - Konstrukcijas parametri: kopējais apjoms un virslaides; valkātāju vajadzības attiecībā uz apģērba kopīgo apjomu; ražošanas uzlaides.

Apģērba atbilstība panākama ne vien ar atbilstošas kvalitātes konstrukcijām, bet arī ar spēju tajās integrēt izvēlēta tekstilmateriāla īpašības, paredzot to dažādo raksturlielumu ietekmes gatavā izstrādājumā. Uniformu, specapģērba un IAL funkcionalitāti lielā mērā nosaka tieši tekstilmateriālu īpašības (aizsardzība, valkājamība, kopjamība, redzamība/maskēšanās u. c.), un šādu specifisku materiālu īpašības ietekmē apģērba formu un ergonomiskumu (piemēram, piekļāvīgumu, pārsliedes, pagarināšanās spējas u. tml.). Tādēļ apģērba atbilstības nodrošināšanā nepieciešamas zināšanas un praktiska izpratne par tekstilmateriālu parametriem [33] – ģeometriskie/struktūras raksturlielumi, mehāniskās un fizikālās īpašības. Zinātnisku pētījumu ietvaros ar pieeju testēšanas iekārtām un zināšanām par standartizētām testēšanas metodēm un pieņemamu rādītāju robežvērtībām ir gūstams šāds plašs informācijas apjoms par drānu raksturlielumiem. Taču ražošanā un apgādē dati par drānu raksturlielumiem, kas ietverti tehniskajās specifikācijās, var būt ierobežoti. Līdz ar to pasūtītāju un ražotāju sadarbībā meklējams līdzsvars par pamatotu, praksē lietojamu un pārbaudāmu tekstilmateriālu īpašību iekļaušanu dokumentācijā, veicinot funkcijām atbilstoša apģērba projektēšanu, ražošanu un piegādi.

1.4. Datorprojektēšana un 3D tehnoloģijas

Šobrīd ar dažādu specializētu datortehnoloģiju palīdzību tiek veikti teju visi apģērba projektēšanas un ražošanas posmi: kolekciju radīšana (dizaina skices, tehniskie zīmējumi); apģērba datorizēta projektēšana (konstruēšana, modelēšana, lekālu izstrāde); piegriešana (lekālu izvietojumi, datorizēta piegriešana); automatizētu/pusautomatizētu šūšanas iekārtu pārvaldība; produkta dzīves cikla pārvaldība (*PML* programmatūra). *CAD/CAM* (*computer-aided design/computer-aided manufacturing*) sistēmu lietojums apģērba ražošanā pie veiksmīgas ieviešanas teorētiski paredz ražošanas laika samazināšanu, produktivitātes palielināšanu, palielinātu ražošanas elastību, paaugstinātu produktu kvalitāti, samazinātu nepieciešamību pēc cilvēkresursiem, palielinātu produkta dzīves cikla pārskatāmību, palielinātu darba humanizāciju un samazinātus pusfabrikātu un noliktavas krājumus [34]. Mūsdienās ir plašs pieejamo datorizēto apģērba projektēšanas sistēmu loks [35–43 u. c.], kuru ieviešanas atkarīga no uzņēmumu darbības mēroga, apģērba projektēšanā lietotajām metodēm, esošajām vai ieviešamajām ražošanas tehnoloģijām, cilvēkresursu plānošanas, kā arī tehniskajām un finansiālajām iespējām.

3D skenēšanas ir datu optiskā (bezkontakta) iegūšanas metode, kas lietojama reversajā inženierijā, medicīnā, ergonomikas pētījumos un arī apģērba projektēšanā [31]. Kā 3D skenēšanas tehnoloģiju priekšrocība apģērba nozarē, pirmkārt, ir iespēja ātri iegūt uzticamus antropometriskos datus, kas izmantojami cilvēka ķermeņa uzbūves analīzē, izmēru sistēmu izstrādē un pārskatīšanā, kā arī individualizācijas risinājumu ieviešanā ražošanā. Otrkārt, skenēšanas rezultātā tiek iegūts un uzglabāts cilvēka ķermeņa 3D modelis, kas nepieciešamības gadījumā izmantojams papildu pētījumu veikšanai, kā arī lietojams skanatāru un avatāru izstrādei virtuālās prototipēšanas realizēšanai vai antropometrisko manekenu izgatavošanai. Pie būtiskām priekšrocībām pieskaita arī apstākļus, ka nenotiek mērāmās personas un mērītāja fizisks kontakts pieskārienu rezultātā, piemēram, atvieglojot tādu potenciāli mulsināšu mēru iegūšanu, kā stakles augstums (kājas iekšgarums), caurstakles loki u. tml. mērījumi. Apģērba nozarē 3D skenēšanas rezultāti lietojami [10, 32, 44] izmēru standartizācijai, iepirkumiem internetā, virtuālās uzlaikošanas sistēmās, antropometrisko manekenu izgatavošanai un personalizētu manekenu izgatavošanai (3D drukāšana, frēzēšana). 3D skenēšanu izmanto arī apģērba atbilstības novērtēšanai ar dažādām pieejām, piemēram, vizuālam novērtējumam pēc skenēšanas attēliem, kā arī tilpuma, virsmas laukuma un šķērsriezumu mērījumiem.

1.5. Pirmās nodaļas secinājumi

Ņemot vērā to, ka apģērba projektēšanas process ietver lielu skaitu dažādu faktoru, turklāt ar katram raksturīgiem trūkumiem un priekšrocībām, visa kopuma efektivitātes pārbaudei ir nepieciešamas vispusīgas apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metodes, kas sistematizēs esošo pieeju gan datu ieguvē, gan izmantošanā, dodot iespēju gan lietotājiem gan produktu radītājiem apzināt visus procesa posmus un izprast tos, kuru īstenošanā nepieciešama viņu iesaiste, piemēram, uniformu valkātāju iesaiste visa dienesta antropometriskai apsekošanai, izpratne par apģādes sistematizāciju un citi aspekti.

Pirmās nodaļas galvenie **secinājumi**

- Apģērba nozarē novērojams antropometrisko pētījumu un to datu trūkums – lietojumā esošie dati lielākoties ir novecojuši, taču pieeja jaunām antropometrisko datu kopām ir dārga⁴ vai pat slēgta. Noteiktu apģērba valkātāju iztvērumkopu antropometriskie pētījumi ir dārgs un laikietilpīgs process, turklāt ne vienmēr ir iespējama pietiekama skaita testpersonu piesaistīšana, ņemot vērā cilvēku ikdienas aizņemtību, neizpratni par pētījumu nepieciešamību, kā arī individuālu psiholoģisku nepatiku pret pētījuma procesu (ķermeņa mērījumiem).

- Nozarē identificējams ne vien antropometrisko datu trūkums, bet arī to izmantošanas nespēja un/vai neizpratne ražošanā, piemēram, projektēšanā lietojot sen izstrādātus, pārmantotus lekālus bez izpratnes par antropometrisko parametru lietojumu. Atvasinātie lekāli manto iepriekšējās problēmas, un bez skaidrības par virslaižu sistēmas principiem nav iespējama apģērba konstrukciju analīze attiecībā uz to ietekmi uz lielumatbilstību.

- Mūsdienās apģērba valkātāju vidū pastāv apjukums apģērba marķējumos, ņemot vērā to daudzveidību un trūkstošos skaidrojumus par apzīmējumu saturu.

⁴ Autore piebilde: piemēram, SizeGermany (mērījumi Vācijā) mēru tabulas maksā ap 15 000 €.

- Bez zināšanām par tekstilmateriālu sastāvu, struktūras raksturlielumiem, mehāniskajām un fizikālajām īpašībām un to ietekmēm gatavos apģērba izstrādājumos projektētājiem var trūkt spēju pamatoti izvēlēties materiālu noteiktas funkcijas apģērbam un integrēt šīs īpašības konstrukcijās. Rezultātā tiek radīts valkāšanas apstākļiem un darba pienākumiem nepiemērots, funkcionāli, lielumatbilstīgi un ergonomiski neatbilstošs apģērbs.

2. APĢĒRBA ATBILSTĪBAS ASPEKTI

Terminoloģiski “atbilstība” (*fit*) ir skaidrota kā parādība jeb stāvoklis, kad kāda parādība atbilst citai parādībai [45], ietverot tādas sinonīmus kā “piemērots”, “derīgs”, “pienācīgs”, apģērba aspektā ikdienā sastopamos “derēt” un “sēdēt” [46]. Centieni definēt apģērba atbilstības jēdzienu un tā komponentes izrādījies komplekss uzdevums, ņemot vērā atšķirīgus redzējumus, kā arī to, kādi un cik no daudzšķautņainajiem apģērba raksturlielumiem gala rezultātā tajā tiek ietverti. Apģērba atbilstības jēdziens lietots, piemēram, ietverot fiziskā komforta, psiholoģiskā komforta un izskata komponentes, kas iekļauj to, kā patērētājs uztver un vērtē apģērba atbilstību [27, 47]. Vispārinot šo jēdzienu – tā ir apģērba attiecība pret ķermeni, apvienojot estētisku/vizuālu atbilstību, fizisku komfortu un apģērba atbilstošu funkcionēšanu uz ķermeņa [48–51]. Apģērba atbilstība ir kritisks produkta kvalitātes un gala patērētāju apmierinātības faktors [52], turklāt gala lēmumu par apģērba atbilstību pieņem tieši lietotājs, tādēļ dažādās savstarpējās attiecībās nozīmīgi būs visi jēdzienā ietvertie faktori [53]. Skatoties no valkātāju viedokļa, tiek atzīts, ka pienācīgi atbilstošs (*well-fitting*) apģērbs veicina valkātāja pārliecību, komfortu, veiktspēju un arī drošību [33]. Turklāt, ja ikdienas apģērba izvēlē valkātājs var pieņemt lēmumu atteikties no kāda produkta valkāšanas, tad īpašuzdevumu un īpaši aizsargapģērba valkātājiem atteikšanās no tā (neatbilstības dēļ) var apdraudēt veselību un dzīvību.

2.1. Atbilstības jēdziena komponentes

Atbilstības komponentu apkopojums veicams hierarhiskā struktūrshēmā apģērba kvalitātes noteikšanai, šāds princips lietots arī pētījumos un mācību grāmatās [25, 54, 55, 56]. Ir nepieciešams uz kvalitātes vērtēšanu vērsts daudzlīmeņu skatījums, ņemot vērā specifiskas apģērba īpašības, turklāt apģērbs vienlaikus ir patēriņa produkts un ražošanas objekts. Promocijas darbā apģērba atbilstības komponentes iedalītas četrās grupās: funkcionālā atbilstība; antropometriskā lielumatbilstība; ergonomiskums; estētiskā atbilstība.

2.1.1. Funkcionālā atbilstība

Pie pirmās grupas – funkcionālās atbilstības – pieskaitāms:

- drošums, piemēram, paredzot ievainojumu novēršanu, aizsardzību pret dažādām vidēm un vielām, kā arī redzamību (paaugstināta redzamība/maskēšanās);
- ekspluatācijas rādītāji – valkmūžs un kopjamība;
- izstrādājuma tehnoloģiskums, tajā skaitā konstrukciju un šūšanas tehnoloģiju atbilstība.

Latvijas Republikas tiesību aktu [57, 58] noteikumi nosaka darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus – ierīces, iekārtas, sistēmas un izstrādājumus, tai skaitā darba apģērbus un apavus, ko nodarbinātais valkā vai citādi lieto darbā, lai aizsargātu savu drošību un veselību no viena vai vairāku darba vides risku faktoru iedarbības. Drošības ziņā atbilstošā apģērba u. c. līdzekļu radīšanai pirms prasību izvirzīšanas un apģērba komplektu projektēšanas ir jānoskaidro potenciālie riski un valkāšanas vides apstākļi, un, ja iespējams, drošuma pārbaudēm veicama testēšana gan tekstilmateriāliem, gan gatavam apģērbam [59].

Personālsastāvs dažādās jomās iepirkumu rezultātā tiek apgādāts ar noteiktas funkcionalitātes specapģērbi, un teorētiski ir iecerēts, ka izstrādājumi savas īpašības pienācīgā kvalitātē saglabās paredzēto ekspluatācijas laiku. Vērtējot ekspluatācijas rādītājus, ir sarežģīti izteikt viennozīmīgus secinājumus, ņemot vērā to, ka katrā valkātāju grupā var atšķirties gan apģērba valkāšanas intensitāte, gan kopšanas biežums un paņēmieni, īpaši gadījumos, kad struktūrvienībā apģērba kopšana nav organizēta centralizēti. Attiecībā uz apģērba tehnoloģiskumu vērtētājiem ir jāgūst pārlicība par konstrukciju veida atbilstību paredzamajiem mērķiem – darba apstākļi, darba funkcijas, nosedzamās ķermeņa daļas, pielāgojamības apjoms, kā arī šūšanas tehnoloģiju izvēles pamatotību un kvalitāti. Secināms, ka no vērtējuma procedūras par apģērba funkcionālo atbilstību praktiska realizācijas viedokļa pasākumu kopumam ir jāietver gan faktiski sniegtās ražotāja informācijas (specifikācijas) analīze, gan gatavu izstrādājumu izpēte un praktiskas pārbaudes, gan funkcionalitātes trūkumu apzināšana pašu valkātāju vidū (intervijas un/vai rakstiskas aptaujas)

2.1.2. Antropometriskā lielumatbilstība

Lielumatbilstību lielā mērā nosaka gaisa telpa jeb starpslānis starp ķermeni un materiāla slāni, un šo atstarpiju topoloģija atkarīga no daudziem faktoriem, piemēram, apģērba veida un dizaina (arī elementu skaita un veida) risinājumiem, tā lieluma, virslaidēm un drānu drapēšanās spējām [60]. Dažādos skaidrojumos lielumatbilstība raksturota, piemēram, šādi:

- “būt pareizajā formā un izmērā attiecībā pret kādu/kaut ko” [61];
- apģērba fizisko izmēru atbilstība ķermenim [62];
- apģērba izmēra un formas atbilstība cilvēka ķermeņa izmēriem un formai [63];
- apģērba konstruktīvā dizaina lielumu (izmēru) un formas atbilstība valkātāja ķermeņa mēriem vai cilvēka trīsdimensionālajam ķermenim [28];
- lielumatbilstība nav par mērījumiem, bet par atbilstību cilvēka ķermeņa formai [29];
- lielumatbilstīgs apģērbs šķiet kā daļa no paša valkātāja [27].

Apkopojot definējumus pausto un ņemot vērā rādītāja tiešo saistību ar cilvēka ķermeni, to var saukt par antropometrisko lielumatbilstību (lielumatbilstību cilvēka figūrai). Tāpat kā viss apģērba komforta koncepts, arī lielumatbilstība ir uzlūkojama kā komplekss process ar holistisku izpratni [64]. Noteiktu valkātāju grupu apģērba lielumatbilstības vērtēšanas process ir balstāms reālos datos un analīzē, kā pamatā ir sākotnējs uzticams antropometrisks apsekojums ar sekojošu izmēru sistēmas atbilstības analīzi mērķgrupai. Arī šo pasākumu ietvaros vajadzīgie rezultāti panākami ar savlaicīgu, regulāru un visiem saprotamu informācijas apmaiņu starp iesaistītajām pusēm (valkātājs, pasūtītājs, ražotājs).

2.1.3. Ergonomiskums

Strukturējot ergonomiskuma komponentes, darbā iedalītā apģērba atbilstības trešā komponentu grupa ietver:

- antropometriskās lielumatbilstības statikā un dinamikā;

- mobilitātes jeb kustību spējām, kas ietver arī apģērba uzvilšanas un novilkšanas ērtumu, aizdares furnitūras, savilktnu u. c. elementu lietošanas ērtumu, apģērba svara ietekmes, materiālu īpašību ietekmes, kustību brīvumu ikdienā un specifiski darbam;
- higiēniskuma, kas ietver termisko izolāciju, gaisa un ūdenstvaiku caurlaidības, kā arī ūdens absorbcijas rādītājus;
- psihofizioloģijas rādītājiem – nogurums, darbības spējas, metabolisms un maņas.

Apģērba ergonomika saistāma ar daudzām pētniecības disciplīnām (antropoloģija, anatomija, fizioloģija, biomehānika, materiālzinātne, arī dizains un psiholoģija), kuru atziņas vērsamas uz produktu un procesu uzlabošanu cilvēka lietošanas vajadzībām [65]. Apģērbs ir nemitīgā kontaktā ar cilvēka ķermeņa virsmu, radot psihofizioloģiskas sajūtas – siltums, aukstums, komforts, ērtība, spiediens, muskuļu sasprindzinājums. IAL efektus uz valkātāju veiktspēju ierasti kvantificē, mērot fizioloģisko jeb termisko ietekmi (sirdsdarbība, temperatūras, asinsspiediens, elpošana un svīšana), enerģijas patēriņu (skābekļa uzņemšana), mobilitāti (spēja veikt darba uzdevumus), uzdevumu veikšanas efektivitāti jeb darbības spējas [66], kā arī dažādas psihofiziskās reakcijas (komforts, valkājāmība, slodžu iedarbes un preferences starp analogiem) [67]. Prasības attiecībā uz apģērba ergonomiskumu attiecas arī uz kustību brīvumu, dažādu slodžu mazināšanu un novēršanu, arī ķermeņa formas atbalstīšanu. Ir jāparedz, ka apģērba mehāniskās īpašības saskan ar ķermeņa kustībām, kustību brīvības pakāpi, *ROM* (kustības amplitūda – *Range of motion*) un spēku un locītavu momentiem (*moment of human joints*).

Lielākā daļa no apģērba ergonomiskuma komponentēm praktiski nav novērtējamas bez paša valkātāja subjektīvā viedokļa, līdz ar to mērķgrupu apgādē ar apģērbu ar ergonomiskiem risinājumiem nepieciešams paredzēt procesu šo rādītāju novērtējumam. Par apgādi atbildīgās amatpersonas ne vienmēr var būt pilnībā informētas un zinošas par valkātāju reālajām vajadzībām vai, piemēram, jau lietošanā esošo apģērbu nepilnībām ergonomiskuma ziņā. Attiecīgi arī ražotājs ir tikai daļēji informēts par darba specifiku un valkāšanas paradumiem, kas ir saprotami dažādu profesiju darba specifikas atšķirību dēļ, kā arī saistīts ar informācijas trūkumu par tādām niansēm, kas zināmas un laika gaitā uzkrātas vien pašu valkātāju vidū. Lai sasniegtu labākos rezultātus mērķgrupu apgādē ar ergonomiski atbilstīgu apģērbu, racionāls pasākumu kopums ir sākotnēja informācijas iegūšana par darba specifiku (darba kustības, apstākļi, paradumi) no kompetentām dienestu kontaktpersonām, tam sekojoša trūkumu un ieteikumu apzināšana no reāliem specapģērba valkātājiem (intervijas, aptaujas), kā arī reāli ergonomiskuma testi ar pamatotiem vērtēšanas apstākļiem un kritērijiem.

2.1.4. Estētiskā atbilstība

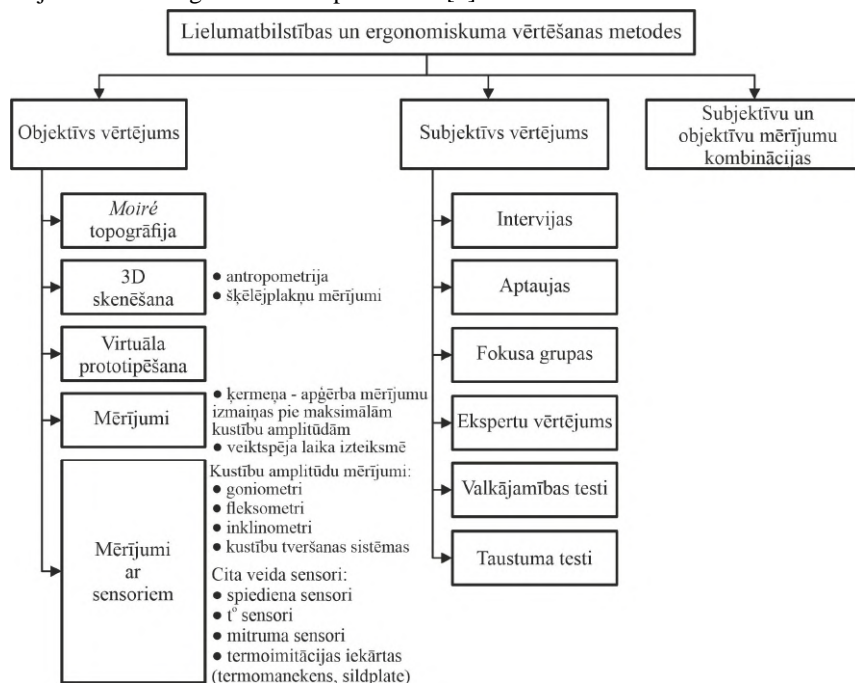
Pie ceturrtās grupas – apģērba estētiskās atbilstības komponentēm – pieskaitāms:

- labs izskats/glītums, kas iedalāmas divas grupas: personīgā – cilvēka preferences attiecībā uz savu izskatu; dienesta – uniformas izskats nav atkarīgs no indivīda vēlmēm vai gaumes (dienesta vēstījums, vēsture, tradīcijas u. c.);
- atbilstība somatoīpatnībām.

Estētiskas atbilstības rezultāts ir vizuāls apmierinājums par apģērba izskatu attiecībā pret ķermeni, tātad arī valkātāja pārliecinātību un kopumā valkātāja psiholoģiskā komforta sekmējošs faktors. Ja daļa no estētiskuma atkarīga no apģērba materiālu īpašībām (burzīgums, pilingsliecība, krāsnoturība), tad atbilstība somatoīpatnībām un izgatavošanas tehnoloģijas estētika lielā mērā balstās uz ražotāja pieredzi un labākās prakses principiem konstrukciju izstrādē un apģērba izgatavošanā. Līdz ar to arī šajā procesā optimālu rezultātu sasniegšanai visām iesaistītajām pusēm ir jānonāk pie sinerģijas, kad vērā tiek ņemti valkātāju viedokļi par specapģērba estētiskuma trūkumiem un tā pilnveidošanu (piemēram, dizaina elementi un to novietojums, siluets un proporcijas), kad apgādes dienestiem ir skaidrs redzējums par prasībām attiecībā uz personālsastāva kopteļu un izpratne par izstrādājumu kvalitāti, kad ražotāji spēj piedāvāt un nodrošināt mūsdienu zinātnes un tehnoloģiju attīstībai atbilstošus risinājumus, izpildītus pēc labākās prakses principiem.

2.2. Lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes

Apģērba vērtēšanas subjektīvu un objektīvu metožu (2.1. att.) kombinēšana ļauj noskaidrot savstarpējas attiecības starp subjektīviem atbilstības vērtējumiem un objektīviem fiziskiem rādītājiem [4]. Subjektīvā vērtējuma rezultāti nav atkārojami un nevar tikt izteikti absolūtās vērtībās, vien relatīvi – tātad salīdzinoši [68]. Apzinoties, ka atbilstības vērtēšana lielākoties saistīta ar kvalitatīvām metodēm, kam raksturīga subjektivitāte un precizitātes trūkums, un kvantitatīvu metožu lietojums ne vienmēr ir viegli sasniedzams [27], secināms, ka metožu kombinējums ir nozīmīgs vērtēšanas procesiem [4].



2.1. att. Lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas objektīvās un subjektīvas metodes.

Apģērba atbilstības vērtēšanā tiek izmantotas dažādas objektīvas metodes [4, 27, 68–71].

- **Kustību amplitūdu mērījumi (ROM).** Mērījumus izmanto apģērba un IAL ergonomisko faktoru novērtēšanai statiskā, dinamikā (kustībās), kā arī veicot darba uzdevumus. Lielākoties tas nozīmē locītavu leņķa izmaiņu reģistrēšanu vai veikspējas līmeņa novērtēšanu dažādos uzdevumos. Attiecībā uz apģērbu var tikt izvirzīti noteikti vērtējamie parametri, piemēram, salīdzinot apģērba izmēra un svara ietekmi uz ROM [67, 72]. Šādi mērījumi ir noderīgi, vērtējot analogu izstrādājumu risinājumus to salīdzināšanai attiecībā uz valkātāju mobilitāti.

- **Spiediena mērījumi.** Apģērba atbilstības problēmu risināšanai priekšrocības nākotnē tiek saskatītas spiediena un citu sensoru lietojumā [70]. Lietojot spiediena sensorus un to sistēmas [73], iespējams novērot apģērba slāņa spiedienu uz dažādām ķermeņa daļām [2], vērtējot apģērba slāņu ietekmi uz cilvēka ķermeni, tālāk rezultātus izmantojot, piemēram, dažādu izstrādājumu risinājumu salīdzināšanai un attiecīgi piemērotāko atlasei.

- **Moiré topogrāfija.** Moiré optika (topogrāfija), kas principā ir gaismēnu topogrāfija, apģērba izpētē ir efektīvi lietojama metode, kad kontaktmērījumi nav derīgi drānu mīkstās un nestabilās struktūras dēļ. Pētāma drapēšanas, krokojuma daba, burzīgums un kopējā ķermeņa un apģērba forma. Metodes lietojuma uzdevums ir noteikt apģērba slāņa tuvumu un atbilstību ķermenim [68].

- **3D skenēšana un šķēlējplaknes (waveforms, cross-sections).** Izmantojot 3D skenēšanu, tiek pētītas ķermeņa aprišu maiņas (saspiešana, audu pārvietojumi) un telpa starp ķermeni un apģērba slāņiem, atainojot un analizējot to ar lineāriem (apkārtmēri un šķēlējplakņu izmēri), laukuma un tilpuma mērījumiem [27]. Princips ietver neapģērbta (apakšveļā) un apģērbta ķermeņa skenēšanu ar sekojošu skenējumu savietošanu un šķēlējplakņu izgūšanu lielumatbilstības raksturošanai. Atziņa, ka 3D skenēšanas izmantošana kā metode apģērba analizē pierādās kā efektīva un ietver šādus nosacījumus [69]: tā nosaka, vai apģērbs ir brīvs, atbilstošs vai ciešs; tā palīdz novērtēt apģērba balansu, ņemot vērā kritumu dažādās šķēlējplaknēs; tā palīdz saprast kopējo sadalījumu un gaisa spraugas dažādās apģērba zonās.

- **Virtuāla prototipēšana.** Metode pilnīgam apģērba atbilstības vērtējumam vēl ir attīstības stadijā [2], taču jau esošie risinājumi pirms reālu prototipu izgatavošanas ļauj vērtēt atbilstību, piegulumu, spiedienu, drānas taisnvirziena novietojumu, atbilstību ķermeņa formām (šķēlējplaknes). Uz reālistiskiem virtuāliem cilvēku modeļiem veidotam dizainam ir potenciāls nodrošināt pienācīgu atbilstību, taču visas dzīva modeļa priekšrocības joprojām nav piedāvātas – gan vizuālie, gan taustes un fiziskie aspekti (mīkstie audi, kustības). Neskatoties uz to, metode var būt noderīga specifiska apģērba individualizācijā (piemēram, formveidojošs un/vai veikspēju veicinošs sporta apģērbs, specifisks cilvēka ķermeņa formas balstošs/pārveidojošs ekipējums), kad iespējama padziļināta pētniecība mazās mērķgrupās.

Subjektīvas metodes paredz lietotāju un ekspertu iesaisti apģērba atbilstības vērtēšanā, no procesā iesaistītajiem indivīdiem gūstot atsauksmes, viedokļus un vērtējumus.

- **Valkājamības testi**

Lietotāju viedoklis nepieciešams, lai spriestu par rādītājiem, ko nav iespējams novērtēt tiešā veidā, jo ar objektīvo metožu palīdzību nav iespējams iedziļināties problemātikā, nepārzinot darba specifiku, taktiku un citus aspektus. Testos dalībnieki izsakās par apģērba kopējo uztveri

jeb pieņemamību no valkātāju puses, drānu īpašībām un taktilajām sajūtām, virslaižu efektiem, ērtībām, uzvelkot un novelkot apģērbu, kā arī kustību spējām apģērbā [4]. Cilvēki tiek izmantoti kā “vērtēšanas rīki”, tādēļ šīs cilvēku variācijas ir vērā ņemamas analīzes veikšanā [59]. Specifiski aizsargapģērbam valkātāju pieņemamības testi ir nozīmīgi, lai noskaidrotu, kādas ir subjekta sajūtas aizsargapģērbā un kā tas ietekmē darba pienākumus un spējas kustēties, jo bez šī akcepta cilvēks var atteikties to vilkt, tādējādi sevi apdraudēt [60]. Valkātāju testi lielākoties izmantoti, lai noskaidrotu cilvēku fizioloģiskās reakcijas un psiholoģisko uztveri. Psiholoģiskās reakcijas parasti vērtē ar subjektīvā vērtējuma skalām, piemēram, termiskajām sajūtām, komforta uztveri un slodžu uztverēm. Maņu komforta novērtējumos vispusīgākam vērtējumam jāizmanto arī citi rādītāji, piemēram, par apģērbu piekļāvīgumu, brīvumu, smagumu, vieglumu, stīvumu, mitruma un siltuma apmaiņu, sāpēm, raupjumu, niezi u. c. [60]. Pamatā sastopamas četras pieejas, kurās iesaistīti valkātāji: vienkāršu kustību testi [74]; laika/kustību pētījumi [75]; darba/enerģijas pētījumi [2]; subjektīva vērtējuma iegūšana ar dažādām “pieņemamības” skalām (piemēram, Likerta) [62, 68, 76].

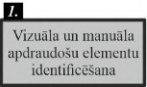




▪ **Eksperu/vērtētāju vērtējumi**

Novērtējuma dalībnieki ir gan dizaineri, gan konstruktori un tehnologi, gan ražotāju pārstāvji, izplatītāji, un – gala posmā – profesionāli pasūtītāji un valkātāji. Vērtēšanas kategorijas atkarīgas no sortimenta veida un iepriekš noteiktajām prasībām gala produktiem [4, 10, 27, 62, 69, 76]. Ergonomiskā dizainā vērtē kustību brīvumu, dizaina atbilstību (ķermeņa nose gums kustību laikā), apģērbā daļu izmēru atbilstību (piedurkņu, staru u. c.), detaļu ergonomiskumu (piekļuve kabatām, aizdarņu darbība) un saderību ar ekipējumu [51, 59]. Īpašuzdevumu apģērbā vērtēšanas procesā ir nepieciešams ieviest pamatotas un korekti veiktas subjektīvas vērtēšanas metodes, kas veicina vērtējuma pilnvērtīgumu, jo ekspertu lēmumus koriģē reālos valkājāmības apstākļos konstatētie trūkumi un lietotāju ieteikumi. Apģērbā ergonomiskuma vērtēšanai un no tā izrietošo ergonomiskuma prasību noteikšanai lietojamo valkājāmības testu saturs atkarīgs no apģērbā veida, pieejamajām vērtēšanas metodēm un spējas iesaistīt pietiekamu skaitu mērķgrupas pārstāvju uzticamu statistikas datu iegūšanai. Tieši valkājāmības testi, kā arī intervijas un lietotājam saprotamas aptaujas, ir praktiski vienkāršāk realizējamās metodes mērķauditorijas viedokļa iegūšanai un vērtējuma rezultātu izmantošanai atbilstības veicināšanā.

2.3. Lielumatbilstība un ergonomiskums nozares standartos

Promocijas darbā izstrādātās metodes uzbūves koncepta plānošanai pārskatītas vairāku nozares standartu rekomendācijas par IAL atbilstības vērtēšanu. Standartu saturu pārskatāmībai iespēju robežās veikta to shematizācija, tādējādi identificējot vērtēšanas posmus un pieejas, kā arī analizējot trūkumus. Piemēram, shematizējot standartā *ISO 13688:2013* “Aizsargapģērbs. Vispārīgās prasības” [77] aprakstīto procesu, autore tajā ietvērusi posmus/lēmumus no citiem atšķirīgā – violetā krāsā (2.2. att. ar simbolu skaidrojumu 2.1. tab.), tādējādi iekļaujot šajā procesā teorētiski iztrūkstošos posmus – situācijas, kad negatīva vērtējuma rezultātā pieņemami lēmumi par aizsargapģērbā nepieņemšanu valkāšanai (akcentējot, ka standarts nedod pilnu informāciju par veicamajām darbībām).

Shēmā lietoto simbolu skaidrojums

Nr. p. k.	Apzīmējums shēmā	Skaidrojums
1.	 Vizuala un manuāla apdraudošu elementu identificēšana	Vērtējuma procesa posmi (sastāvdaļas) – kopā 6.
2.	 Uzvilksanas un novilksanas vienkāršuma vērtēšana	Veicamie vērtējumi.
3.	 Vai izraisa sāpes	Standartā norādītās aizsargapģērbu brāķējošās vērtības, no kurām izriet lēmums par tā neatbilstību (rombi ar sarkanu kontūrlīniju).
4.	 Vai prot pareizi lietot?	Autores papildu ieviestās aizsargapģērbu brāķējošās vērtības, no kurām jāizriet lēmumam par tā neatbilstību (rombi ar violetu kontūrlīniju).
5.	 -----	Autores ieviestie lēmumu pieņemšanas ceļi (violeto svītrotas līnijas).

Minētais standarts nosaka vispārējās prasības attiecībā uz aizsargapģērba ergonomiku, nekaitīgumu, lieluma apzīmējumiem, novecošanos un savietojamību, un tā pielikums aizsargapģērba ergonomisko īpašību pārbaudei ar praktiskiem darbības testiem ietver vispārīgu un vienkāršu novērtējuma aprakstu. Jāņem gan vērā, ka lielākā daļa no autores ieviestajiem negatīvajiem lēmumiem var nebūt ekonomiski pamatojami un reālā procesā drīzāk prasīs papildu darbības, nerezultējoties izstrādājumu izmešanā vai atteikumā tos lietot. Izšķirošo faktoru kritiskās robežvērtības netiek iezīmētas, pieļaujot ekspertu interpretāciju, kā arī paļaušanos uz valkātāja reakcijām lēmuma pieņemšanai par apģērba pieņemšanu/nepieņemšanu valkāšanai. Tas skaidrojams ar standarta saturu un mērķa vispārīgumu, nepiesaistot to konkrēta veida aizsargapģērbam, taču norādot piemērotības vērtēšanas virzienus un aktualizējot vērtējuma nepieciešamību.

Arī standartā *EN 13921:2007* "Individuālie aizsarglīdzekļi. Ergonomiskie principi" [78] vispārīgi un ieteikumu formā, taču jau ar plašāku redzējumu, apkopotī vērā ņemamie faktori, piemēram, attiecībā uz antropometriskajiem raksturlielumiem, termisko mijiedarbību, kā arī mijiedarbību ar cilvēka ķermeņa biomehāniku un ietekmēm uz valkātāja maņām. Ergonomiskuma vērtēšanā nemainīga paliek pieeja, kad pietiekams skaits valkātāju uzvelk apģērbus, veic raksturīgās kustības un novelk to, paralēli iegūstot valkātāju viedokli un atsauksmes. Savukārt standarta *ASTM F1154-99a* "Standarta prakse ķīmijas aizsargtērpu komplektu komforta, piemērotības, funkcionalitātes un integritātes kvalitatīvai novērtēšanai" mērķis ir aizsargapģērba komplektu piemērotības vērtējums darba vidē, balstoties uz komforta, lielumatbilstības, funkcionalitātes un viengabalainības rādītājiem, kas ietver darba uzdevumu scenāriju cilvēka faktoru raksturlielumu noteikšanai un spēju veikt uzdevumus aizsargapģērbā vērtēšanai [27, 79, 80]. Rezultāti, kas ietver objektu (apģērba) un subjektu (cilvēku) mērījumus un testpersonu vērtējumus testu laikā (vērtējums ar Likerta skalu), tiek norādīti kā tālāk izmantojami lielumatbilstības un komforta vērtēšanas procedūrās, kā arī izmēru sistēmu

uzlabošanā [81]. Cits standarts *ASTM F3031-17* “Standarta prakse glābēju aizsargkomplektu kustību amplitūdu novērtēšanai” [82] mērķēts aizsargapģērba kustību amplitūdas (*ROM*) noteikšanā kontrolētos apstākļos, paredzot datu analīzes un interpretāciju lietojumu gan viena tipa, gan dažādu atšķirīgu aizsargapģērba klašu salīdzinājumam *ROM* aspektā.

Promocijas darba metodes izstrādē ņemti vērā dažādu standartu norādījumu kopumi, sakrītošās daļas vai to atsevišķi posmi/elementi, piemēram, ergonomiskuma testēšanā iekļaujamās kustības/pozās (stāvēšana, iešana, kāpšana, tupšanās, liekšanās, nomešanās uz ceļgaliem, roku kustības). Apģērba atbilstības vērtēšanas metožu, pieeju un lietošanas mērogu dažādība norāda uz to plašām vai, pretēji, sašaurinātām un specifiskām izmantošanas iespējām atkarībā no apģērba sortimenta veida. Standartu apskatā novērojams, ka to sastāvā ir vispārīgi ieteikumi, taču nepastāv skaidri strukturētas lēmumu pieņemšanas sistēmas, kas liecina par atrautību no reāliem apgādes un vērtēšanas (testēšanas) apstākļiem. Tas savukārt sniedz ieejas datus promocijas darbā izstrādātajai metodei ar mērķi veicināt praktisku lietderību procesos par apģērba atbilstības vērtēšanu un apgādi, izprotot nozares regulējumu.

2.4. Otrās nodaļas secinājumi

Nodaļā aprakstītās apģērba atbilstības jēdziena komponentes, to vērtēšanas pieejas un metodes ļauj definēt elementus metodei – algoritmam par apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanu. Teorētiskais apskats ļauj secināt, ka zināmās metodes un procedūru apraksti ir atrauti un savstarpēji nesadarbojas, tādēļ ir nepieciešama tāda metožu un procesu sasaiste, kas nodrošina apģērba trūkumu identificēšanu, lēmumu loģikas pamatojumu un sinerģijas veicināšanu starp iesaistītajām pusēm (valkātāji, piegādātāji, ražotāji).

Otrās nodaļas galvenie **secinājumi**

- Apģērba atbilstības jēdziens ir plašs un ietver daudzskaitlīgas komponentes, kuru savstarpējā nozīmīguma pakāpe atkarīga no vērtējamā apģērba sortimenta veida un tam izvirzītajām prasībām.
- Apģērba vērtēšanas procesos iesaistīti gan projektētāji un ražotāji, gan preču izplatītāji un patērētāji, gan jomas pētnieki. Mūsdienās ir pieņemts, ka tiek lietotas gan objektīvas metodes, balstoties uz zināšanu saturu par objektu – apģērbu neatkarīgi no subjektīvām izpratnēm, gan arī subjektīvas, kas saistītas ar apģērba valkātāja uztverēm, ņemot vērā indivīda psihi, personību, uzskatus un pasaules uztveri.
- Nozares standarti galvenokārt iekļauj vispārējus, aprakstošus norādījumus un rekomendācijas par procesiem un sadaļām, kādās veicama apģērba vērtēšana. To saturs bieži ir sašaurināts uz atsevišķu komponentu vērtējumu, radot kopsakarību un sinerģijas trūkumu, kad norādījumi gūstami par atsevišķām vērtēšanas procesa daļām, turklāt reti atklājot brāķējošās vērtības un sekojošo reakciju uz tām.
- Praktiski lietojamu apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metožu pilnveidošanai promocijas darba metodes pamata algoritmā jāiekļauj tādi darbības posmi, kā lietotāju antropometriskā profila apzināšana, apģērba lielumatbilstību un defektu novērtējums, kustību testi, kā arī lietotāju subjektīvais vērtējums, turklāt ietverot arī lēmumu loģiku procesa sistematizēšanai.

3. METODE APĢĒRBA ANTROPOMETRISKĀS LIELUMATBILSTĪBAS UN ERGONOMISKUMA NOVĒRTĒŠANAI

Pirmajās divās nodaļās veiktais pētījumu un literatūras analītiskais apskats un ar apģērba atbilstības novērtēšanu saistītu pieeju un standartu analīze, kā arī autores gūtā pieredze pētījumu realizēšanā par apģērba lielumatbilstības problēmjaudājumiem rezultējies metodes izstrādē apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanai (turpmāk tekstā – metode) ar mērķi veicināt atbilstoša apģērba izvēles procesu efektivitāti. Pētījumu motivējusi nepieciešamība pēc praktiski izmantojamu principu sistēmas atsevišķu apģērba valkātāju grupu apgādei ar īpašuzdevumu apģērbiem, kā arī no jauna ieviešamu īpašuzdevumu apģērbiem un IAL izstrādei, sekmējot iesaistīto pušu izpratni par atbilstoša apģērba parametriem, to izvērtēšanu un lēmumu pieņemšanas gaitu.

Salīdzinot ar esošajām apģērba vērtēšanas pieejām un pētījumiem, izstrādātajā metodē ietverti ne vien vispārēji ieteikumi un norādījumi par vērtēšanas procesa gaitu un tā sastāvdaļām, bet arī izstrādāta un skaidrota metodes loģiskās struktūras grafiskā forma – algoritms, kas ļauj ne tikai konstatēt trūkumus, bet norāda arī turpmākās darbības to analīzei un novēršanai. Metodes loģiskās uzbūves pamatā ir dažādās jomās izmantotās informācijas apstrādes un analīzes un zināšanu strukturēšanas pieejas – augšupējās (*bottom-up*) un lejupējās (*top-down*). Augšupējās metodes attiecas uz pieeju vai procedūru, kas koncentrējas uz atsevišķu sastāvdaļu specifiskajiem raksturlielumiem un virzās uz vispārīgāku, kritiskajā domāšanā kalpojot par strukturēšanas un kategorizēšanas sākšanas formu. Tātad pirms augstākā līmeņa sasniegšanas lēmumu pieņemšanai notiek pievēršanās problēmas specifikai, kas izstrādātās metodes izteiksmē ir problēmu/trūkumu apzināšana apgādes procesos (vērtējuma izziņošana par piemērotību) to sistemātiskai analīzei un risināšanai. Savukārt lejupējās metodes attiecas uz tādu pieeju vai procedūru, kur lēmumu pamatā ir visaptverošu faktoru izmantošana ar mērķi sākotnēji noteikt kopainu un visas tās sastāvdaļas, lai virzītos uz problēmas specifiku, kritiskajā domāšanā kalpojot par hipotēžu pārbaudes sākšanas formu. Lai izveidotu tādu metodi, kas ļauj pilnveidot un/vai izstrādāt jaunu sortimentu atbilstoši vajadzībām – tā saucamo lejupējo pieeju, sākotnējais algoritms⁵ papildināts ar paņēmienu sistēmu, kas nepieciešama metodes vispārīgāšanai visiem gadījumiem, kā arī principu kopu, kas analizē jaunu problemātiku.

3.1. Metodes koncepcija

3.1.1. Metodes iniciācija

Par vienu no izstrādātās metodes konceptu iniciējošiem piemēriem kalpojis uniformu/darba apģērba (konkrēti Latvijas Nacionālo bruņoto spēku kaujas formastērps) lielumatbilstības

⁵ Turpmāk izklāstīts plašāk, ka par metodes izstrādes sākumdatiem kalpo Eiropas Reģionālās attīstības fonda *Interreg* Baltijas jūras reģiona programmas projektā “Vieds un drošs darba apģērbs” (“*Smart and Safe Work Wear*” (SWW) R#006) konkrētas, norobežotas problēmas risināšanai izveidotais algoritms.

Informatīvais plakāts uzskatāms par daļu no metodes noslēguma posma, kad lietotājs pamatoti izvēlas jau gatavu un konkrētai iztvērumkopai piemērotu īpašuzdevumu apģērbu. Pieeja (metodes posms) ir pielāgojama ikvienas uniformas vai specializēta IAL lielumatbilstības pārbaudei. Specifisku izstrādājumu gadījumā veicama analīze katram vērtēšanas posmam, lai piedāvātu lietotājam saprotamu un jomai atbilstošu pārbaudes procedūru.

3.1.2. Metodes – algoritma elementi

Piedāvātās metodes vērtēšanas procesa realizēšanā noteiktos tā posmos iesaistīti dažādi elementi un sastāvdaļas ar zināmām prasībām un nosacījumiem.

1. **Īpašuzdevumu apģērbs (pētījuma objekti).** Īpaša nolūka apģērbs, piemēram, darba apģērbs, aizsargapģērbs, sporta un cita veida t. s. funkcionālais apģērbs, kura atbilstībai valkātājam kritiski ir lielumatbilstības un ergonomiskuma rādītāji. Speciālistu spējai pilnvērtīgi novērtēt apģērbu nepieciešama pieeja tā paraugiem un/vai prototipiem, un atkarībā no pētījuma mērķa lietojams valkāšanā esošs apģērbs vai pārbaudāms jaunu prototipu izmēru komplekts.

2. **Lietotāji/patērētāji (subjekti).** Īpašuzdevumu apģērba valkātāji – mērķgrupas iztvērumkopa pētījuma realizēšanai. Piesaistot apģērba valkātājus reālu testu veikšanai un/vai mērījumu iegūšanai, šie procesi nedrīkst būt ilgstoši un testpersonas nogurdinoši. Turklāt testpersonu piesaistei ir jābalstās uz brīvprātīguma principa, un pirms procedūrām viņi ir jāinformē par izpētes mērķiem un ieguvumiem, to norises gaitu, jāskaidro veicamie uzdevumi. Šādas pieejas var uzskatīt par veicinošiem faktoriem pētījumu uzticamības nodrošināšanā – testpersonas piedalās bez pavēles/rīkojuma/piespiešanas, ir informētas un netiek nogurdinātas. Informācija un dati par subjektiem iegūstami, uzglabājami, apstrādājami, analizējami, un rezultātu aprobācija veicama atbilstoši *GDPR* (Vispārīgā datu aizsardzības regula [85]).

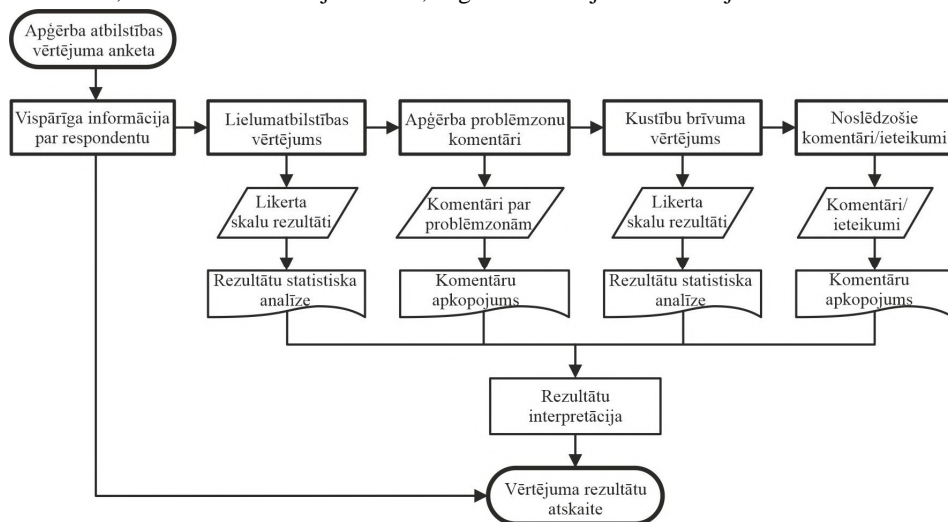
3. **Kompetentas kontaktpersonas.** Personas, kurām ir informācija par reālo situāciju, specifiku un vajadzībām konkrētā sektorā. Tās var būt personas, kas ikdienā valkā īpašuzdevumu apģērbu, vai personas, kas pārstāv noteiktu mērķgrupu, arī apgādes dienesta atbildīgās amatpersonas. Metode paredz, ka šīs personas priekšizpētes ietvaros norāda par esošajiem apģērba trūkumiem un, ņemot vērā zināšanas par valkātāju ikdienas paradumiem un raksturīgajām kustībām, palīdz definēt vērtējumā ietveramos parametrus (arī rakstisku aptauju sagatavošanā).

4. **Eksperti/speciālisti.** Nozares speciālisti ar zināšanām un pieredzi īpašuzdevumu apģērba specifiskā, antropometrijā, precīzinībās, apģērba konstruēšanā un materiālu atlasē, ar iemaņām vizuāli vērtēt apģērba lielumatbilstību un ergonomiskumu, un vērtēšanas ietvaros informēti/apmācīti par pētāmā apģērba veida specifiku un tam noteiktajām prasībām. Apgādē iesaistīto struktūrvienību pārstāvju un ekspertu uzdevums ir vērtējuma ieejas datu identificēšana un piemērotāko procedūru atlase vērtējuma veikšanai atbilstoši specapģērba specifikai, esošajiem problēmjaudājumiem un pieejamajiem resursiem.

5. **Antropometriskā izpēte.** Informācijas gūšanai par valkātāju antropometriskajiem profiliem un apģērba izmēru sistēmas atbilstības analīzei veicami mērķauditorijas antropometriskie pētījumi. Izpētes nolūkos papildus iegūstami un apkopojami arī valkātāju demogrāfiskie dati (dzimums, vecums, uniformu izpētes gadījumos arī amats un darba stāžs).

6. **Intervijas.** Interviju formā no kontaktpersonām un valkātājiem gūstams apģērba novērtējums par tā trūkumiem, problēmjautājumiem, lielumatbilstību un kustību veikšanas iespējām darba vai citu aktivitāšu laikā, kā arī saredzamajiem uzlabojumiem. Gūtā informācija var koriģēt vai papildināt priekšizpētes atziņas, izmantojamas vērtējuma anketu sastādīšanā.

7. **Aptaujas anketas.** Rakstiskas (iespējamas arī tiešsaistes) aptaujas ar iepriekš noskaidrotiem vērtējamajiem apģērba rādītājiem valkātāju subjektīvā viedokļa iegūšanai (darbā piedāvātā anketas shēma redzama 3.2. attēlā). Subjektīvo vērtējumu iegūšanai tiek piedāvāta aptaujās un testos bieži lietotā Likerta ballu skala [86], konkrētajā gadījumā piecu ballu skala, kas aptaujas veicējam tiek piedāvāta bez statistiski svarīgajiem vērtējumu indeksiem robežās no -2 līdz 2, lai neveicinātu subjektivitāti, negatīvos vērtējumus asociējot ar sliktāku rezultātu.



3.2. att. Subjektīvā vērtējuma aptaujas anketas darbības shēmas piemērs.

8. **Ergonomiskuma testi.** Kustību sēriju veikšana apģērbā ar izrietošu valkātāju novērtējumu par spējām tās veikt (Likerta skalas formā). Ietvertais kustību veids un skaits ir atbilstošs apģērba valkātāju ikdienā/darbā/uzdevumos veicamajām aktivitātēm. Novērtējuma metodes darbības efektivitātes apstiprinājuma gadījumā ergonomiskuma testus (kustību attēli un skaidrojumi) var ietvert vizuālos informatīvos plakātos (3.1. att.).

3.2. Metodes darbība un realizācija

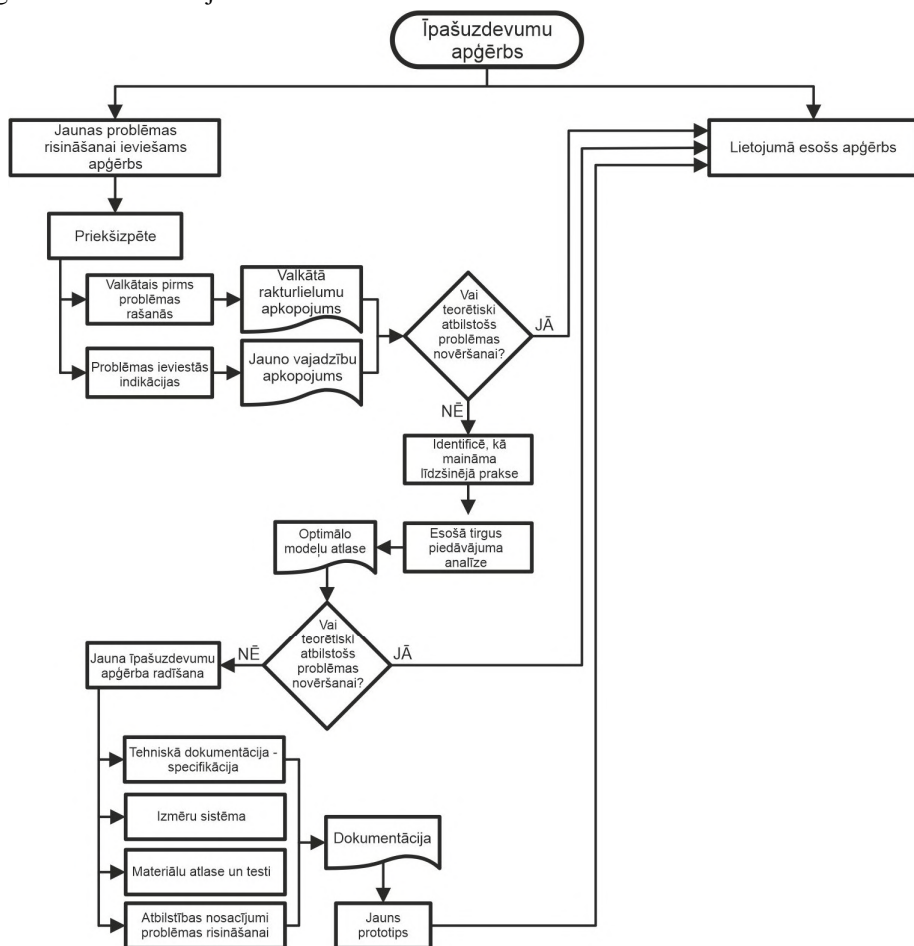
Piedāvātais koncepts paredz tādas metodes – algoritma radīšanu, kas ir vienojoša, savstarpēji atkarīgu elementu sistēma, kurā objektīvu un subjektīvu apģērba novērtēšanas metožu kombinācijas, iegūto rezultātu konverģējošās īpašības un lēmumu pieņemšanas principi par brāķējošām vērtībām tiek vērsti praktiskos principos apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma noteikšanai. Metode balstās lejpējā analizē, kad ir zināmi un apkopotī visaptveroši faktori lēmumu pieņemšanai. Kopējā algoritma struktūra redzama 3.3. attēlā (pilna oriģinālā izmēra attēls saitē <https://failiem.lv/f/v5e398p92> vai sazinoties ar autoru: eva.lapkovska@rtu.lv).

Izstrādātajā metodē īstenojama īpašuzdevumu apģērba sektoru un tā lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšana, ietverot šī procesa lietojumu divos gadījumos (valkāšanā esoša un jaunieviešama apģērba gadījumi), kad abos kā gala lēmumu par piemērotību nosaka apstiprinājums par lielumatbilstību un ergonomiskumu. Tomēr algoritma struktūra pieļauj piedāvātā vērtējuma sašaurināšanu vai paplašināšanu atkarībā no vērtējamā apģērba specifikas, identificētajām citu atbilstības rādītāju problēmām un valkātāju prasībām.

Kā iepriekš minēts, algoritmā ietverti divi atzari (3.3. att.).

1. Lietojumā/valkāšanā esoša apģērba uzlabošanai, konstatējot nepilnības attiecībā uz lielumatbilstību un ergonomiskumu.

2. Īpašuzdevumu apģērba ieviešana jaunas problēmas risināšanai, kad jaunu apdraudējumu, vides/darba apstākļu rezultātā ir jāpārskata esošā prakse un jāmeklē risinājumi esošajā piedāvājumā vai jārada jauns apģērbs, kam turklāt ir nozīmīgi lielumatbilstības un ergonomiskuma rādītāji.



3.4. att. Algoritma daļa – jaunas problēmas risināšanai ieviešama apģērba novērtēšanas process.

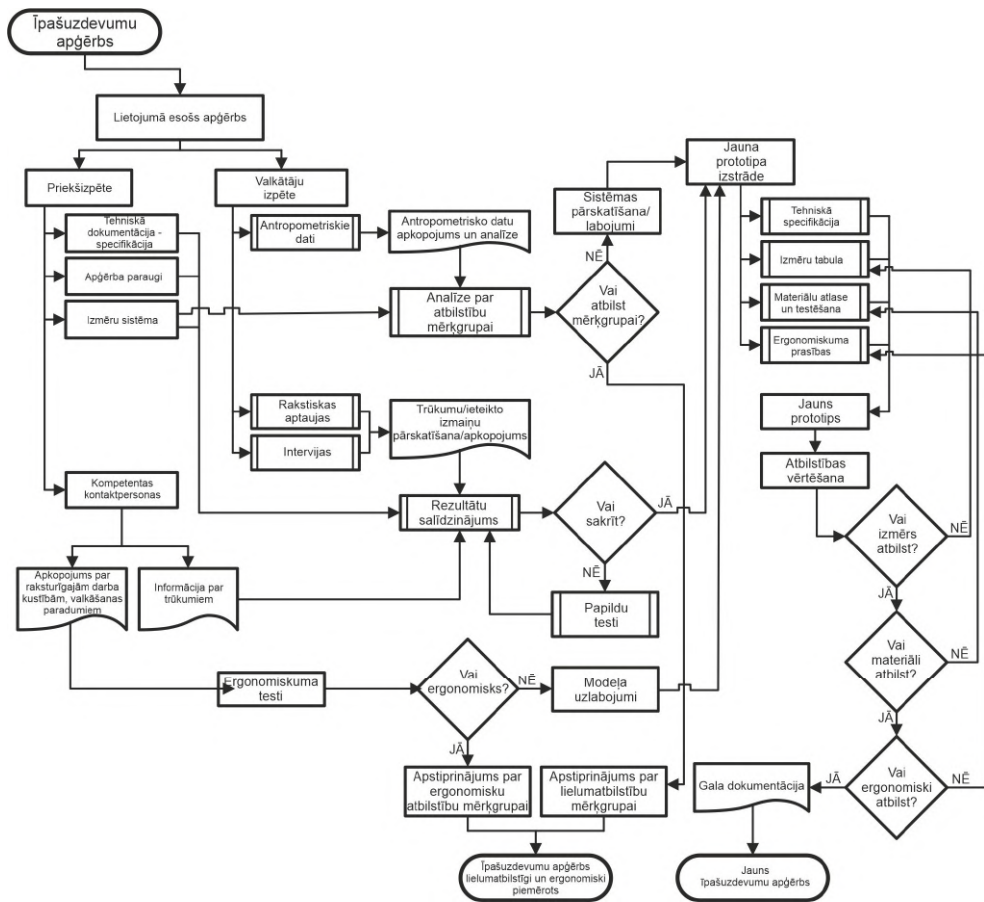
Algoritma atzars (3.4. att.) ar jaunieviešama apģērba vērtēšanas procesa posmiem apkopots 3.1. tabulā. Tas ietver darbības jauna prototipa izveidei, kas secīgi pārbaudāms, un tad par esoša prototipa prečziniskā vērtējuma nodrošinājumu kalpo jaunā prototipa eksperimentāla lietošana un aprobācija.

3.1. tabula

Jaunas problēmas risināšanai ieviešama apģērba novērtēšanas process

Nr. p. k.	Procesa daļu apraksts
1.	<p>Priekšizpēte ietver:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ izpēti un raksturlielumu apkopojumu par valkāto pirms problēmas rašanās; ▪ problēmas ieviesto indikāciju skaidrojumu un jauno vajadzību apkopojumu.
2.	<p>Lēmumi priekšizpētes rezultātā par apģērba teorētisku atbilstību problēmas novēršanai.</p> <p>Pēc informācijas apkopojuma par valkāto apģērbu pirms jaunas problēmas rašanās un jaunajām vajadzībām tiek pieņemts lēmums par to, vai teorētiski tas ir atbilstošs problēmas risināšanai.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Noliecdošas atbildes gadījumā (NĒ) jāidentificē, kas maināms praksē, lai tiktu risināta problēma, kam seko tradicionāla pieeja – esošā tirgus piedāvājuma analīze (pastāvošo risinājumu izpēte), rezultējoties teorētiski optimālu modeļu atlasē. ▪ Apstiprinošas atbildes gadījumā (JĀ) tālāku apģērba vērtējumu veic ar algoritma daļu valkāšanā/lietošanā esoša apģērba novērtēšanai.
3.	<p>Pēc optimālu modeļu atlasē no esošā tirgus piedāvājuma seko lēmums par rīcībām to teorētiskas piemērotības vai nepiemērotības gadījumos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Noliecdošas atbildes gadījumā (NĒ), kad esošais piedāvājums nav piemērots problēmas risināšanai, seko lēmums par jauna īpašuzdevuma apģērba radīšanu. Process, kas rezultējas dokumentācijā, ietver tehniskās dokumentācijas – specifikāciju izstrādi, izmēru sistēmas izstrādi vai piemeklēšanu, materiālu atlasi un testēšanu (ja nepieciešams), kā arī atbilstības nosacījumu definēšanu problēmas risināšanas nodrošināšanai. Rezultātā var tikt izgatavoti jauni prototipi, kuru tālāku vērtējumu veic ar algoritma daļu valkāšanā/lietošanā esoša apģērba novērtēšanai, lai konstatētu lielumatbilstības un ergonomiskuma prasību izpildi. ▪ Apstiprinošas atbildes gadījumā (JĀ) tālāku atlasīto modeļu vērtējumu veic ar algoritma daļu valkāšanā/lietošanā esoša apģērba novērtēšanai.

Algoritma atzars (3.5. att.) ar valkāšanā/lietošanā esoša apģērba vērtēšanas procesa posmiem apkopots 3.2. tabulā. Šis algoritma atzars apraksta esoša apģērba analīzi un antropometriskās lielumatbilstības novērtēšanas metodi arī jaunas problēmas risināšanai ieviešama īpašuzdevumu apģērba gadījumā – secīgi pēc prototipa aprobācijas. Esoša īpašuzdevumu apģērba pilnveidošanas procesa priekšrocība ir prečziniskajā pieejā, kad vairākums trūkumu ir identificējami jau no lietojumā esošiem priekšmetiem.



3.5. att. Algoritma daļa – valkāšanā/lietošanā esoša apģērba novērtēšanas process.

3.2. tabula

Valkāšanā/lietošanā esoša apģērba novērtēšanas process

Nr. p. k.	Procesa daļu apraksts
1.	Priekšizpēte ietver: <ul style="list-style-type: none"> tehniskās dokumentācijas (specifikāciju) izpēti; apģērba paraugu izpēti; izmēru sistēmas analīzi; pārrunas ar kompetentām kontaktpersonām informācijas gūšanai par valkātā apģērba trūkumiem, valkāšanas paradumiem un valkātāju raksturīgajām ikdienas/darba uzdevumu kustībām.
2.	Lietotāju/patērētāju izpēte ietver: <ul style="list-style-type: none"> antropometriskos pētījumus ar datu apkopojumu un analīzi; rakstiskas aptaujas un intervijas apģērba trūkumu un ieteikto izmaiņu pārskatīšanai un apkopojumam.

Nr. p. k.	Procesa daļu apraksts
	Informācija un dati par subjektiem iegūstami, apstrādājami, analizējami, kā arī rezultātu aprobācija veicama atbilstoši <i>GDPR</i> [85]. Testu dalībnieki ir informēti un instruēti par pētījuma mērķiem, testu saturu un norises plānu. Pirms to sākšanas iegūta informācija par dalībnieku vecumu, valkājamo uniformu izmēriem, kā arī paraksta formā gūts apliecinājums par piekrišanu anonīmai dalībai pētījumā.
3.	<p>Analīze par atbilstību mērķgrupai</p> <p>Pēc izmēru sistēmu analīzes un antropometrisko pētījumu rezultātiem var tikt veikta analīze par apģērba atbilstību mērķgrupai un lēmumu pieņemšanu, atbildot uz jautājumu: vai apģērbs atbilst mērķgrupai.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Noliecdošas atbildes gadījumā (NĒ) veicama izmēru sistēmas pārskatīšana un labošana un līdz ar to jauna prototipa radīšana. ▪ Apstiprinošas atbildes gadījumā (JĀ) seko apstiprinājums par apģērba lielumatbilstību mērķgrupai.
4.	<p>Salīdzināmi šādi vērtēšanas posmu rezultāti:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ rakstiskajās valkātāju aptaujās un intervijās noskaidrotie trūkumi un ieteikumi; ▪ tehniskās specifikācijas, apģērba paraugu un izmēru sistēmas analīzes kopums; ▪ informācija no kompetentām kontaktpersonām par apģērba trūkumiem. <p>Lēmumu pieņemšanai par jauna prototipa izstrādes vai papildu testu nepieciešamību:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ noliedzdošas atbildes gadījumā (NĒ), kad novērotas nesakrītības vai neskaidrības rezultātu apkopojumā un analīzē, veicami papildu testi jeb izpētes; ▪ apstiprinošas atbildes gadījumā (JĀ), kad ir rastas stabilas kopsakarības un izrietošas atziņas par apģērba nepilnībām, tiek pieņemts lēmums par jauna prototipa izstrādi ar jau novērstiem iepriekš identificētajiem trūkumiem.
5.	<p>Ergonomiskuma novērtējums</p> <p>Izrietoši no kompetento kontaktpersonu informācijas priekšizpētes ietvaros par apģērba valkāšanas paradumiem un apģērbā veicamajām kustībām veicami ergonomiskuma novērtējuma testi.</p> <p>Pēc novērtējuma tiek pieņemti lēmumi, kad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ noliedzdošas atbildes gadījumā (NĒ), kad apģērbs novērtēts kā neergonomisks, veicami modeļa uzlabojumi un jauna prototipa izstrāde; ▪ apstiprinošas atbildes gadījumā (JĀ), kad apģērbs novērtēts kā ergonomisks, seko apstiprinājums par apģērba ergonomisku atbilstību mērķgrupai.
6.	Nonākot pie apstiprinājumiem par apģērba lielumatbilstību un ergonomisku atbilstību mērķgrupai, tiek pieņemts gala lēmums par to, ka īpašuzdevumu apģērbs ir lielumatbilstīgi un ergonomiski piemērots.
7.	<p>Nonākot pie lēmuma par jauna, uzlabota prototipa izstrādi, veicami šādi uzdevumi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ tehniskās specifikācijas izstrāde (vai uzlabošana/pilnveidošana); ▪ izmēru tabulas izstrāde (vai esošās pārskatīšana un labošana);

Nr. p. k.	Procesa daļu apraksts
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ materiālu atlase un testēšana; ▪ ergonomiskuma prasību definēšana. <p>Tam seko jauna prototipa izgatavošana ar tā atbilstības izvērtējumu un lēmumu pieņemšanu par šādiem rādītājiem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ jaunizstrādātā prototipa izmēra atbilstība, neatbilstības gadījumā atgriežoties pie izmēru sistēmu/tabulu pārskatīšanas; ▪ jaunizstrādātā prototipa materiālu atbilstība, neatbilstības gadījumā atgriežoties pie materiālu atlases un/vai papildu testēšanas; ▪ jaunizstrādātā prototipa ergonomiskā atbilstība, neatbilstību gadījumā atgriežoties pie prasību izvirzīšanas. <p>Atzīstot jaunizstrādātā prototipa atbilstību visiem trim augstāk minētajiem rādītājiem, tiek apstiprināta gala dokumentācija un jauna īpašuzdevumu apgērbu ražošana.</p>

Apkopojums par teorētiski sasniedzamiem praktiskiem ieguvumiem un lēmumiem metodes lietojuma rezultātā redzams 3.3. tabulā.

3.5. tabula

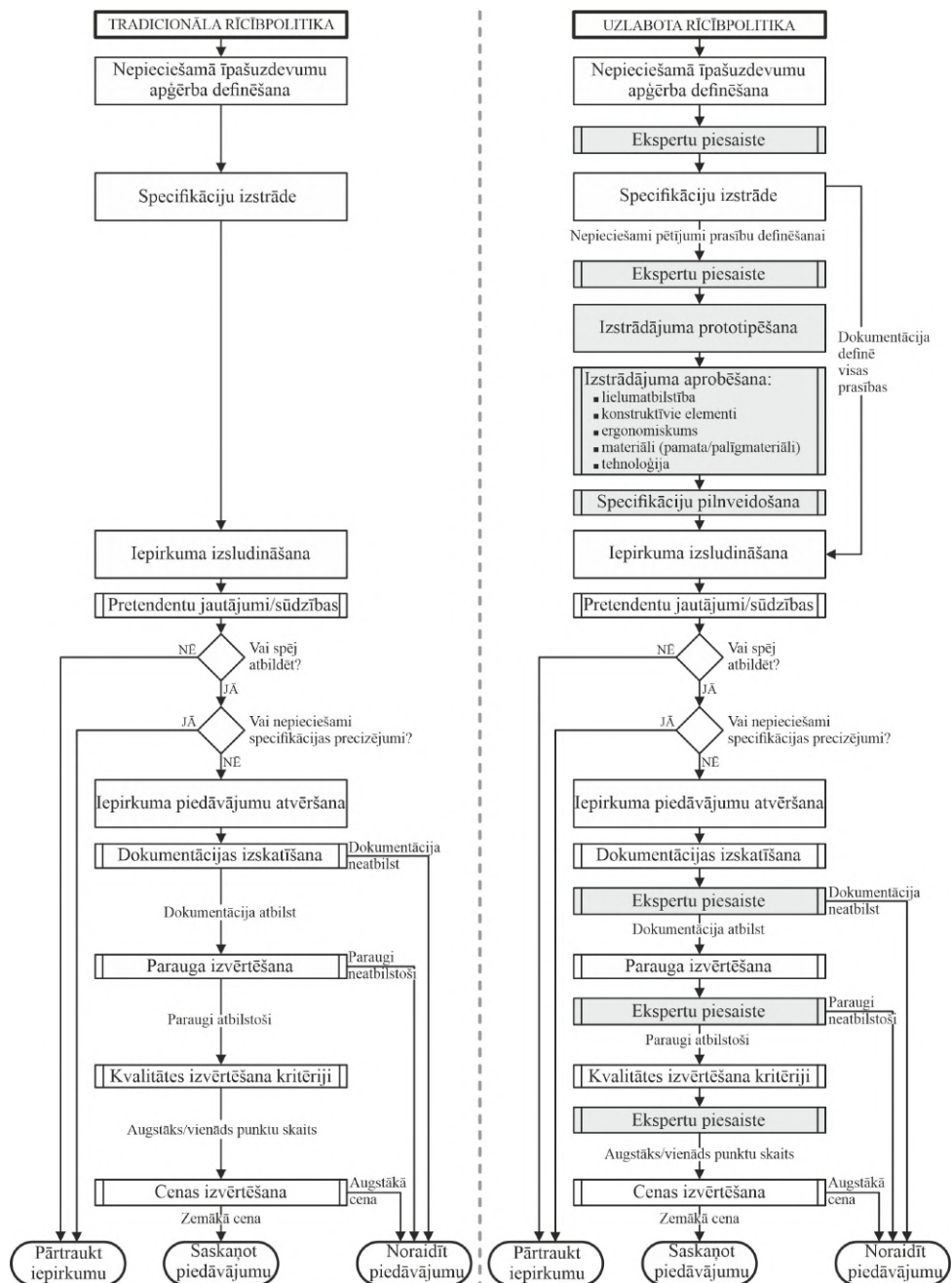
Metodes lietojuma praktisko ieguvumu apkopojums

Nr. p. k.	Process un rezultāti	Ieguvumi
1.	<p>Priekšizpēte</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tehniskā dokumentācija ▪ Izmēru sistēmas ▪ Apgērbu paraugi ▪ Kontaktpersonu intervijas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apkopota informācija par esošo situāciju un veikta problēmu identifikācija ▪ Sākotnējs ieskats par vajadzībām/specifiku sektorā
2.	<p>Lietotāju/patērētāju izpēte</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Antropometriskie dati ▪ Rakstiskas aptaujas ▪ Intervijas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Iztvērumkopas antropometrisku datu apkopojums un statistiska analīze ▪ Valkātāju viedokļu apkopojums ▪ Ideālā gadījumā – pilna populācijas pārļase medicīnisko komisiju/pārbaužu ietvaros ▪ Potenciāli mērīšanas metodoloģijas uzlabojumi (mērījumu definīcijas, rekomendācijas procedūrai)
3.	<p>Lielumatbilstības analīze</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Izmēru sistēmu pārskats ▪ Antropometrisku datu statistika 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Iztvērumkopas analīze ar secinājumiem par izmēru sistēmas un iepirkumu lielumsadalījumu adekvātumu ▪ Lēmumu pieņemšana izmēru sistēmas pārskatīšanai/labošanai
4.	<p>Trūkumu analīze</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Priekšizpētes secinājumi ▪ Trūkumi/ieteikumi no kontaktpersonām ▪ Trūkumi/ieteikumi no valkātājiem 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aptveroši secinājumi par trūkumiem un uzlabošanas ieteikumiem pēc priekšizpētes un pēc valkātāju un kompetentu kontaktpersonu viedokļu iegūšanas ▪ Lēmumu pieņemšana par papildu testēšanu vai jauna prototipa izstrādes nepieciešamību

Nr. p. k.	Process un rezultāti	Ieguvumi
5.	Ergonomiskuma vērtēšana <ul style="list-style-type: none"> ▪ Raksturīgās darba kustības, valkāšanas paradumi no kontaktpersonām ▪ Ergonomiskuma testi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Skaidri, pielāgojami un adaptējami parametri ergonomiskuma vērtēšanai ▪ Ergonomisko testu rezultāti, identificējot apģērba nepilnības ▪ Lēmumu pieņemšana modeļa uzlabojumu nepieciešamībai

Vienas institūcijas iepirkumu daļas pienākumos lielākoties ietilpst plaša klāsta priekšmetu iegāde (no iekārtām, mēbelēm un automašīnām līdz apģērbam, kancelejas u. c. precēm), un ne visās pozīcijās speciālisti var būt vienlīdz zinoši un – vēl jo vairāk – būt eksperti. Salīdzinot ar citām, cilvēkam viegli pielāgojamām precēm, apģērba daudzskaitlīgo parametru kopums (materiāli, funkcionālie risinājumi, lielumatbilstība un ergonomiskums) ir sarežģīts precīzā definējumā un novērtējumā, ņemot vērā individuālu mijiedarbību ar katru atsevišķu patērētāju, dažādās indivīdu preferences un komforta izpratni. Praksē īpašuzdevumu apģērba iepirkuma pretendentu sūdzības, norādes uz nepilnībām vai neprecizitātēm un jautājumi ar izrietošiem pieprasījumiem pēc specifikāciju precizējumiem ir galvenie iepirkumu pārtraukšanas iemesli. Problēmu cēlonis ir jau sākotnēji neatbilstošas vai nepilnīgas specifikācijas, kā arī dienestu izpratnes trūkums par atbilstoša apģērba parametriem, aktuāliem materiāliem, tehnoloģiju sasniegumiem un zinātnes līmenim atbilstošiem risinājumiem. Tam seko apgādes dienestu nespēja un/vai neizpratne atbilžu sniegšanā pretendentiem, kas rezultējas iepirkumu pārtraukšanā bez rezultāta. Riski nespēt iegādāties vēlamās kvalitātes izstrādājumus caurvijas visos iepirkuma procesa posmos, kur nepieciešamas atbilstošas zināšanas, pieredze vai atbilstoša eksperta piesaiste (materiālzinātnes speciālists, iepirkumu speciālists, jurists) izvērtējuma veikšanai un lēmumu pieņemšanai. Kritiski ir gadījumi, kad izstrādājuma atbilstība ir tikai formāla un atbildīgās amatpersonas kompetences trūkuma dēļ nav spējīgas identificēt nepilnības, tādējādi patērētāju lietošanā nododot nekvalitatīvus, neatbilstošus produktus. Racionāls lēmums šādu neefektīvu iepirkumu novēršanai ir savlaicīga ekspertu piesaiste, kas zināšanu un pieredzes rezultātā spēj pamatoti novērtēt izstrādājumu trūkumus un neatbilstības vai – tieši pretēji – saskatīt labāk realizētus risinājumus, kas atzīstami par atbilstošiem un pat ņemami vērā turpmākajā specifikāciju pilnveidošanā.

Jaunu rīcībpolitiku īpašuzdevumu apģērba apgādes procesu organizēšanā ievieš metodes principu praktisks lietojums, lēmumus balstot likumsakarībās, ka speciālu uzdevumu apģērba un IAL atbilstības vērtēšanas dažādi aspekti nevar tikt uzlūkoti atrauti un ir nepieciešama sistemātiska pieeja. Turklāt novērtēšanas metodes – algoritma komplekss (elementu, procesu un lietojamo metožu apjoms un sasaiste) apgādes dienestiem norāda par izvērtējuma nepieciešamību par spēju to izmantot ar vai bez ekspertu piesaistes, ņemot vērā pašu kompetences dažādos apgādes aspektos. Uzlabotas rīcībpolitikas (3.6. att.) struktūrā, salīdzinot ar tradicionālo, ir iekļauti apakšprocesi iepirkuma procedūras pilnveidošanai un lēmumu objektivitātes veicināšanai, kas paredz ekspertu piesaisti ar zināšanām un pieredzi metodē ietvertu novērtēšanas procesu un metožu praktiskā lietojumā.



3.6. att. Tradicionāla un uzlabota rīcībpolitika īpašuzdevuma apgārba iepirkumu organizēšanā.

Iepirkuma rezultativitāte balstās ekspertu piesaistē gan sākuma posmos – specifikāciju izstrāde, izstrādājuma prototipēšana un aprobācija (jaunievedums specifikāciju pilnveidošanai), gan arī piedāvājumu novērtēšanas laikā – dokumentācijas izskatīšana (tehniskās specifikācijas,

lielumošana, materiāli), paraugu izvērtēšana un atbilstības kvalitātes kritērijiem vērtējums (atbilstošo piedāvājumu izvērtējums). Turklāt ekspertu piesaiste var nozīmēt gan plašu pētījumus, kas ietverti promocijas darbā izstrādātajā īpašuzdevumu apgērbā novērtēšanas algoritmā, gan arī sašaurinātas tā daļas. Tas atkarīgs no iepirkuma priekšmeta specifikas un sarežģītības, esošo iestrāžu stadijas, kā arī no iepriekš konstatētajām problēmām un to apjoma konkrēto vai līdzīgo priekšmetu novērtēšanas un iepirkuma procesos. Rīcībpolitikas maiņas rezultātā, pateicoties eksperta līmeņa vērtējumiem un lēmumiem, iepirkumi tiek pārtraukti retāk, apgādes dienestu kompetences paaugstinās, tādējādi sistemātiski tiek stabilizēta sinerģija starp valkātājiem (vajadzības), apgērbā projektētāju/ražotāju/piegādātāju un apgādes dienestiem.

3.3. Trešās nodaļas secinājumi

Nodaļā aprakstītās metodes izstrāde realizēta, balstoties secinājumos par apgērbā atbilstības vērtēšanā praktiski un sistemātiski lietojamu principu kopumu trūkumu un tādu īpašuzdevumu apgērbā raksturlielumu kā lielumatbilstība un ergonomiskums, izšķirīgumu tā valkātāju vajadzību nodrošināšanā – spējā veikt ikdienas pienākumus. Sistemātiska apgērbā atbilstības trūkumu konstatēšana ar šādu metodi ļauj pieņemt pamatotus lēmumus tā pilnveidošanai. Metode jau izveides procesā ir balstīta lietišķā pētījumā konkrētas problēmas risinājumam. Teorētiskās atziņas ieviešanas papildinājumus metodes vispārinājumam.

Trešās nodaļas galvenie **secinājumi**

- Izstrādātā metode balstās praktiskus principus apkopojošā sistēmā apgērbā novērtējumam un lēmumu pieņemšanai, sekmējot valkātāju grupu apgādi ar atbilstošu īpašuzdevumu apgērbu, jo tā atšķirībā no līdzīgām metodēm nav vispārināta, bet ietver sistemātisku pieeju un algoritma elementus individuālu gadījumu pārskatīšanai pastāvošo problēmu cēloņsakarību meklējumos.
- Metodes darbības principi pilnveido esošās apgērbā antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metožu pieejas, izstrādātais algoritms ietver un sasaista gan procesus, gan metodes, gan lēmumu ontoloģiju apgērbā atbilstības vērtēšanā, lai nodrošinātu valkātāju apgādi ar apgērbu, kas atbilst noteiktajām prasībām.
- Apgērbā apgādes procesu lēmumu loģiku un izrietošo sinerģiju starp iesaistītajām pusēm (valkātāji, piegādātāji, ražotāji) sekmē novērtēšanas procesā iesaistīto elementu kopums, vērtēšana izriet ne vien no statistiskiem datiem un tehniskas informācijas, bet arī no pašu valkātāju subjektīviem vērtējumiem.
- Uzlabojumu pamats īpašuzdevuma apgērbā iepirkumu organizēšanas rīcībpolitikā, attiecīgi arī iepirkuma rezultatīvā norisē un kvalitatīvāka priekšmeta iegādē ir atbilstošu ekspertu piesaiste, nodrošinot objektīvu lēmumu pieņemšanu atbilstošu zinātnes līmenim un labākajām praksēm.
- Gan metodes – algoritma kreisā zara (jaunas problēmas risināšanai ieviešamas apgērbis), gan labā zara (lietojumā esošs apgērbis) reālu lietojumu ietekmēs iespējas gūt nepieciešamos datus un informāciju, kā arī to kvalitāte un interpretēšanas prasmes.

4. IZSRĀDĀTĀS METODES APROBĀCIJA

Metodes sākotnējais algoritms izveidots pētījumā Latvijas Nacionālo Bruņoto spēku kontingentam Eiropas Reģionālās attīstības fonda *Interreg* Baltijas jūras reģiona programmas projektā “Vieds un drošs darba apģērbs” (“*Smart and Safe Work Wear*” (SWW) R#006), un tās pilnveidojumu un vispārīgājumā nepieciešams aprobēt citai izvērumkopai.

Algoritma labās puses zara aprobācija notikusi, vērtējot Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienesta (turpmāk – VUGD) dežūruniformas. Promocijas darba eksperimentālās daļas izstrādes laikā VUGD paralēli ritējusi apģērba iepirkuma tehniskās specifikācijas pārskatīšana iepirkuma dokumentācijas sagatavošanai, un pētījuma rezultāti ļāvuši atpazīt dežūruniformu trūkumus, tādējādi atbildīgajiem dienestiem kalpojot par praktiski lietojamiem norādījumiem piegādājamā apģērba atbilstības veicināšanai (VUGD atbalsta vēstule promocijas darba 1. pielikumā).

Algoritma atzars, kad aizsargapģērbs ieviešamas jaunas problēmas rašanās rezultātā, ticis realizēts valsts pētījumu programmas “*Covid-19* seku mazināšanai” (Nr. VPP-COVID-2020/1-0004) projektā “Drošu tehnoloģiju integrācija aizsardzībai pret *Covid-19* veselības aprūpes un augsta riska zonās”. Balstoties metodē, veikta funkcionālo speciālistu aptaujāšana viedokļa noskaidrošanai par specifisku individuālo aizsargtērpu izstrādes kritērijiem.

4.1. Metodi validējošs eksperiments

Aplicinot izstrādātās koncepcijas praktisko nozīmību, aprobācija veikta ar mērķi izvērtēt apgādē ekspluatētās VUGD uniformas (krekļjaka un bikses). Pirms praktiskā metodes lietojuma veikta validējošo eksperimentu procesa plānošana – sastāvdaļu apzināšana un apkopošana (4.1. tab.).

4.1. tabula

Procesa sastāvdaļu apkopojums

Nr. p. k.	Elements	Apraksts	Kopums pētījumā
1.	Objekti	Ikdienas darba laikā valkātas uniformas, sauktas par dežūruniformām, sastāv no virsjakas un biksēm, pieļaujams arī T-krekls. Glābšanas darbu laikā tām pa virsu paredzēts vilkt ugunsdroša aizsargtērpa slāni (kaujas tērpu).	Uniformas izmēru komplekts un saraksts. Kopskaitā 84 vienības (42 jakas, 42 bikses). Saņemtie paraugi reprezentē viena apģērba iepirkuma (viens ražotājs) visu izmēru skalu ⁷ .
2.	Dokumentācija	Dežūruniformu tehniskā specifikācija.	Dežūruniformas jakas un bikšu apraksti.
3.	Subjekti	VUGD darbinieki, kas ikdienā veic aktīvu darbu.	59 cilvēki ⁸ ; deviņas sievietes; 50 vīrieši.

⁷ Metodes aprobācija veikta reālā situācijā ar konkrēto uniformu reāli pieejamo atlasī.

⁸ Brīvprātīgi dalībnieki – aktīvā dienesta personāls, dalībnieku skaits pietuvināts piegādātajam apģērba komplektu skaitam.

Nr. p. k.	Elements	Apraksts	Kopums pētījumā
4.	Kontaktpersonas	Kompetentas kontaktpersonas raksturīgo darba kustību un uniformu valkāšanas paradumu noskaidrošanai.	Divas kompetentas kontaktpersonas, kas ikdienā veic aktīvu darbu.
5.	Eksperti	Nozares speciālisti ar zināšanām un pieredzi tīpašuzdevumu apgērbu specifiskā, antropometrijā un apgērbu konstruēšanā.	Trīs speciālisti.

4.1.1. Priekšizpēte un mērķgrupas izpēte

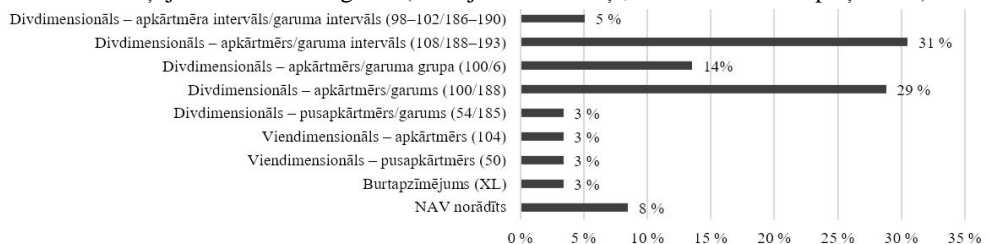
Atbilstoši metodei priekšizpētes posms, kam konkrētajā gadījumā piesaistīti nozares eksperti, ietver tehniskās dokumentācijas izskatīšanu, apgērbu paraugu novērtēšanu, izmēru sistēmas analīzi, komunikāciju ar kompetentām institūcijas kontaktpersonām. Valkātāju/lietotāju izpētes posmam piesaistīti subjekti, apzinot pieejamo izpētes kopu.

Izpētes nolūkiem tika izsniegti uniformu izmēru komplekti un saraksts. Vadoties pēc saraksta un uniformu marķējuma, analīzes nolūkiem tika apkopotas izmēru tabulas, veikti vairāki secinājumi.

- Pēc tabulu aizpildījuma secināts, ka saņemto paraugu lielumsadalījums nav vienmērīgs un neatbilst normālsadalījumam, tādēļ tas nav pamatots un liecina par ražotāja neinformētību par mērķauditorijas antropometrisko profilu.

- Secināts, ka pretēji tradicionālai praksei, par vadmēru gurngērbiem ieviešot vidukļa apkārtmēru, konkrētajā bikšu izmēru sistēmā par vadmēru kalpo krūšu apkārtmērs. Krūšu apkārtmērs neraksturo bikšu uzbūvi un balstvirsmas, veicinot grūtības izvēlēties ķermeņa pazīmēm atbilstošu apgērbu. Par konstatēto neatbilstību informētas atbildīgās amatpersonas, ieteikts turpmāk apgādē kontrolēt, lai par vadmēru tiktu lietots vidukļa apkārtmērs. Līdz ar to pirmais priekšizpētes posms ļāvis identificēt esošās izmēru sistēmas trūkumus, kā arī paaugstinājis apgādes dienesta kompetences par izmēru sistēmu uzbūves pamatprincipiem.

- Mutisku interviju laikā ar testu dalībniekiem konstatēts, ka lielākajai daļai valkātāju nav zināms un līdz ar to saprotams kodējumu – apzīmējumu saturs jeb nozīme attiecībā uz ķermeņa mērījumiem. Apkopojot reģistrācijas veidlapās testpersonu norādītos izmērus (4.1. att.), novērots marķējumu daudzveidīgums (dežūrbakām – deviņi, dežūrbiksēm – septiņi veidi).



4.1. att. Norādīto izmēru veidi dežūrbakām.

Tas liecina, ka valkāšanā ir dažādos laika periodos piegādātas uniformas bez prasībām marķējumiem un atšifrēšanas veids palicis ražotāju ziņā. Tātad priekšizpētes turpinājumā apgādes dienests gūst zināšanas par apģērba izmēru marķējuma variācijām, paredzot, ka turpmāko apgādes procesu efektivitātes paaugstināšanai no pasūtītāja puses ir definējams vēlamais marķējuma veids, savukārt no ražotāja puses sniedzams tā skaidrojums. Turklāt par ieviesto risinājumu informējams arī personālsastāvs.

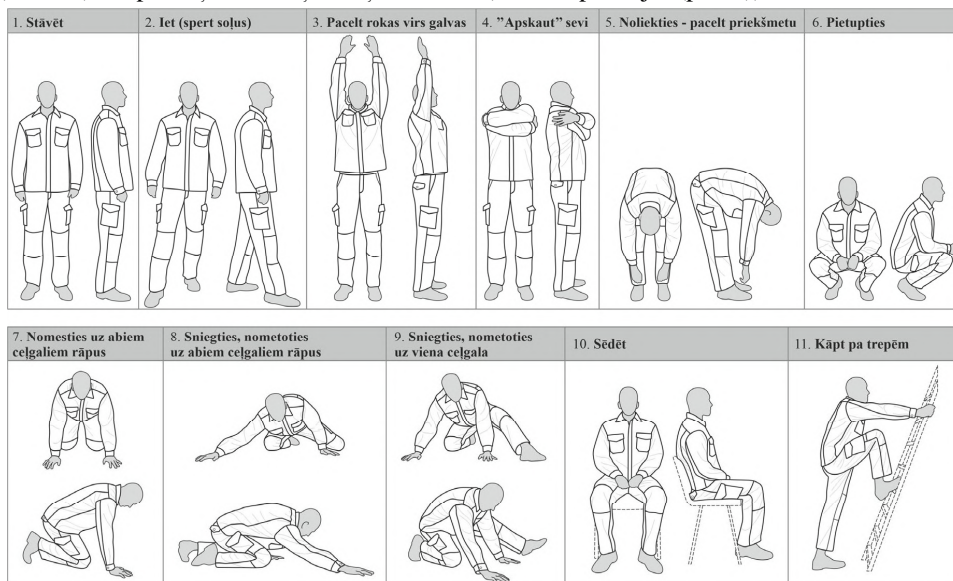
Nākamie algoritma realizēšanas posmi ietver informācijas iegūšanu par apģērba trūkumiem gan no kontaktpersonām (intervijas), gan valkātāju kopas (intervijas, rakstiskas aptaujas, reģistrēšanās protokoli), kam paralēli veikta arī antropometrisku datu iegūšana kopai, kā arī raksturīgo darba kustību raksturojuma iegūšana no kontaktpersonām.

Citas identificētās nepilnības.

- Identificētas pašu valkātāju novērotās nesakrītības, piemēram, plecgērbu (jaku, T kreklu) un bikšu kopējās un atsevišķu apģērba daļu proporcijās, arī funkcionalitātē (piejosta, kabatas), kā arī pieminēti dažādi defekti – stakles zonas plīsumi, josturu un pogu defekti. Konstatētais liecina par papildu pasākumu nepieciešamību kvalitātes kontrolē un organizatoriskos pasākumos, kas nepieļauj neatbilstoša apģērba nonākšanu lietošanā. Metode paredz lietotāju un speciālistu norādīto trūkumu/ieteikumu pārskatīšanu, kas ir sistemātisks solis turpmāko pasūtījumu specifikāciju pilnveidošanai attiecībā uz kvalitātes kritērijiem.

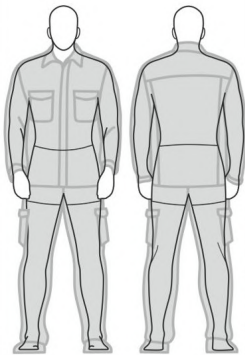
- Dažādi iebildumi attiecināti arī maņu un termiskā komforta rādītājiem, ko nelabvēlīgi ietekmē tekstilmateriālu īpašības. Metodes sistemātiskums paredz, ka, gūstot vispusīgu vērtējumu (arī attiecībā uz tekstilmateriāliem), loģiska pieeja ir trūkumu analīzes turpinājums. Tad nepieciešamības gadījumā var mainīt tekstilmateriālu veidu vai kādu parametru prasības.

Nākamā vērtēšanas procesa veikšanai (ergonomiskuma testi) noskaidrotas raksturīgās darba kustības atbilstoši valkātāju darba specifikai, lai iekļautu tās subjektīvā novērtējumā anketās (4.2. att.). Kopā iekļautas 11 ķermeņa kustības (fiksētās pozīcijas (pozas)).



4.2. att. Ķermeņa pozas/kustības dežūruniformu ergonomiskuma vērtēšanai.

Vērtējuma anketas ietver arī sadaļu par tādām vispārīgām apģērba atbilstības pazīmēm kā uzvilšanas ērtums, individuālā izjūta par lielumatbilstību, apģērba svaru, aizdarņu/regulatoru lietošanas ērtumu, tāpat viedokli par kopējo vaļīgumu un atsevišķu daļu (piedurkņu, staru) garumu, kā arī locītavu ierobežojumu (4.3. att.).

APĢĒRBA LIELUMATBILSTĪBAS UN ERGONOMISKUMA VĒRTĒJUMS						
Datums:	Dalībnieka KODS:	Apģērba KODS:				
	APĢĒRBA ATBILSTĪBA:	Loti viegli	Viegli	Neitrāli	Grūti	Loti grūti
	Uzvilšana	-2	-1	0	1	2
		Irteikti par mazu	Nedaudz par mazu	Atbilstošs	Nedaudz par lielu	Irteikti par lielu
	Izmēra atbilstība	-2	-1	0	1	2
		Loti viegls	Viegls	Neitrāls	Smaņns	Loti smaņns
	Apģērba svars	-2	-1	0	1	2
		Loti ērti	Ērti	Neitrāli	Nēērti	Loti nēērti
	Aizdares un regulatori	-2	-1	0	1	2
		Irteikti par ciešu	Par ciešu	Atbilstošs	Par vaļīgu	Irteikti par vaļīgu
	Apģērba vaļīgums	-2	-1	0	1	2
		Irteikti par īsu	Par īsu	Atbilstošs	Par garu	Irteikti par garu
	Piedurkņu garums	-2	-1	0	1	2
		Irteikti par īsu	Par īsu	Atbilstošs	Par garu	Irteikti par garu
	Staru garums	-2	-1	0	1	2
		Irteikti neierobežo	Neierobežo	Neitrāli	Ierobežo	Irteikti ierobežo
Locītavu ierobežojumi	-2	-1	0	1	2	
← Attēlā papildus norādāmas un komentējamas problēmas – kustību ierobežojumi vai citas darba veikšanu ietekmējošas iedarbes (zonas var apsvīt, iekrāsot vai kā citādi vizuāli norādīt un komentēt tekstā).						
KUSTĪBU BRĪVUMS:		Loti viegli	Viegli	Neitrāli	Grūti	Loti grūti
1.	Stāvēt	-2	-1	0	1	2
2.	Iet (spert soli)	-2	-1	0	1	2
3.	Pacelt rokas virs galvas	-2	-1	0	1	2
4.	“Apskaust” sevi	-2	-1	0	1	2
5.	Noliekties un pacelt priekšmetu	-2	-1	0	1	2
6.	Pietuities	-2	-1	0	1	2
7.	Nometies uz abiem ceļgaliem rāpus	-2	-1	0	1	2
8.	Sniegties, nometoties uz abiem ceļgaliem	-2	-1	0	1	2
9.	Sniegties, nometoties uz viena ceļgala	-2	-1	0	1	2
10.	Sēdēt	-2	-1	0	1	2
11.	Kāpt pa kāpnēm	-2	-1	0	1	2
Vieta citiem komentāriem (pēc izvēles):						

4.3. att. Apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma subjektīvā vērtējuma anketa.

Izpētes posms liek secināt, ka struktūrvienībās pastāv daļēja informētība par valkātāju ķermeņa parametriem bez noteiktas un uzticamas procedūras to iegūšanai, kas tālāk izmantojami iepirkumu izmēru sadalījuma sagatavošanai. Mērķtiecīga un formalizēta uniformu valkātāju – ugunsdzēsēju antropometriskā izpēte un attiecīgi arī datu statistiskā apstrāde augumlielumu sadalījuma izstrādei netiek veikta, kavējot tādu pasūtījumu izpildi, kam ir pamatots izmēru veids un skaits. Tas savukārt ražotājiem liek rīkoties patvaļīgi, šo piegādājamā apģērba izmēru veidu un skaitu balstot līdzīgu apgāžu datus vai ļoti aptuvenos sadalījumos. Gūtās atziņas priekšizpētē liecina par metodē ietvertu un arī šajā gadījumā nepieciešamo mērķgrupas antropometrisko apsekojumu. Turklāt, ja tradicionāli pietiktu ar piemērotas iztvērūmgrupas atlasī antropometriskam pētījumam, tad šajā gadījumā nepieciešama pilna pārlase, ņemot vērā, ka ilglaicīgi nav gūti pilnvērtīgi konkrētā dienesta dati, līdz ar to nav arī uzticamu statistikas datu, kam uzticēties, veicot pasūtījumu.

4.1.2. Antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma izvērtējums

Trešais izvērtējuma posms ietver valkātāju demogrāfisko un antropometrisko rādītāju apkopojumu, antropometrisko datu analīzi un analīzi par uniformu izmēru sistēmas atbilstību mērķgrupai, kā arī subjektīvā vērtējuma par ergonomiskumu rezultātu apkopojumu.

1. Subjektu demogrāfisko un antropometrisko rādītāju apkopojums

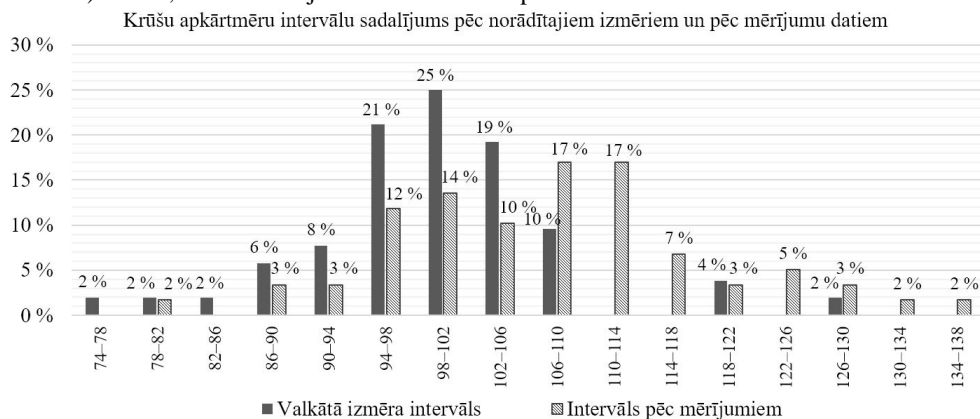
Pētījumam piesaistīti un kopā iegūti dati par 59 VUGD darbiniekiem. Datu kopas vienmērīguma noteikšanai analizēts ķermeņa augstuma mērījumu sadalījums. Visas šīs datu kopas ķermeņa augstumu sadalījuma salīdzinājums ar normālsadalījuma līkni rāda, ka lielākā daļa ietilpst normālsadalījumā. Dati pārbaudīti, salīdzinot ar normālsadalījumu, lai analizētu, vai iztvērumkopa kaut aptuveni atspoguļo visu 3000 ugunsdzēsēju populāciju. Lai gan secināts, ka kopumā sakarība ir diezgan cieša, kopas galos redzamās novirzes skaidrojamas ar tās niecīgo izmēru un to, ka statistiski izmēru sadalījumu uz šo mērījumu bāzes tomēr sagatavot nedrīkst un nepieciešama pilna populācijas pārļase vai vismaz populāciju raksturojoša iztvērumkopa (vismaz 10 %).

2. Izmēru sistēmas un valkāto uniformu atbilstības analīze

Pēc antropometrisko datu iegūšanas un apstrādes īstenota analīze, salīdzinot šādu dežūruniformu jaku un bikšu izmēru sadalījuma biežumus:

- sadalījums pēc valkāšanā esošo apģērbu izmēriem (dalībnieki norādījuši reģistrācijas protokolos);
- izmēru sadalījums, kas sastādīts atbilstoši ķermeņa mērījumiem (balstīts iztvērumkopas antropometriskā pētījumā).

Vispirms salīdzināti krūšu apkārtmēru sadalījuma biežumi (vadmērs – krūšu apkārtmērs), kas gan jakām, gan biksēm uzrāda nozīmīgas atšķirības, liecinot, ka konkrētā uniformu piegāde izmēru sistēmas ziņā ir neatbilstoša, tātad – neefektīva. Kā redzams 4.4. attēlā, iztvērumkopai valkāšanā visvairāk (25 %) nodotas jakas ar izmēru 100 (intervāls 98–102 cm), taču sadalījumā pēc antropometriskajiem datiem visvairāk pārstāvētie ir 108 (106–110 cm) un 112 (110–114 cm) izmēri, abiem veidojot 17 % iztvērumkopas.

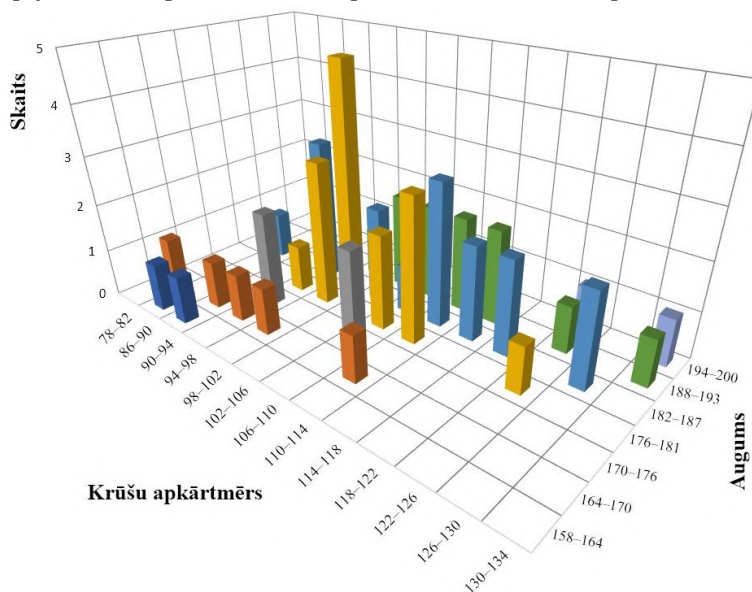


4.4. att. Jaku izmēru analīze – krūšu apkārtmēru intervālu sadalījums.

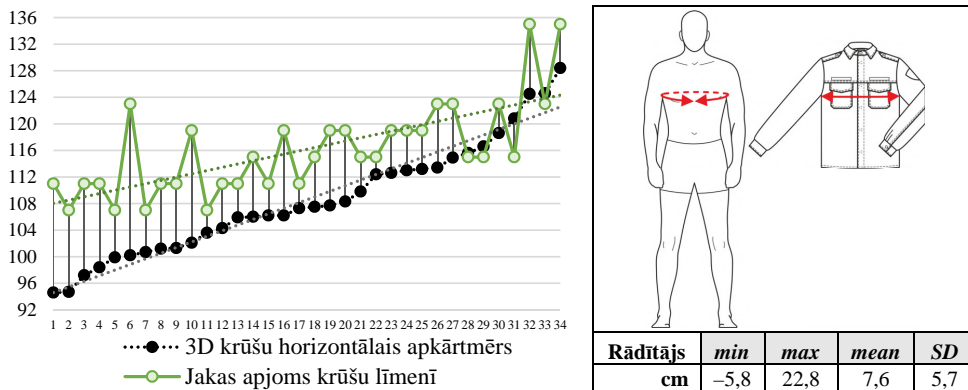
Papildinot iepriekš minēto skaidrojumu par vidukļa apkārtmēra kā piemērotākā vadmēra izvēli bikšu izmēru sistēmā, izstrādāts vidukļa apkārtmēru sadalījums atbilstoši krūšu apkārtmēru indifferences intervāliem esošajā izmēru sistēmā. Tas ataino, ka viena krūšu intervāla ietvaros var būt pārstāvēti vairāki vidukļa apkārtmēri. Piemēram, visvairāk valkāšanā esošajā bikšu izmērā 104 (intervāls 102–106 cm) ietilpst valkātāji ar vidukļa apkārtmēru no 78–

90 cm (trīs izmēru grupas pēc vidukļa apkārtmēriem) un izmērā 112 (110–114 cm) pat piecu izmēru grupas ar vidukļa apkārtmēriem no 86–106 cm. Tas pierāda, ka krūšu apkārtmēra lietojums kā vadmērs radīs grūtības izvēlēties ķermeņa pazīmēm atbilstošas bikses.

Izmēru sistēmas novērtējuma noslēgumā izstrādāts izmēru sadalījums (balstīts esošās izmēru sistēmas indifferences intervālos), pēc iegūtajiem iztvērumkopas somatomērījumiem (4.5. att.) grupējot visas testpersonas izmēros pēc vadmēriem – krūšu apkārtmēra un auguma.



izvēlētā izmēra) – pat izteikti palielināta. Tomēr no šīs 116 cm robežas izmēru atbilstība krūšu līmenī mijas no pietiekamas līdz pat nepietiekamai, kad jakas apjoms krūšu līmenī ir mazāks par valkātāju krūšu apkārtmēru. Ņemot vērā plecgērbu krūšu apjoma nozīmīgumu lielumatbilstības un ergonomiskuma nodrošināšanai, novirzes liecina par lielumošanas sistēmas pārskatīšanas un/vai apgādes procesu kontrolējuma nepieciešamību.



4.6. att. Dežūrijakas krūšu virslaides analīze.

▪ Līdzīga tendence arī bikšu gadījumā liecina, ka piejostas virslaides vērtība ir pietiekama un pārsniegta vidukļa apkārtmēriem robežās 70–90 cm, pēc kuras tā ir ļoti maza vai nepietiekama, un, sasniedzot vidukļa apkārtmēru 106 cm, uzrāda tikai nepietiekamu virslaides apjomu. Līdz ar to, jau sākot no 90 cm robežas, bikses viduklī var radīt valkātājam diskomfortu, ierobežojot spēju kustēties un kalpojot par iemeslu defektiem. Problēmas risināšanai bikšu izmēru sistēmas izstrādē jāievieš atbilstoši vadmēri (secinot no izmēru sistēmas analīzes), projektēšanā jālieto adekvātas virslaides, kā arī jādomā par bikšu piejostas apjoma pielāgošanas elementiem (savilktni, elastīgu lentu strēmeles).

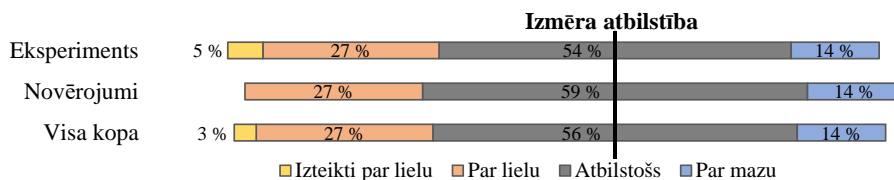
3. Subjektīvā vērtējuma anketu rezultāti

Pirms subjektīvo vērtējumu analīzes, vērtētāju vienprātības pakāpes (viedokļu saskaņotības) noteikšanai novērojumu (22 glābēji), eksperimentālās (37 glābēji) un visas kopas (59 glābēji) subjektīvajiem vērtējumiem noskaidrots Kendala koeficients W , kas sniedz vispārēju vērtētāju viedokļu konsekvences novērtējumu [87, 88, 89]. Tas veikts pēc principa, ka pie $Alpha$ (α) vērtības 0,05 (1–0,95 %–95 % ticamības līmenis, kas izmantots inženierzinātnēs) rezultāts uzskatāms par statistiski nozīmīgu (jo p vērtība mazāka nekā $Alpha$), un $p = 1,4437 \times 10^{-42}$. Rezultātā Kendala koeficients visai datu kopai $W = 0,234$, novērojumu (virslietotāju) kopai $W = 0,300$, eksperimentālajai kopai $W = 0,217$. Lielāka vienprātība novērojumu kopā skaidrojama ar to, ka šīs kopa pārstāvji ir ar lielāku pieredzi konkrētā īpašuzdevumu apgērba valkāšanā, līdzīgi spriežot par apgērba lielumatbilstību un ergonomiskumu. Savukārt eksperimentālās kopas dalībnieki ir kadeti, kas salīdzinoši nesēn sākuši valkāt dežūruniformas, līdz ar to viedokļus ietekmē mazāka pieredze.

Likerta skalu rezultāti (viedokļi) apkopti un atainoti joslu diagrammās (t. s. joslu grēdās), turklāt vienkopus gan visas pētījuma iztverumkopas ievaros, gan apkopojot novērojumos iegūtos vērtējumus, kā arī analizējot eksperimenta kopas datus.

Daži apkopojumu piemēri.

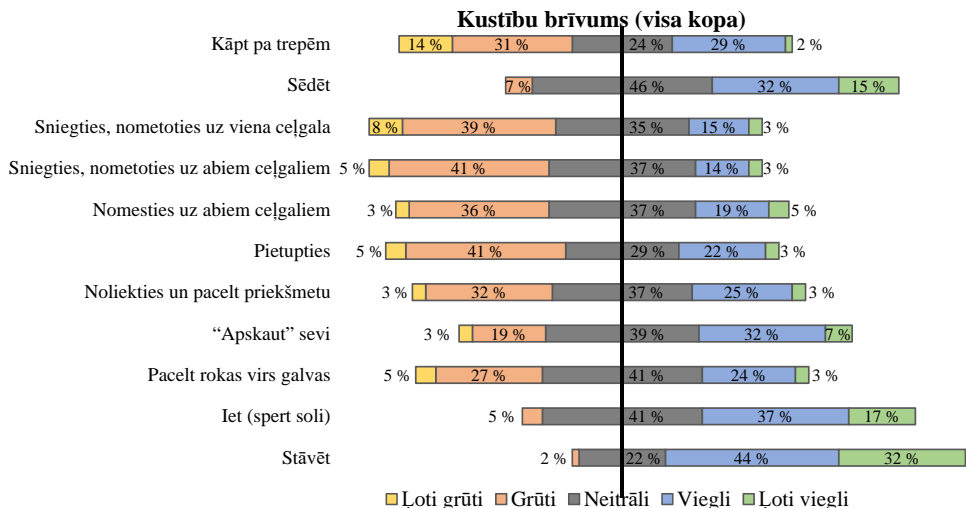
▪ Vērtējumā par kopējām sajūtām attiecībā uz lielumatbilstību (4.7. att.) lielākā daļa (visos trīs gadījumos virs 50 %) ir ar šo rādītāju apmierināta. Vienādi visās trīs kopās 27 % norāda, ka dežūruniformas ir par lielu, 14 %, ka par mazu. Neskatoties uz vairākuma apmierinātību, proporcija ar vērtējumiem par lielumneatbilstību ir vērā ņemama un atkārtoti liecina par problēmām atbilstoša izmēru veida un skaita izvēlē.



4.7. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu izmēra atbilstību.

▪ Locītavu kustību ierobežojumus visos trīs gadījumos neitrāli vērtē ap 40 % glābēju, taču nozīmīga daļa (ap 30 %) norāda par ierobežojumiem, daļa – pat izteiktiem. Tajā pašā laikā pietiekami liela daļa (ap 19 %) vērtē, ka apgērbs neierobežo kustības, pat norādot, ka izteikti neierobežo. Detalizētu ainu par kustību ierobežojumiem sniedz ergonomiskuma testi, taču šajā vērtēšanas posmā atkārtoti rodama sasaiste ar nepilnībām izmēru sistēmā.

Atbilstoši anketas otrai sadaļai un izstrādātajiem kustību attēliem (4.1.1. apakšnodaļa) valkātāji vērtējuši kustību brīvumu dežūruniformās. Piemēram, analizējot visas kopas vērtējumu, uzskatāmi secināms (4.8. att.), ka pie viegli veicamām pozām pieder stāvēšana, sēdēšana un iešana; jau grūtāk veicama poza “apskaut” sevi; tai seko virkne vēl vairāk ierobežotu kustību – kāpt pa trepēm, noliekties, paceļot priekšmetu, pacelt rokas un nomesties uz abiem ceļgaliem; pie visvairāk ierobežotajām kustībām pieskaita sniegšanos, noņemoties uz viena/abiem ceļgaliem, arī pietupšanos, turklāt pēdējās kustības raksturīgas glābēju darba specifikai.



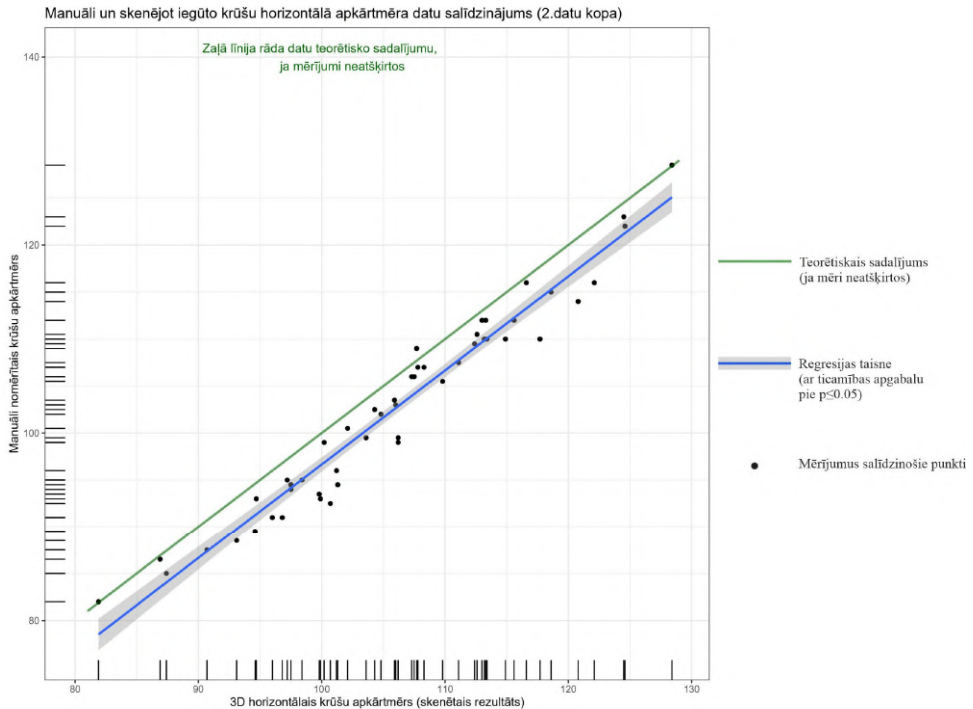
4.8. att. Subjektīvo vērtējumu rezultātu apkopojums, visa kopa (59 dalībnieki).

Pēc tam, kad ir konstatētas ierobežotās kustības (ikdienas un darbam specifiskās), par ko ir informēti gan apgādes dienesta speciālisti, gan apgērba projektētāji (ražotāji), seko sarežģīts novērtējuma rezultātu interpretācijas process, kad visām iesaistītajām pusēm ar atbilstošu rīcībpolitiku ir jāspēj vienoties un nonākt pie optimāliem risinājumiem uzlabotu apgērba modeļu izstrādē.

4.2. Manuālo un bezkontakta somatomērījumu salīdzinājums

Autores pieredze antropometriskajā izpētē [83, 90] iezīmējusi novērojumus par manuālu un bezkontakta somatomērījumu atšķirībām, tajā skaitā krūšu horizontālā apkārtmēra datus. Šis mērījums uzskatāms par vienu no svarīgākajiem antropometrijā, tas iekļaujams totālajās morfoloģiskajās pazīmēs, tas ir plecgērbu izmēru skalas vadmērs. Krūšu apkārtmēra somatomērījumu ietekmējošās ķermeņa pazīmes ir krūšu dziedzeru apjoms un novietojums, viduma sasvērums, viduma simetriskums un torsālās stājas tips, kā arī mīksto audu sadalījums muskuļaudos un adipozajos slāņos un to novietojums. Bezkontakta mēru iegūšanas metodes, tai skaitā 3D skenēšanas tehnoloģijas, ļauj iegūt horizontālo ķermeņa perimetru noteiktā līmenī, ģeometriski balstoties krūts gala vai visvairāk izvirzītajā krūts muskuļa punktā, par atskaites līmeni ņemot plantāro plakni (mērījumu novietojot paralēli tai), līdz ar to krūšu horizontālo apkārtmēru iegūstot atbilstoši definīcijai. Savukārt manuāli krūšu perimetrs tiek iegūts, ar mērlenti nosakot divdimensiju mērījuma apjomu un izmantojot antropometru mērījuma horizontalitātei. Tomēr rodas šaubas par mērītāja spēju iegūt tieši horizontālu krūšu apkārtmēra mērījumu – tas atkarīgs no profesionalitātes, spējas vienlaikus kontrolēt gan mērlentes horizontālo pozīciju attiecībā pret plantāro plakni, gan arī mērlentes apkļāvumu ķermenim.

Pētījuma gaitā manuāli un ar bezkontakta metodi (3D skenēšanu) iegūti krūšu horizontālā apkārtmēra dati divām iztvērumkopām. 4.9. attēlā apkopotas mērījumu atšķirības vidēji un labi trenētu cilvēku kopai (aprobācijā analizētā 51 cilvēku kopa – VUGD aktīvais dienests), kur grafikā uz ordinātu ass atlikts katra mērījumu subjekta 3D horizontālais krūšu apkārtmērs, sakārtojot tos augošā virknē atbilstoši krūšu apkārtmēra lielumam. Drēbnieciskā metodē (manuālais mērījums) iegūtie mērījumi izvietoti atbilstoši subjekta ordinālskaitlim.



4.9. att. Bezkontakta (3D) un manuālo (drēbniecības) somatomēru salīdzinājums [R [91]].

Grafikā iezīmētā taisne (zaļā līnija) norāda teorētisko sadalījumu, ja mērījumi neatšķirtos. Grafikā iezīmētā regresijas taisne ar ticamības apgabalu pie $p \leq 0,05$ rāda, ka drēbniecībā izmantotais mērījums nav pietiekami korelējošs ar antropometriski pareizi iegūto mērījumu – vairums mērījumu salīdzinošo punktu ir ārpus ticamības apgabala amplitūdā $[-6,7 \text{ cm}, +1,4 \text{ cm}]$. Šāds rezultāts izskaidro drēbniecībā plaši pieņemto praksi apģērba konstrukciju izstrādāt aptuvenu un pēc tam to pielāgot indivīda somatoīpatnībā. Un, lai arī rūpniecības praksē ne reti izmanto drēbnieciski iegūtus mērījumus, tomēr tur visbiežāk tiek lietotas iepriekš plašākos pētījumos veidotas datubāzes, kas ir daudz uzticamākas. Arī antropoloģiski pareizi iegūti mērījumi uzrāda dažādu atšķirīguma līmeni, visbiežāk sasniedzot pozitīvu starpību, kas rezultatīvi sniedz izpratni, ka bezkontakta mērījums ir ar tendenci būt lielāks par manuāli iegūto. Līdz ar to mērījumu atšķirības pieskaitāmas pie mērījumu kļūdām, kad somatomērījuma manuālas iegūšanas laikā, piemēram, noslīdējusi mērlente vai nav atbilstoši nolasīta/protokolēta vērtība. Secināms, ka vienīgais ietekmējošais faktors ir tieši ausu un virsmas morfoloģija. Lai saskatītu sakarību ciešumu un tendenci nepieciešams dziļš, fokusēts pētījums. Šajā pētījuma stadijā secināms, ka bezkontakta mērījums uzskatāms par uzticamāku tā objektīvā un precīzi matemātiskā rakstura dēļ. Turklāt iegūtās starpības nav uzskatāmas par izstrādājuma kvalitāti ietekmējošām – šajā iztverumkopā iegūtu starpību amplitūda ir 8,1 cm. Īpašuzdevumu uniformas virslaidei VUGD tiek lietoti 15 cm, savukārt NBS uniformām – 28 cm. Līdz ar to viss mērījumu starpību apgabals ietilpst indierences intervālā. Tādējādi var apgalvot, ka skenētais mērījums ir atbilstīgs lietošanai uniformu lielumatbilstības nodrošināšanā.

Turklāt, ņemot vērā to, ka pētījums balstīts nelielā vingru cilvēku iztvērumkopā, dati pēc tās pašas metodes pārbaudīti, par pamatu ņemot nejaušu izlasi – sieviešu grupu ar dažādiem parametriem, bet ar tendenci uz paaugstinātu adipozo audu saturu ķermenī (pretstatā iepriekšējai kopai). Tā ir 42 sieviešu kopa, kuru darbošanās īpašuzdevums neprasa labu fizisko sagatavotību, turklāt kopas izpētes motivācija ir liela krūšu apkārtmēra amplitūda (iztvērumkopas krūšu horizontālā mērījuma minimālā vērtība ir 86 cm, maksimālā – 139 cm). Veicot manuālo mērīšanu, tika secināts, ka ļoti liela krūšapjoma pārstāvjus ir grūti nomērīt pat antropometriski pareizā metodē, ar to izskaidrojama daudz lielāka atšķirību variācija. Līdz ar to tiek pievienots secinājums, ka sarežģītu (arī lielapjoma) indivīdu mērījumi bezkontakta metodē veicami precīzāk.

4.3. Ceturtās nodaļas secinājumi

Galvenie secinājumi

- Ir sasniegts aprobācijas mērķis – noskaidroti metodes pilnveidošanas virzieni un veikta procesu detalizācija. Aprobācijas rezultātā konstatēts, ka algoritmā pēc būtības nav nepieciešami labojumi, tas darbojas pēc noteiktās procesu secības un atbilstīgi iniciē nākamo darbību. Tomēr vēršama uzmanība uz katras atsevišķās mērķauditorijas sagatavošanu pētījumam – nepieciešamas instrukcijas par soļu nozīmi mērķtiecīgai antropometriskās lielumatbilstības novērtēšanai, izslēdzot tādus aspektus kā personīgās varēšanas (spēka) izrādīšana, instrukciju neizpildīšana (jo nav saprotams mērķis) u. tml.
- Kopumā iegūtie valkātāju viedokļi ļauj novērtēt esošo uniformu trūkumus un identificēt nepieciešamus sistemātiskus antropometriskos novērojumus. Arī praktiskās aprobācijas rezultātā secināts, ka nepastāv sistemātiska pieeja apģērbu vērtēšanā, kā arī pietrūkst sadarbības starp apgādes dienestiem un uniformu lietotājiem. Tas ļauj apstiprināt un validēt uniformu vērtēšanai nepieciešamos kritērijus, kas iestrādāti promocijas darba metodē.
- Praktiskā pētījumā gūtās atziņas ir sekmējušas lietotāju un apgādes dienestu zināšanas par apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma problēmsituācijām, to cēloņsakarībām un risināšanas paņēmieniem, veicinot turpmāko iepirkumu sagatavošanas, piedāvājumu izvērtēšanas un lēmumu pieņemšanas efektivitāti.
- Apgērba ergonomiskums ir nodrošināms, tā vērtējums uzticams, vispirms ieviešot populācijas antropometriskajiem profiliem atbilstošu izmēru sistēmu, kas nav iespējams bez pilnas populācijas pārlases. Aprobācijas noslēgumā veiktais datu salīdzinājums ļauj akceptēt nozarē maz lietoto 3D bezkontakta antropometrisko metodi, ieviešot datubāzes un izmēru sistematizāciju katram dienestam, kas lieto īpašuzdevumu apģērbu un IAL.
- Algoritma atkārtojamība un adaptējamība veicina tā variāciju izmantošanu dažāda sortimenta apģērba vērtēšanā.

SECINĀJUMI UN REZULTĀTI

Promocijas darbā izvirzītais mērķis – izstrādāt metodi apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanai un veikt tās algoritma darbības pārbaudi un aprobāciju – ir sasniegts, realizējot virkni **uzdevumu**.

- Apzināti un analizēti apģērba projektēšanas aspekti, ļaujot spriest par to saistību un nozīmīgumu apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma nodrošināšanā, to trūkumiem un uzlabošanas virzieniem. Apskats norādījis par apģērba projektēšanā lietoto principu un paņēmieni efektivitātes vērtēšanas nozīmīgumu valkātājiem atbilstoša apģērba aprites procesos.
- Apkopotas un analizētas apģērba atbilstības jēdziena komponentes un to vērtēšanas metodes, kas ļāva definēt elementus metodei – algoritmam par apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanu.
- Izpētītas un salīdzinoši izanalizētas nozares standartos rekomendētās apģērba atbilstības, tajās skaitā lielumatbilstības un ergonomiskuma, vērtēšanas metodes. Identificētās priekšrocības un trūkumi ļāvuši precizēt koncepciju un definēt principus metodes algoritma uzbūvei.
- Izstrādāta pētījuma atziņas balstīta apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes algoritma koncepcija.
- Eksperimentāli pārbaudīts un aprobēts izstrādātās metodes darbības algoritms – novērtēta VUGD darbinieku dežūruniformu atbilstība valkātājiem, piesaistot noteiktu iztvērumkopu, kompetentas kontaktpersonas un apgādes dienestu amatpersonas.

Pētījuma gaitā identificētas **problēmas** apģērba projektēšanas un izplatīšanas procesos.

- Lielākoties ir pieejami novecojuši antropometriskie dati, jaunas datu kopas ir ierobežotas un/vai nepieejamas (dārgas, slēgtas), taču atsevišķu mērķgrupu iztvērumkopu pētījumi ir dārgs un laikietilpīgs process.
- Datu trūkums veicina novecojušu vai no citām apģērba izstrādātnēm pārmantotu izmēru sistēmu izmantošanu, saglabājot nepilnības vadmēru atlasē un izmēru intervālu sadalījumos.
- Iztrūkstošie skaidrojumi par apģērba marķējuma nozīmi rada grūtības un apjukumu valkātāju izpratnē un spējā izvēlēties ķermeņa pazīmēm atbilstošu apģērbu. Turklāt pašu valkātāju zināšanas par savām ķermeņa pazīmēm, pat vienkārši iegūstamiem vadmēru mērījumiem, atbilstoša apģērba izvēlei ir ierobežotas.
- Nav noteikta kārtība, kā jānotiek lielumatbilstības noteikšanai – standarti ir ieviesti samērā nesen, informācija ir daļēja: par atsevišķām procesa daļām, kurām trūkst kopsakarību un sinerģijas; bez atklātām brāķējošajām vērtībām un reakcijām uz tām.
- Teorētiskajā apskatā (literatūrā un standartos) atrodamās metodes un procedūru apraksti par apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma nodrošināšanu ir atrauti, savstarpēji nesadarbojas, trūkst sinerģijas, lai sasniegtu rezultātu.
- Kopumā novērojams sinerģijas trūkums starp valkātāju, pasūtītāju un piegādātāju.

Promocijas darbā sasniegtie galvenie **teorētiskie rezultāti**.

- No apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma nodrošināšanas viedokļa aprakstīti to ietekmējošie apģērba projektēšanas aspekti.
- Aprakstītas apģērba atbilstības jēdziena komponentes, esošās pieejas un metodes to vērtēšanā.
- Izstrādātā un piedāvātā apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metode – algoritms demonstrē sistemātiskas apģērba vērtēšanas metožu kombinēšanas lietojumu reālu principu izstrādē apģērba atbilstības noteikšanai.
- Izstrādātā koncepcija un struktūra ietver vērtējuma realizēšanu divos gadījumos – gan par valkāšanā esoša/piegādāta apģērba atbilstību, gan par kādu jaunu problēmu ieviesto indikāciju rezultātā izstrādājama apģērba atbilstību.
- Piedāvātā algoritma uzbūves principos var balstīt dažāda sortimenta apģērba vērtēšanas algoritmu izstrādi, sašaurinot vai paplašinot struktūru, definējot citus vadošos apģērba atbilstības rādītājus (bez lielumatbilstības un ergonomiskuma) un paplašinot vērtēšanas metožu kopumu.

Iegūtie teorētiskie rezultāti **praktiski ir realizēti**.

- Realizētais metodes darbību validējošs eksperiments apliecina tās lietojamību īpašuzdevuma apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtējumam.
- Metodes lietojums praktiskā pētījumā ļauj konstatēt iesaistīto pušu informācijpratības trūkumus, identificēt īpašuzdevuma apģērba nepilnību problemātiku, analizēt un pilnveidot piegādes un apgādes procesus, veicināt objektīvu lēmumu pieņemšanu par apģērba piemērotību.

Metodes darbības eksperimentālā pārbaude ļauj definēt vairākus **secinājumus**.

- Pētījuma novērojumi un eksperiments apliecina trūkstošo sinerģiju starp valkātājiem, apģērba projektētāju/ražotāju/piegādātāju un apgādes dienestiem, indicējot metodes lietošanas lietderīguma potenciālu iesaistīto pušu izpratnes veicināšanā par atbilstoša apģērba parametriem, to vērtēšanu un lēmumu pieņemšanas principiem.
- Eksperimentu rezultātu analīze ļauj izdarīt secinājumus par līdzīgās izpētēs ietveramo parametru saturu un apjomu, sekmējot šo pētījumu uzticamību un rezultātu praktisku lietojamību apģērba projektēšanas un piegādes uzlabojumu realizācijai.

Promocijas darba rezultāti ļauj **apstiprināt** aizstāvēšanai izvirzītās **tēzes**. Validējošais eksperiments un aprobācija apliecina, ka metode ļauj identificēt apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma nepilnības. Algoritma uzbūve ar definētiem lēmumu pieņemšanas principiem veicina tā lietotāju objektivitāti apģērba antropometriskās neatbilstības un neatbilstoša ergonomiskuma novēršanā.

Turpmāko **pētījumu virzieni**.

- Aprobējot metodi, analizēt papildu un/vai citu apģērba vērtēšanas elementu un izrietošo lēmumu pieņemšanas principu ieviešanu algoritmā, vadošās apģērba atbilstības komponentes/rādītājus izvirzot atkarībā no apģērba sortimenta un sektora specifikas.
- Turpmākos pētījumos, veicot vairāku mērķauditoriju izpēti un padziļinātu analīzi, var tikt izstrādāts lēmumu pieņemšanas algoritms ar jēgpilniem koeficientiem atkarībā no izstrādātā algoritma procesu ietekmes uz gala rezultātu, kas šajā pētījumā nav iespējams datu trūkuma dēļ.

BIBLIOGRĀFIJA

1. Gill, S., Scott, E., McDonald, C., Klepser, A., Dāboliņa, I. IEEE Standard association INDUSTRY CONNECTIONS REPORT. Landmarking for Product Development White Paper. Year of publication, either December 2021 or January 2022.
2. Watkins, S.M., Dunne, L.E. *Functional Clothing Design: From Sportswear to Spacesuits*. 1st Edition. Fairchild Books, 2015. 448 p. ISBN 9780857854674.
3. Gupta, D. Design and engineering of functional clothing. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*. 2011, Vol. 36, pp. 327–335.
4. Teyeme, Y., Malengier, B., Tesfaye, T., Ciesielska-Wrobel, I., Binti Haji Musa, A., Van Langenhove, L. A Review of Contemporary Techniques for Measuring Ergonomic Wear Comfort of Protective and Sport Clothing. *Autex Research Journal*. 2021, Vol. 21 (1), pp. 32–44. Available from: doi.org/10.2478/aut-2019-0076.
5. Geršak, J. *Design of clothing manufacturing processes, A systematic approach to planning, scheduling and control*. 1st Edition. Woodhead Publishing, 2013. 320 p. ISBN 978-0857097781.
6. Krieviņš, I. *Drēbnieciskais ieskats antropoloģijā, plastiskajā anatomijā un antropometrijā*. Rīga: RTU, 2010. 47 lpp.
7. Duļevska, I., Umbraško, S. *Praktiskā antropoloģija*. Rīga: Rīgas Stradiņa universitāte, 2019. 150 lpp. ISBN 978-9934-563-17-1.
8. *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)* [tiešsaiste]. [skatīts 2021. g. 13. febr.]. Pieejams: <https://www.isak.global/>.
9. Aldrich, W. History of sizing systems and ready-to-wear garments. In: Ed. Ashdown, S.P. *Sizing in clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing*. North America: CRC Press LLC, 2007, 384 p. ISBN 978-1845690342.
10. Ed. Ashdown, S.P. *Sizing in clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing*. North America: CRC Press LLC, 2007, 384 p. ISBN 978-1845690342.
11. Dāboliņa, Inga. *Antropometriskie mērījumi apģērbu trīsdimensiju projektēšanai*. Promocijas darbs. Rīga: RTU, 2010. 132 lpp.
12. Otieno, R. B. Improving apparel sizing and fit. In: Ed. Fairhurst, C. *Advances in apparel production*. England: Woodhead Publishing, 2008, pp. 73–93. ISBN 9781845692957. Available from: doi: 10.1533/9781845694463.1.73.
13. International Organization for Standardization. (2017). *Basic human body measurements for technological design – Part 1: Body measurement definitions and landmarks*. (ISO Standard No. 7250-1:2017). <https://www.iso.org/standard/65246.html>.
14. International Organization for Standardization. (2010). *Basic human body measurements for technological design – Part 2: Statistical summaries of body measurements from national populations*. (ISO Standard No. 7250-2). <https://www.iso.org/standard/41249.html>.
15. International Organization for Standardization. (2015). *Basic human body measurements for technological design – Part 3: Worldwide and regional design ranges for use in product standards*. (ISO Standard No. 7250-3). <https://www.iso.org/standard/64237.html>.

16. International Organization for Standardization. (2018). *3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases - Part 1: Evaluation protocol for body dimensions extracted from 3-D body scans*. (ISO Standard No. 20685-1:2018). <https://www.iso.org/standard/63260.html>.
17. International Organization for Standardization. (2015). *Ergonomics – 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases – Part 2: Evaluation protocol of surface shape and repeatability of relative landmark positions*. (ISO Standard No. 20685-2:2015). <https://www.iso.org/standard/63261.html>.
18. International Organization for Standardization. (2018). *Methodology for the creation of body measurement tables and intervals*. (ISO Standard No. 8559-3:2018). <https://www.iso.org/standard/67334.html>.
19. International Organization for Standardization. (2017). *Size designation of clothes – Part 1: Anthropometric definitions for body measurement*. (ISO Standard No. 8559-1:2017). <https://www.iso.org/standard/61686.html>.
20. Шершнева, Л. П., Пирязева, Т. В., Ларькина, Л. В. *Основы прикладной антропологии и биомеханики*. Москва: Издательский Дом ФОРУМ, 2018. 160 с. ISBN 978581990472-5.
21. Куршакова, Ю. С. *Размерная типология населения стран-членов СЭВ*. Москва: “Легкая индустрия”, 1974. 440 с.
22. Абдуллаева, Г. Ш., Турсунова, З. Н. Изучение динамической антропометрии и возможности её применения для изготовления одежды различного назначения. No: *Молодой ученый*. № 2 (61). 2014, с. 95–98. Pieejams: <https://moluch.ru/archive/61/9182/>.
23. Le Pechoux, B., Ghosh, T. K. *Apparel Sizing and Fit (Textile Progress)*. Volume 32/1. The Textile Institute, 2002. 60 p. ISBN 9781870372503.
24. Bogović, S., Stjepanović, Z., Cupar, A., Jevšnik, S., Rogina-Car, B., Rudolf, A. The Use of New Technologies for the Development of Protective Clothing: Comparative Analysis of Body Dimensions of Static and Dynamic Postures and its Application. *Autex Research Journal*. 2019, Volume 19, No 4, pp. 301–311. Available from: doi: 10.1515/aut-2018-0059.
25. Коблякова, Е. Б., Савостицкий, А. В., Ивлева, Г. С. и др. Под общ. ред. Кобляковой, Е.Б. *Основы конструирования одежды*. Учебник. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Легкая индустрия, 1980. 448 с.
26. Winks, J. M. *Clothing Sizes: International Standardization*. UK: Manchester Textile institute, 1997. 68 p.
27. Fan, J., Yu, W. and Hunter, L. *Clothing appearance and fit: Science and technology*. 1st Edition. England: Woodhead Publishing Limited, 2004. 239 p. ISBN 9781845690380.
28. Brown, P., Rice, J. *Ready-To-Wear Apparel Analysis*. 3rd edition. USA: New Jersey, Prentice Hall, 2001. 384 p. ISBN 9780130254344.
29. Ed. Faust, M-E., Carrier, S. *Designing apparel for consumers, The impact of body shape and size*. Woodhead Publishing Limited, 2014. 342 p. ISBN 978-1782422105.

30. Viļumsone, Ausma. *Adaptējamas automatizētas apģērbu konstruēšanas sistēmas struktūras un algoritmu izstrāde*. Doktora disertācija/Inženierzinātnes, Tekstiltehnoloģija un mašīnas. Rīga: RTU, 1993. 129 lpp. Monogr. ier. Nr.000198748.
31. Das, A., Alagirusamy, R. *Science in Clothing Comfort*. 1st Edition. India: Woodhead Publishing PVT. Ltd., 2010. 250 p. ISBN 978-1845697891.
32. Eds. Nayak, R., Padhye, R. *Garment Manufacturing Technology*. Woodhead Publishing, 2015. 498 p. ISBN 9781782422327. Available from: doi: <https://doi.org/10.1016/C2013-0-16494-X>.
33. Branson, D. H., Nam, J. Materials and sizing. In: Ed. Ashdown, S. P. *Sizing in Clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing*. Woodhead Publishing Series in Textiles, 2007, pp. 264–276. Available from: doi: doi.org/10.1533/9781845692582.264.
34. Beazley, A., Bond, T. *Computer-Aided Pattern Design and Product Development*. 1st Edition. England: Wiley-Blackwell, 2003. 234 p., ISBN-13: 978-1405102834.
35. *Optitex* [tiešsaiste]. Optitex, 1988-2020©, [skatīts 2020. g. 3. febr.]. Pieejams: <https://optitex.com/>.
36. *Assyst* [tiešsaiste]. Assyst GmbH©, [skatīts 2020. g. 3. febr.]. Pieejams: <https://www.assyst.de/>.
37. *Lectra* [tiešsaiste]. Lectra©, [skatīts 2020. g. 6. febr.]. Pieejams: <https://www.lectra.com/en>.
38. *Gerbertechnology* [tiešsaiste]. Gerber Technology LLC©, 2020 [skatīts 2020. g. 6. febr.]. Pieejams: <https://gerbertechnology.com/>.
39. *Grafis* [tiešsaiste]. GRAFIS©, 2020 [skatīts 2020. g. 15. febr.]. Pieejams: <https://www.grafis.com/home-en>.
40. *clo3d* [tiešsaiste]. CLO Virtual Fashion LLC©, 2020 [skatīts 2020. g. 15. febr.]. Pieejams: <https://www.clo3d.com/>.
41. *Browzwear* [tiešsaiste]. Browzwear Solutions Pte Ltd©, 2020 [skatīts 2020. g. 17. febr.]. Pieejams: <https://browzwear.com/>.
42. *StyleCAD* [tiešsaiste]. SoftFashion, Inc.©, 2020 [skatīts 2020. g. 25. febr.]. Pieejams: <https://www.stylecad.com/>.
43. *Marvelous designer* [tiešsaiste]. CLO Virtual Fashion Inc.©, 2020 [skatīts 2020. g. 15. febr.]. Pieejams: <https://marvelousdesigner.com/>.
44. McDonald, C., Wu, Y., Ballester, A., Stahl, M. IEEE Industry Connections (IEEE-IC) Landmarks and Measurement Standards Comparison in 3D Body-model Processing. *IEEE Industry Connections (IEEE-IC) Landmarks and Measurement Standards Comparison in 3D Body-model Processing*. 2018, pp. 1–34.
45. Grabis, R., A. Upīša Valodas un literatūras institūts, Valodas un literatūras institūts (Latvijas Zinātņu akadēmija). *Latviešu literārās valodas vārdnīca 8. sējums*. Rīga: Zinātne, 1972.–1996.
46. *Akadēmiskā terminu datubāze* [tiešsaiste]. Latvijas Zinātņu akadēmija, 2005–2020© [skatīts 2020. g. 5. marts]. Pieejams: <http://digitalis.lv/term.php>.
47. Shan, Y., Huang, G., Qian, X. Research Overview on Apparel Fit. In: *Soft Computing in Information Communication Technology, Advances in Intelligent and Soft Computing*.

- Vol. 161. Berlin: Springer, 2012, pp. 39–44. Available from: doi.org/10.1007/978-3-642-29452-5_7.
48. LaBat, Karen Louise Lilevjen. *Consumer satisfaction-dissatisfaction with the fit of ready-to-wear clothing*. Thesis/dissertation. Minnesota: University of Minnesota, 1987. 228 p.
 49. Boorady, L. M., Functional clothing – Principles of fit. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2011, Vol. 36, pp. 344–347.
 50. Frost, K. *Consumer's perception of fit and comfort of pants*. Unpublished master's thesis. University of Minnesota, St. Paul., 1988.
 51. Shin, E., Damhorst, M. L. How young consumers think about clothing fit? *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*. 2018, Vol. 11 (3), pp. 352–361. Available from: doi.org/10.1080/17543266.2018.1448461.
 52. Saeidi, Elahe *Men's Jeans Fit Based on Body Shape Categorization*. Dissertation. USA: Louisiana State University LSU Digital Commons, 2018. 183 p.
 53. LaBat K. L., Ryan, K. S. *Human Body: A Wearable Product Designer's Guide*. 1st Edition. CRC Press, 2019. 692 lpp. ISBN 978-1498755719.
 54. Ред. Коблякова, Е. Б. *Конструирование одежды с элементами САПР*. Учебное пособие. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Легпромбытиздат, 1988. 462 с.
 55. Geršak, J. Development of the system for qualitative prediction of clothing appearance quality. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 2002, Vol. 14 (3/4), pp. 169–180. Available from: doi.org/10.1108/09556220210437149.
 56. Коблякова, Е. Б. *Структурная схема показателей, определяющих уровень качества одежды*. Москва: Швейная промышленность, 1976.
 57. Darba aizsardzības likums. Latvijas Vēstnesis, 105, 06.07.2001. <https://likumi.lv/ta/id/26020>.
 58. Ministru kabineta 2002. gada 20. augusta noteikumi Nr. 372 “Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus”. Latvijas Vēstnesis, 119, 23.08.2002. <https://likumi.lv/ta/id/65619>.
 59. Havenith, G., Heus, G. A test battery related to ergonomics of protective clothing. *Applied Ergonomics*. 2004, Vol. 35 (1), pp. 3–20. Available from: 10.1016/j.apergo.2003.11.001.
 60. Eds. Song, G., Wang, F. *Firefighters' Clothing and Equipment. Performance, Protection, and Comfort*. CRC Press, 2020. 372 p. ISBN 9780367570682.
 61. *Oxford Advanced Learner's Dictionary* [tiešsaiste]. Oxford University Press, 2020 [skatīts 2019. g. 15.nov.]. Pieejams: https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/fit_1.
 62. Yu, W. Subjective assessment of clothing fit. In: Fan, J., Yu, W., Hunter, L. *Clothing appearance and fit: Science and technology*. 1st Edition. England: Woodhead Publishing Limited, 2004. pp. 31–43. ISBN 9781845690380.
 63. Prevatt, M. B. *Fit and sizing evaluation of limited-use protective coveralls*. Doctoral Dissertation. Virginia, Blacksburg: Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, 1991. 204 p.
 64. Briška, I., Pavlovska, A. *Lielā enciklopēdiskā vārdnīca*. Latvija: Jumava, SIA “J. L. V.”, 1993. 1147 lpp. ISBN 9789984056944.

65. Ed. Mital, A., Kilbom, Å., Kumar, S. *Ergonomics guidelines and problem solving*. 1st edition, Volume 1. Elsevier Science, 2000. 492 p. ISBN 9780080436432.
66. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Lāriņš, V., Ābele, I., Torbicka, H., Pavāre, Z. Quality Evaluation of the Combat Individual Protection System by Eurofit Physical Fitness Testing. *LASE Journal of Sport Science*. 2012, Vol. 3 (1), 31.–46. lpp. ISSN 1691-766.
67. Adams, P. S., Keyserling, M. W. Three methods for measuring range of motion while wearing protective clothing: A comparative study. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1993, Vol. 12 (3), pp. 177–191. Available from: doi.org/10.1016/0169-8141(93)90024-8.
68. Lee, Y. A., Park, S. M. Comparative Analysis between 3D Visual Fit and Wearers' Subjective Acceptability. In: *Proceedings of 2nd Int. Conf. on 3D Body Scanning Technologies, Switzerland, Lugano, October 25–26*. 2011, pp. 174–184. Available from: doi.org/10.15221/11.174.
69. Wang, Yongjin. *Pattern engineering for functional design of tight-fit running wear*. Promocijas darbs. Hong Kong Polytechnic University, 2011. 387 lpp.
70. Daanen, H. A. M., Reffeltrath, P.A. Function, fit and sizing. In: Ed. Ashdown, S. P. *Sizing in clothing. Developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing*. North America: CRC Press LLC, 2007, pp. 202–219. Available from: doi.org/10.1533/9781845692582.202.
71. Nam, J. H., Branson, D. H., Ashdown, S. P., Cao, H., Carnrite, E. Analysis of Cross Sectional Ease Values for Fit Analysis from 3D Body Scan Data Taken in Working Positions. *International Journal of Human Ecology*. 2011, Vol. 12 (1), pp. 87–99. Available from: doi.org/10.6115/ljhe.2011.12.1.87.
72. Ng, R., Yu, W., Cheung, L. F. Single parameter model of minimal surface construction for dynamic garment pattern design. In: *2006 IMACS: Multiconference on Computational Engineering in Systems Applications, China, Beijing, October 4–6*. Vol. 1 and 2. Tsinghua University Press, 2006, pp. 160–164.
73. Siliņa, L., Dāboliņa, I., Lapkovska, E., Dāboliņš, J., Apse-Apsītis, P., Graudone, J. Sensor Matrix for Evaluation of Clothing Fit. No: *Proceedings of 2019 IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), Latvija, Rīga, 7.–9. oktobris, 2019*. Piscataway: IEEE, 2019, 1.–6. lpp.
74. Loercher, C., Morlock, S., Schenk, A. Design of a Motion-Oriented Size System for Optimizing Professional Clothing and Personal Protective Equipment. *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering*. 2018, Vol:0, Issue: 4, Available from: doi: 10.4172/2329-9568.S4-014.
75. Coca, A., Williams, W. J., Roberge, R. J., Powell, J. B. Effects of fire fighter protective ensembles on mobility and performance. *Applied Ergonomics*. 2010, Vol. 41 (4), pp. 636–641. Available from: doi.org/10.1016/j.apergo.2010.01.001.
76. Branson, D. H., Cao, H., Jin, B., Peksoz, S., Farr, C., Ashdown, S. P. Fit analysis of liquid cooled vest prototypes using 3D body scanning technology. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. 2005, Vol. 4 (3), 13 p.
77. International Organization for Standardization. (2013). *Protective clothing – General requirements*. (ISO Standard No. 13688:2013). <https://www.iso.org/standard/51449.html>.

78. European Standard. (2007). *Personal protective equipment. Ergonomic principles*. (EN Standard No. 13921:2007).
79. Ed. Song, G. *Improving comfort in clothing*. 1st Edition, Woodhead Publishing Series in Textiles, Number 106. England: Woodhead Publishing, 2011. 496 p. ISBN 9781845695392.
80. Gudgin Dickson, E. F. *Personal Protective Equipment for Chemical, Biological, and Radiological Hazards: Design, Evaluation, and Selection*. 1st Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2012. 348 p. Available from: 10.1002/9781118422991.
81. ASTM F1154-99a, Standard Practices for Qualitatively Evaluating the Comfort, Fit, Function, and Integrity of Chemical-Protective Suit Ensembles, ASTM International, West Conshohocken, PA, 1999, www.astm.org.
82. ASTM F3031-17, Standard Practice for Range of Motion Evaluation of First Responder's Protective Ensembles, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, www.astm.org.
83. Eiropas Reģionālās attīstības fonda Interreg Baltijas jūras reģiona programmas projekts "Vieds un drošs darba apģērbs" (Smart and Safe Work Wear (SWW) #R006).
84. Dāboliņa, I., Lapkovska, E., Zommere, G., Viļumsone, A. End-User Satisfaction with Army Uniforms – Case Study. No: *9th International Textile, Clothing & Design Conference "Magic World of Textiles": Book of Proceedings, Horvātija, Dubrovnik, 7.–10. oktobris, 2018*. Dubrovnik: 2018, 173.–178. lpp. ISSN 1847-7275.
85. *Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation)* [tiešsaiste]. Official Journal of the European Union, 2016 [skatīts 2020. g. 1. febr.]. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>.
86. Red. Mārtinsons, K., Pipere, A. *Pētniecības terminu skaidrojošā vārdnīca* [tiešsaiste]. Rīgas Stradiņa universitāte, 2020, [skatīts 2020. g. 4. janv.]. Pieejams: <https://www.rsu.lv/petniecibas-terminu-vardnica>.
87. Kendall, M. G., Babington Smith, B. The Problem of mm Rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*. 1939, Vol. 10, pp. 275–287. Pieejams: doi.org/10.1214/aoms/1177732186.
88. Asad, R., Yu, W., Siddiqui, M. Q., Mukwaya, V., Qicai, W. Subjective evaluations of fabric-evoked prickle using the unidimensional rating scale from different body areas. *Textile Research Journal*. 2015, Vol. 86., pp. 1–15. Pieejams: doi.org/10.1177/0040517515591783.
89. Xin, L., Zheng, L., Peng-qing, C., Zi-yu, X., et. al. Human Reliability Evaluation Based on Objective and Subjective Comprehensive Method Used for Ergonomic Interface Design. *Mathematical Problems in Engineering*. 2021, Vol. 2021, pp. 1–16. Pieejams: doi.org/10.1155/2021/5560519.
90. Lapkovska, E., Dāboliņa, I. Sizing for a Special Group of People: Best Practice of Human Body Scanning. No: *Environment. Technology. Resources: Proceedings of the 12th International Scientific and Practical Conference, Latvija, Rēzekne, 20.–22. jūnijs, 2019*.

Vol. 1. Rēzekne: Rezekne Academy of Technologies, 2019, 136.–141. lpp. ISSN 1691-5402. e-ISSN 2256-070X. Pieejams: doi:10.17770/etr2019vol1.4137.

91. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. R Core Team (2017).



Eva Lapkovska dzimusi 1986. gadā Bauskā. Rīgas Tehniskajā universitātē (RTU) ieguvusi inženiera kvalifikāciju apgērbu un tekstila ražošanā un profesionālā bakalaura grādu apgērbu un tekstila tehnoloģijā (2014), profesionālā maģistra grādu apgērbu un tekstila tehnoloģijā (2016). Kopš 2016. gada strādā RTU. Patlaban ir Elektrotehnikas un vides inženierzinātņu fakultātes Ergonomikas elektrotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas pētniece.

Zinātniskās intereses saistītas ar antropometrijas pētījumiem to lietojumam apgērba projektēšanas procesos un lielumatbilstības analīzē, apgērba ergonomiskumu, īpašuzdevumu apgērba projektēšanu, to kvalitātes kritēriju noteikšanu un novērtēšanu, cilvēka ķermeņa 3D skenēšanu, datorizēto projektēšanas sistēmu lietojumu apgērba projektēšanā un izpētē. Piedalās zinātnisko un praktiskas ievirzes projektu izstrādē un nozares ekspertīžu veikšanā.