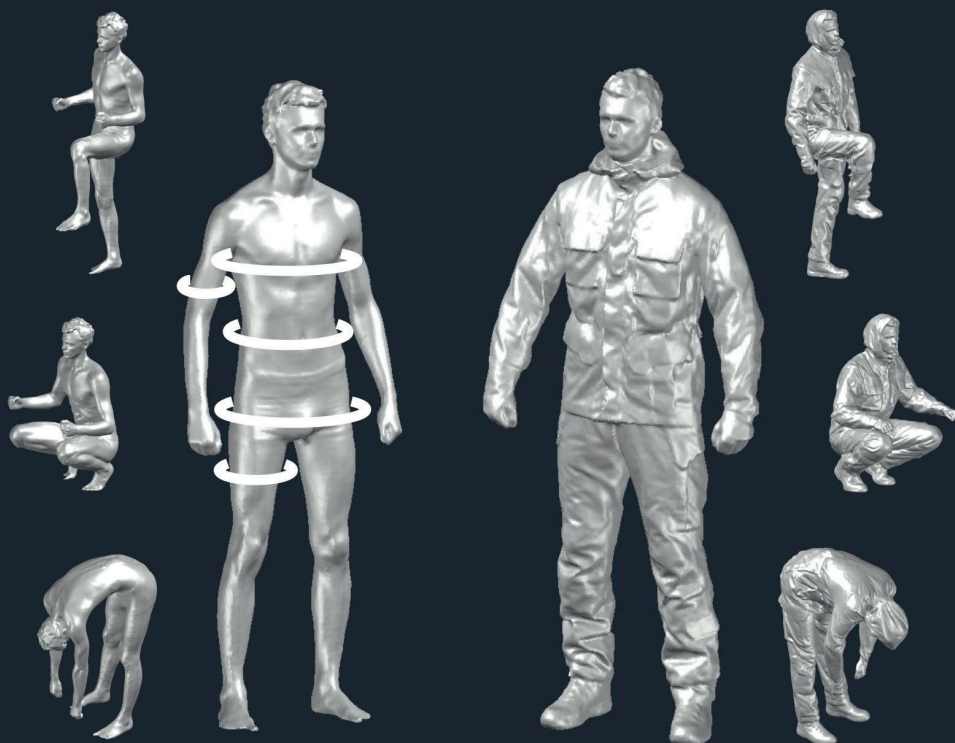


Eva Lapkovska

APĢĒRBA ANTROPOMETRISKĀS LIELUMATBILSTĪBAS UN ERGONOMISKUMA NOVĒRTĒŠANAS METOŽU PILNVEIDOŠANA

Promocijas darbs



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 darbs

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

Rīga 2022

Lapkovska E. Apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metožu pilnveidošana. Promocijas darbs. Rīga: RTU Izdevniecība, 2022. – 161 lpp.

Iespiests saskaņā ar promocijas padomes “RTU P-02” 2022. gada 23. februāra lēmumu, protokols Nr. 04030-9.2.2/3.



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.

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.

ANOTĀCIJA

Eva LAPKOVSKA „Apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metožu pilnveidošana” [Promocijas darbs] Rīgas Tehniskā universitāte, MLĶF, DTI, Rīga – 2022. - 161 lpp.

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 neatbilstoša 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 problēmjautājumiem, 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 rezultāti un secinājumi apkopoti darba noslēguma nodaļā.

Promocijas darbs sastāv no 4 pamatnodaļām, ievada un secinājumiem, tajā iekļauta skaidrojumu un saīsinājumu vārdnīca, kā arī attēlu un tabulu saraksts. Darba apjoms ir 152 lappuses pamatsadaļās, 161 lappuse kopā ar pielikumiem, darbā ir 75 attēli, 14 tabulas, 2 pielikumi un literatūras saraksts, kas satur 221 vienumu.

ANNOTATION

Eva LAPKOVSKA „*Improvement of methods for evaluation of anthropometric fit and ergonomics of clothing*” [Doctoral Thesis] Riga Technical University, FMSAC, IDT, Riga – 2022. - 161 pp.

The Doctoral Thesis describes the developed method for evaluation of the anthropometric fit and ergonomics of clothing, the topicality of the research is substantiated, the aim and tasks of the work are formulated, novelty and practical significance are described, theoretical and practical results are described, the approbation of the method is described. The Thesis describes the aspects of clothing design intending to identify the problems of different stages of clothing design, and to analyze the causation and consequences of placing fit-inappropriate and ergonomically inappropriate clothing on the market. It is concluded that to test the effectiveness of a set of theoretical and practical techniques, comprehensive methods for assessing the fit and ergonomics of clothing are needed. The components of the concept of clothing conformity, methods of clothing fit, and ergonomics evaluation and recommendations introduced for such evaluation in industry standards are discussed in the Doctoral Thesis. As a result of the analysis, an understanding of the principles of determining the conformity of clothing is formed, it allows to define the elements of the method – an algorithm for assessing the fit and ergonomics of clothing. The main problem in the existing approach is the separation of the descriptions of known methods and procedures – their interaction is not shown, as a result of which there is a lack of synergy to achieve results. Therefore, there is a need for a set of practical principles for assessing the fit and ergonomics of clothing, which would promote both the understanding of the parties involved about the parameters of appropriate clothing, as well as their evaluation and decision-making process.

Based on the performed research and the author's experience in the implementation of practical research on clothing fit problems, a method has been developed to evaluate the anthropometric fit and ergonomics of clothing with the aim to promote the efficiency of appropriate clothing selection processes. The concept of this method is outlined, its implementation and operation are described, specifying the structure and elements of the algorithm – parts of the process. The approbation of the method is described and the results of validation experiments with evaluation are included.

The results and conclusions of the Thesis are summarized in the final chapter.

The Doctoral Thesis includes 4 chapters, introduction, and conclusions, the glossaries of explanations and abbreviations, as well as a list of images and tables are included. The main part of the Thesis contains 152 pages, 161 pages with appendixes included, 75 figures and 14 tables, 2 appendixes and bibliography which include 221 sources.

SKAIDROJUMI, SAĪSINĀJUMI

abdukcija – ķermeņa locekļa atvirzīšana no ķermeņa viduslīnijas [1].

adaptēt – piemērot, pielāgot [2].

adukcija – ķermeņa daļas vai locekļa pievilkšana viduslīnijai [3].

adipozie audi – taukaudi – irdenie saistaudi, kuros ir daudz taukšūnu [4].

aizdare – atvērums, kas speciāli izveidots un aprīkots (kā) aizdarīšanai [5].

algoritms – Pēc stingri noteiktiem likumiem izdarāmu aprēķinu, darbību sistēma kāda rezultāta sasniegšanai [1].

antropoloģija – dabaszinātņu nozare, kas pētī cilvēka un cilvēka rasu fiziskās uzbūves attīstību [2].

antropometrija – 1. Antropoloģisko pētījumu metodika, kas saistīta ar dažādiem cilvēka auguma un ķermeņa proporciju mērījumiem; 2. Cilvēka fiziskās attīstības pētīšanas metode [1].

atbilstība – parādība, stāvoklis, kad kāda parādība atbilst citai parādībai [2].

augšupējā metode – attiecas uz metodi vai procedūru, kas koncentrējas uz atsevišķu sastāvdaļu specifiskajiem raksturlielumiem un virzās uz augstāko līmeni lēmumu pieņemšanai (angļu valodā *bottom-up method*). Radošajā domāšanā prāta vētru, kritiskajā domāšanā strukturēšanas un kategorizēšanas uzsākšanas forma.

avatārs – cilvēka ķermeņa trīsdimensiju digitāla versija, kas izveidota 3D vidē.

biomehānika – zinātne par bioloģisko audu un sistēmu mehānisko deformāciju un kustību likumsakarībām [6].

bodija – viendabīgs, parasti pieguļošs apģērbs (piem., blūze, krekliņš), kura augšdaļa ir savienota ar biksītēm; bodijas; torstriko [5].

CAD/CAM (*Computer aided design/Computer aided manufacturing*) – datorizētā projektēšana/datorizētā ražošana [7].

dorsāls – tāds, kas attiecas uz muguru, saistīts ar to; tāds, kas atrodas mugurpusē vai vērsts uz mugurpusi [2].

ekstensija (atliekšana) – ekstremitāšu vai citas ķermeņa daļas atliekšana [1].

ergonomija – mācība par cilvēka un tehnikas attiecībām [9].

ergonomika – zinātnes nozare, kas pētī apkārtējās vides pielāgošanu darba procesam [2].

ergonomisks - projektēts un izgatavots atbilstoši ergonomikas prasībām un standartiem [8].

fleksija – liekšana; saliekšana, saliekšanās; saliekums [9].

frontāls – tāds, kas vērsts (ar priekšpusi) pret skatītāju (piemēram, par celtņi) [2].

funkcionāls – saistīts ar funkciju, tai raksturīgs; tāds, kas atbilst savam uzdevumam [2].

gurnģērbs – jebkāda garuma ģērbs, kas, balstoties uz gurniem, daļēji vai pilnīgi aptver iegurni un abas kājas (atsevišķi vai kopā) [6].

holisms – uzskats, ka parādība jāpētī kā vienots veselums, nevis atsevišķas tās daļas [10].

IAL – individuālais aizsardzības līdzeklis [11] (skatīt šķirkli *PPE*).

iniciēt – ierosināt; uzsākt [1].

izmērs – 1. Lielums, ko konstatē mērijot; 2. Standartizēts lielums (parasti apģērbam, apaviem); šāda lieluma numurs [2].

katekse – psihoanalīzē domu vai jūtu koncentrēšana uz vienu ideju vai priekšmetu [9].

kifoze – fizioloģiskie mugurkaula dorsālie izliekumi krūšu un krustu daļā [12].

kinezioloģija – mācība par gribai pakļauto muskuļu kustībām, arī to lietošanu terapijā [9].

komponente – atsevišķa sastāvdaļa (fizikālam vai matemātiskam lielumam) [2].

konceptija – 1.Sistematizēti sakopoti uzskati par kādu parādību, procesu; 2.Uz teorētiskām atziņām balstīta priekšmeta, parādības vai notikuma būtības apraksts vai izskaidrojums; teorijas iedīgļis [1].

laterāls – tāds, kas attiecas uz sānu, saistīts ar to; atrodas sānos vai ir vērsts uz sāniem [2].

lejupējā metode – attiecas uz metodi vai procedūru ar visaptverošu faktoru izmantošanu kā pamatu lēmumu pieņemšanai, ar mērķi noteikt kopainu un visas tās sastāvdaļas (angļu valodā *top-down method*). Radošajā domāšanā domu karšu un problēmu kartēšanas, kritiskajā domāšanā hipotēžu pārbaudes uzsākšanas forma.

lielumošana, lielummainīšana, gradācija (papildu informācijai skatīt šķirklī “izmērs”) – metodes apgērba bāzes lekālu izmēru proporcionālai palielināšanai un samazināšanai saskaņā ar tipfigūru lielummēriem noteiktā izmēru sistēmā.

lordoze – fizioloģiskie mugurkaula ventrālie izliekumi kakla un jostas daļā [12].

manuāls – ar rokām veicams, darbināms [2].

mediāls – daļa ķermenī divās simetriskās pusēs – labajā un kreisajā (vidusplakne vērsta ventrāli-dorsālā virzienā) [13].

metode – veids, paņēmiens (kāda mērķa sasniegšanai); paņēmieni, principu sistēma, kas regulē praktisko vai teorētisko darbību [2].

novērtēt – 1.Vērtējot atzīt (kādu) par tādu, kam piemīt vai nepiemīt noteiktām prasībām atbilstošas īpašības, spējas, zināšanas u. tml.; 2.Vērtējot atzīt, noteikt (kā, piemēram, priekšmeta, telpas, parādības vai to īpašību) atbilstību noteiktām izmantošanas, arī gaumes, estētikas prasībām [2].

objektīvais – uz objektu attiecīgais, no subjekta neatkarīgais; raksturo no cilvēces neatkarīgu parādību eksistenci un patiesu zināšanu saturu [14].

piegrieztne – paraugs, šablons, pēc kura piegriež detaļu (kā, parasti apgērba, apavu) izgatavošanai [2].

plecģērbs – jebkura garuma ģērbs, kas, balstoties uz pleciem, daļēji vai pilnīgi aptver cilvēka ķermenī [6].

prototips – 1. Sākotnējais, vienkāršākais (kā vēlāk attīstīta) veidojums; kādas mašīnas, transportlīdzekļa u. tml. sākotnējais vai izmēģinājuma modelis; 2. Priekšmets, ko izmanto par (mērvienības) etalonu [2].

sagitāls – tāda, kas gareniski daļa (organismu, tā daļu) daļās pa labi un pa kreisi (paralēla mediālajai plaknei, perpendikulāra frontālajai plaknei) [13] (skatīt šķirkļus frontāls, mediāls).

savilktnis – 1.Rīks (kā) savilcei (1); 2.Detaļa (apgērbam), kas veido krokojumu [2].

sensorais – jutīgs, attiecināms uz sajūtu orgāniem [8].

sistēma – kopums, kopa, starp kuras elementiem, sastāvdaļām ir noteiktas attiecsmes un kurai ir noteiktas funkcijas [2].

skanatārs – cilvēka ķermeņa trīsdimensiju digitāla versija, kas izveidota, izmantojot 3D skenēšanu.

skenēšana – elektroniska virsmas vai attēla notaustīšana, elektronu staram virzoties pa šaurām, paralēlām joslām [6].

somatometrija – ķermeņa mērīšana [9].

somatomērs – somatomērs jeb, īsāk sakot, mērs ir cilvēka figūras mērgarumu vai arī citu mērlielumu, piem., masas, plecslīpes u. tml. leņķu noteiksme, kuras mērījuma vai aprēķina skaitlisko vērtību izmanto apgērbu antropometriskā samērīguma nodrošināšanai [6].

somatoskopija – ķermeņa apskate [9].

somatotips – ķermeņa uzbūves tips [9].

starpnozare – zinātnes, tehnikas, tautas saimniecības, mākslas u. tml. nozare, kas risina jautājumus, kuri attiecas uz divām vai vairākām citām nozarēm [5].

subjektīvs – saistīts ar subjektu, tam raksturīgs; saistīts ar indivīda psihi, personību, tā uzskatiem, pasaules uztveri [2].

taktils – saistīts ar tausti, tai raksturīgs [2].

tipfigūra (apgērba lieluma adresātu grupai) – telpiski vienkāršota antropometriski klasificēto ķermeņu forma, kuras standartizētajiem gabarītmēriem ir proporcionāli izskaitļots arī pārējo somatomēru vērtību kopums, lai ar šo formu reprezentatīvi pārstāvētu noteiktas dzimumvecumgrupas iedzīvotāju daļu, kas izrādītos komerciāli vai citādi vērtīgi ņemams patērētāju skaits [15].

transversāls – horizontāli daļa ķermenī daļās, kas novietota cita uz citas [13].

trīsdimensiju (3D) – telpiska vide (stereoskopiska), kurā visi objekti raksturojami ar trīs koordinātu vērtībām (atbilstoši ortogonālai Dekarta koordinātu sistēmai x, y un z asis, atbilstoši cilindriskai koordinātu sistēmai leņķis ϕ vai θ un attālums no sākumpunkta r un augstums h, kas ir perpendikulārs xy plaknei).

PPE – *personal protective equipment* (skatīt šķirkli IAL).

procentile – pētāmās parādības pazīmes vērtība, kas daļa variācijas rindu 100 vienādās daļās, tā ka katrā no tām nonāk 1% kopas vienību [6].

ROM (*Range of motion (movement)*) – kustības amplitūda [16].

uzlaide – gatavā gērba virsmu raksturojošā kontrolizmēra X_i un piegriezumdetāļas (vai tās šablona jeb lekāla) attiecīgā izmēra D_i mērgarumu algebrisko starpību $U_i = (D_i - X_i)$ veidojošo komponentu, galvenokārt vīļu un nolocījumu, platumi. Reizēm uzlaidēm pieskaita ne vien sašuvuma, rukuma un uzturējuma iestrādes, bet arī ieloču dziļumu, savilkumu, krokojumu u. tml. reljefās dekoratīvās apdares iestrādes.

vadmērs – apgērbu lielumu skalu noteicošais somatomērs, ko izmanto tipfigūru lielumam proporcionālo, sekundāro somatomēru aprēķināšanai; tā standartizētos garumus (galvas, krūšu, pakrūtes, vidukļa, gūžu apkārtmēru, augumu, delma garumu, kājas garumu, pēdas garumu) tieši vai netieši norāda apgērba preču lieluma marķējumos [6].

validācija – sistēmas pārbaude, ko veic tās izstrādāšanas beigu posmā, lai pārliciecinātos, ka sistēmas funkcionēšana atbilst iepriekš formulētajām prasībām [1].

ventrāls – vēdera, tāds, kas attiecas uz organisma vēderpusi [3].

virslaide – gatavā gērba virsmu raksturojošā kontrolizmēra L_i un to noteicošā tipfigūras lielummēra vai indivīda attiecīgā somatomēra M_i mērgarumu starpība $V_i = (L_i - M_i)$ vai (retāk) tās relatīvā izteiksme $V_i = 100V_i/M_i$ procentos [6].

SATURS

ANOTĀCIJA	4
ANNOTATION	5
SKAIDROJUMI, SAĪSINĀJUMI.....	6
ATTĒLU SAKAKSTS	10
TABULU SAKAKSTS	13
IEVADS.....	14
1. APĢĒRBA PROJEKTĒŠANAS ASPEKTI	23
1.1. Antropometrija.....	24
1.1.1. Antropometrijas metodes.....	26
1.1.2. Morfoloģiskie tipi, stāja un proporcijas.....	27
1.1.3. Antropometriskā dinamika.....	34
1.2. Izmēru sistēmas	38
1.3. Konstruēšana un tekstilmateriālu atlase.....	41
1.4. Datorprojektēšana un 3D tehnoloģijas.....	45
Pirmās nodaļas kopsavilkums un secinājumi	48
2. APĢĒRBA ATBILSTĪBAS ASPEKTI	50
2.1. Atbilstības jēdziena komponentes	51
2.1.2. Funkcionālā atbilstība	52
2.1.4. Antropometriskā lielumatbilstība.....	53
2.1.3. Ergonomiskums	54
2.1.1. Estētiskā atbilstība.....	57
2.2. Lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes	60
2.2.1. Objektīvas metodes	62
2.2.2. Subjektīvas metodes.....	65
2.4. Lielumatbilstība un ergonomiskums nozares standartos	67
Otrās nodaļas kopsavilkums un secinājumi.....	76
3. METODE APĢĒRBA ANTROPOMETRISKĀS LIELUMATBILSTĪBAS UN	
ERGONOMISKUMA NOVĒRTĒŠANAI.....	78
3.1. Metodes koncepcija	79
3.1.1. Metodes iniciācija.....	79
3.1.2. Metodes - algoritma elementi	82
3.2. Metodes darbība un realizācija	85
Trešās nodaļas kopsavilkums un secinājumi.....	100
4. IZSRĀDĀTĀS METODES APROBĀCIJA	102
4.1. Metodi validējošs eksperiments	102
4.1.1. Priekšizpēte un mērķgrupas izpēte.....	105
4.1.2. Antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma izvērtējums	111
4.2. Manuālo un bezkontakta somatomērījumu salīdzinājums.....	129
Ceturtnās nodaļas kopsavilkums un secinājumi	133
SECINĀJUMI UN REZULTĀTI	135
BIBLIOGRĀFIJA.....	138
PIELIKUMI.....	153

ATTĒLU SARAKSTS

1.1. att. Īpašuzdevumu apgērbu veidi.....	24
1.2. att. Industrijas vajadzības attiecībā uz antropometriskajiem datiem.....	25
1.3. att. Atšķirības kāju garumu proporcijās vienas ķermeņa augstuma grupas ietvaros.....	32
1.4. att. Ķermeņu pretskatu attēli - norādot dažādus kāju iekšgaruma līmeņus.....	32
1.5. att. Ķermeņa proporciju un profilstājas analīze, izmantojot 3D skenēšanas attēlus	33
1.6. att. Horizontālā un torša asij perpendikulārā krūšu apkārtmēra šķēlējplaknes.	33
1.7. att. Apgērbta ķermeņa skenējumi dinamiskās pozās.....	36
1.8. att. Neapģērbta un apģērbta ķermeņa skenējumu savietojumi, apģērba tangenciālā pārvietojuma mērījumi	37
1.9. att. Antropometriskās dinamikas mērījumu iegūšana ar 3D skenēšanas metodi	37
1.10. att. Vizuāla dinamisku pozu ieņemšanas spēju analīze.....	37
1.11. att. Tradicionāli lietotie vadmēri apģērba preču konfekcijlielumu marķēšanai.	38
1.12. att. Konceptuāls ietvars par izmēru sistēmu pētījumu sastāvdaļām un savstarpējām attiecībām	41
2.1. att. Funkcionālās atbilstības komponentes.	52
2.2. att. Ergonomiskuma komponentes.	55
2.3. att. Ergonomiska apģērba projektēšanas shēma (adaptēta ar autora korekcijām).....	56
2.4. att. Estētiskās atbilstības komponentes.	58
2.5. att. Lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas objektīvās un subjektīvās metodes.....	61
2.6. att. Lielumatbilstības vērtēšana.	61
2.7. att. Apgērbta slāņa attālumu no ķermeņa virsmas mērījumi transversālās šķēlējplaknēs..	64
2.8. att. Aizsargapģērba ergonomiskuma vērtējuma shematizācija pēc ISO 13688:2013.	69
2.9. att. Aizsargapģērba ergonomiskuma vērtējuma sastāvdaļas pēc EN 13921:2007.	71
2.10. att. ASTM F1154-99a procesa shematizējums.	72
2.11. att. ASTM F3031-17 procesa shematizējums.	73
3.1. att. Bikšu stakles bojājumu grafiskā analīze	79
3.2. att. Uniformas/darba apģērba pētījuma procesa shēma.....	80
3.3. att. Informatīvs plakāts kaujas uniformas lielumatbilstības pārbaudei (1.-2. posms).....	81
3.4. att. Informatīvs plakāts kaujas uniformas lielumatbilstības pārbaudei (3.-4. posms).....	82
3.5. att. Subjektīvā vērtējuma aptaujas anketas darbības shēmas piemērs.....	84
3.6. att. Lielumatbilstības rādītāju vērtējums Likerta skalā subjektīvā vērtējuma iegūšanai... ..	84
3.7. att. Ergonomiskuma rādītāju vērtējums Likerta skalā subjektīvā vērtējuma iegūšanai. ...	85
3.8. att. Algoritms apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanai.	86
3.9. att. Divi gadījumi (atzari) metodes lietojumam apģērba atbilstības novērtēšanai.	87
3.10. att. Algoritma daļa - jaunas problēmas risināšanai ieviešama apģērba novērtēšanas process.....	87
3.11. att. Algoritma daļa - valkāšanā/lietošanā esoša apģērba novērtēšanas process	90
3.12. att. Vispārīgas rīcības vadlīnijas īpašuzdevuma apģērba apgādes procesā ar lēmumiem par ekspertu piesaistes nepieciešamību.	97

3.13. att. Tradicionāla un uzlabota rīcībpolitika īpašuzdevuma apģērba iepirkumu organizēšanā.	98
4.1. att. VUGD darbinieku dežūrkakas tehniskais zīmējums.	103
4.2. att. VUGD darbinieku dežūrbikšu tehniskais zīmējums.	103
4.3. att. Pirmais realizējamais posms algoritmā.	105
4.4. att. Otrais realizējamais posms algoritmā.	107
4.5. att. Norādīto izmēru veidi dežūrjakām.	107
4.6. att. Norādīto izmēru veidi dežūrbiksēm.	108
4.7. att. Ķermeņa pozas/kustības dežūruniformu ergonomiskuma vērtēšanai.	110
4.8. att. Apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma subjektīvā vērtējuma anketa.	111
4.9. att. Trešais realizējams posms algoritmā.	112
4.10.att. Dotās izlases ķermeņa augstuma sadalījums un empīriskais kvantiļu-kvantiļu sadalījums (normālsadalījums pret izlases kopu).	113
4.11. att. Jaku izmēru analīze - krūšu apkārtmēru intervālu sadalījums.	114
4.12. att. Bikšu izmēru analīze - krūšu apkārtmēru intervālu sadalījums.	114
4.13. att. Vidukļa apkārtmēru sadalījums krūšu apkārtmēru grupās.	115
4.14. att. Jaku izmēru analīze - auguma intervālu sadalījums.	116
4.15. att. Bikšu izmēru analīze - auguma intervālu sadalījums.	116
4.16. att. Jaku izmēru sadalījums pēc norādītajiem izmēriem.	117
4.17. att. Bikšu izmēru sadalījums pēc norādītajiem izmēriem.	117
4.18. att. Izmēru sadalījums pēc iztvērumgrupas somatomērījumiem.	118
4.19. att. Dežūrkakas krūšu virslaižu analīze.	119
4.20. att. Dežūrkakas garuma virslaižu analīze.	119
4.21. att. Dežūrkakas piedurknes garuma virslaižu analīze.	120
4.22. att. Dežūrbikšu piejostas apkārtmēra virslaižu analīze.	120
4.23. att. Dežūrbikšu soļa vīles garuma virslaižu analīze.	121
4.24. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu uzvilšanas ērtumu.	122
4.25. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu izmēra atbilstību.	123
4.26. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu svaru.	123
4.27. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu aizdarņu un regulatoru ērtumu.	123
4.28. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu vaļīgumu.	124
4.29. att. Subjektīvs vērtējums par locītavu ierobežojumiem.	124
4.30. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu piedurkņu un staru garumu.	124
4.31. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu piedurkņu un staru garumu.	125
4.32. att. Subjektīvo vērtējumu rezultātu apkopojums - visa kopa (59 dalībnieki).	125
4.33. att. Subjektīvo vērtējumu rezultātu apkopojums - novērojumu kopa (22 dalībnieki)...	126
4.34. att. Subjektīvo vērtējumu rezultātu apkopojums - eksperimentu kopa (37 dalībnieki).	127
4.35. att. Apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma subjektīvā vērtējuma anketas vispārīga shēma.	128
4.36. att. Ilustratīvi – krūšu horizontālā apkārtmēra novietojums.	129
4.37. att. Ilustratīvi – krūšu horizontālā somatomērījuma iegūšanas paņēmieni	130

4.38. att. Bezkontakta (3D) un manuālo (drēbniecības) somatomēru salīdzinājums – 2.kopa	131
4.39. att. Manuālo un bezkontakta somatomēru salīdzinājums – 1.kopa.....	132

TABULU SARAKSTS

1.1. tabula Drēbniecībā noderīgi cilvēka ķermeņa stājas, proporciju un ķermeņa daļu formu rādītāji.....	30
2.1. tabula Komforta jēdziena sastāvdaļas	51
2.2. tabula Faktori apģērba vizuālas atbilstības novērtēšanai	58
2.3. tabula Shēmā lietoto simbolu skaidrojums.....	70
2.4. tabula Kustību/pozu apkopojums	74
3.1. tabula Jaunas problēmas risināšanai ieviešama apģērba novērtēšanas process	88
3.2. tabula Valkāšanā/lietošanā esoša apģērba novērtēšanas process	91
3.3. tabula Metodes lietojuma praktisko ieguvumu apkopojums.....	95
3.4. tabula Aspekti par metodes realizācijas iespējām un tās efektivitāti ietekmējošie faktori	96
4.1. tabula Procesa sastāvdaļu apkopojums	104
4.2. tabula Dežūrkaku izmēru komplekti	106
4.3. tabula Dežūrbikšu izmēru komplekti	106
4.4. tabula VUGD darbinieku pazīmju saraksts iepirkumu sastādīšanai	108
4.5. tabula Pētījuma dalībnieku demogrāfisko un antropometrisko rādītāju apkopojums	112

IEVADS

Sengrieķu filozofa Protagora teiciens “Cilvēks ir visu lietu mērs” (“*homo-mensura*”) ir uzskats, ka cilvēks ir visu lietu mērs un ka viss ir saistīts ar cilvēka izpratni un vērtējumu, un ka nav kādas vienas objektīvas patiesības. Tas darbojas visos laikos un ir viens no principiem cilvēkam radītu produktu kvalitātes vērtēšanā [17, 18, 19]. Apģērbs pētniecībā uzlūkojams kā vienota sistēma “cilvēks-apģērbs-vide” ar daudzskaitlīgiem un mainīgiem faktoriem, kas atrodas nemitīgā savstarpējā mijiedarbībā [20, 21]. Tāpat ir skatījums [21], ka apģērbs ir kā “pārnēsājama personīgā vide” ar mērķi aizsargāt cilvēka ķermeni, paaugstināt veselību un drošību, paaugstināt darbinieka veikspēju (efektivitāti) veicot darbu, vai pat paaugstināt ķermeņa funkcijas. Apģērbs var tikt uzlūkots arī kā cilvēka “otra āda”, un tas ir neatņemama cilvēka ikdienas funkcionēšanas sastāvdaļa, visbiežāk nosedzot pat 80% no ķermeņa virsmas, tādēļ visos apģērba projektēšanas posmos centrālais ir cilvēka ķermenis, šo pieeju definējot kā uz lietotāju centrētu dizainu [20, 21, 22, 23, 24]. Šāds uzskatu kopums noved pie starpnozaru jēdzienu un metožu integrēšanas apģērba produktu projektēšanā, problēmu formulēšanā un risināšanā, tajā skaitā ietverot ergonomikas, materiālzinātnes un citas inženierzinātņu jomas.

Cilvēka bioloģiskās eksistences likumsakarības vispirms izvirza galvenās tērpšanās prasības, kas ir hipotermijas (salšanas) vai hipertermijas (pārkaršanas) novēršana, drēbju komplektējumam kalpojot par siltumaiztures regulatoru. Savukārt, sabiedriskās dzīves likumsakarības izvirza komunikatīvās tērpšanās prasības, vēstījot piederību pie kādas sociālās lomas – dzimums, vecums, nodarbošanās, politiskās un reliģiskās attiecības. Kā trešā pakāpe ir individualitātes veidošanās ar attiecīgām tērpšanās izvēlēm. Kā nozīmīgi faktori apģērba izvēlē var tikt izdalīti gan sociālie, gan ekonomiskie, gan vides un fizioloģiskie faktori. Turklāt sevišķi ņemot vērā to, kādā fiziskā stāvoklī ir cilvēks – runājot par vecumu, veselības stāvokli, ķermeņa uzbūvi, ķermeņa fizioloģiskajām reakcijām, aktivitātes līmeni u. c. [25]. Strauji mainīgā mūsdienu pasaule kalpo par mūsdienu cilvēka ķermeņa un dzīves kvalitātes izaicinājumiem, kas saistāms ar klimata pārmaiņām, uztura sastāva un ēšanas paradumu maiņām, progresu medicīnas nozarē, globalizāciju, tehnoloģisko attīstību, migrāciju un mainīgo dzimumu normu izpratnē [26, 27].

Globālā tirgus procesi nodrošina brīvu apģērba apriti starp dažādu reģionu valstīm. Piemēram, saskaņā ar *Ellen MacArthur Foundation* datiem apģērba industrija ar vērtību 1,3 triljoni ASV dolāru pasaulē nodarbina vairāk kā 300 miljonu cilvēku, veidojot 60% no visas tekstila industrijas [28]. Dažāda veida ģērbu projektēšana, ražošana un izplatīšana atšķirīgos reģionos var tikt balstīta uz dažādām izmēru sistēmām, kas radīta uz antropometriskajiem datiem/parametriem raksturīgiem konkrētā reģiona populācijai. Tādēļ ne vienmēr mērķa tirgus patērētājam atbilst izmēru sistēma, uz kā balstīta konkrētā sortimenta izstrāde [29]. Pircēji vēlas iegādāties kvalitatīvus produktus, kas apmierina gan funkcionālās, gan komforta prasības, turklāt to izvēles var ietekmēt modes tendences, apģērba estētikas izpratnes, kultūras un sociālās normas, laka gaitā iedibinājušies iepirkšanās paradumi un dažādās pieredzes [30].

Apģērba ražošanas industrijā tiek identificētas problēmas, liekot uzdot jautājumus: vai lietotās metodes bāzes konstrukciju izstrādē ir pietiekami pamatotas/adekvātas; vai izmēru standarti un mērīšanas shēmas nav novecojušas; vai mainās izmēru sistēmas kādā populācijā

(piemēram, cilvēku migrācijas, tautu sajaukšanās un citu populāciju ietekmējošu norišu aspektā); vai ražotāji pietiekami atšifrē informāciju patērētājiem [31]. Plašražošanā caur meklējumiem radīt produktus, kas iespējami precīzāk atbilst pircēju vajadzībām un vēlmēm, balstās uz t. s. “*lean thinking*” principiem ar mērķi veikt labāko darbu ar mazākiem zudumiem un atlikumiem. Uzdevums ir radīt atbilstošākus produktus, kas kalpo ilgāk, saskatot ar centieniem virzīties uz ilgtspējību apģērba patēriņa aspektā un vides saudzēšanu [31]. Eiropas Savienības ziņojumā “*Textiles and Clothing Manufacturing: Vision for 2025 and Actions Needed*” [32], kas ietver inovāciju, resursu, preču aprites, izglītības un informācijpratības jautājumus, daudzskaitlīgu rekomendāciju vidū ir norādīts, ka atbalstāmas darbības, kas vērstas uz patērētāju izpratni produktu individualizācijas veicināšanai. Mērķu sasniegšanai veicināma sadarbība ar dažādām jomām un pētniecības iestādēm, arī standartu izstrāde. Ziņojumā identificētas tehnoloģiju vajadzības ražošanā un klientu apkalpošanā, tajā skaitā arī 3D mērījumi izmēru sistēmu kvalitātes sekmēšanā.

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 apģērbu 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 arī nav caurredzams – ražotājs lieto iepriekš praksē aprobētus lekālus, par kuru ieejas datiem vairs nav informācijas. Visbeidzot, lietotājs saņem apģērbu, kas nav atbilstīgs, turklāt arī neprot pamatot neatbilstības. Ja ikdienas apģērba patērētājam ir izvēle atteikties un nevalkā neatbilstošu apģērbu, 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 specifikā ir pieeja, kā sekmēt lielumatbilstīga un ergonomiska specapģērba apgādi.

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 problēmjautājumiem 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.

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.

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

- Izpētīt un salīdzinoši izanalizēt standartizētas apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes.
- Izstrādāt apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes algoritmu, kas balstīts pētījumos pamatotos praktiskos principos.
- Pārbaudīt un aprobēt izstrādātās metodes darbības algoritmu – novērtēt noteikta īpašuzdevumu 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 īpašuzdevumu 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 darba 1.pielikumā.

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.

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.

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 antropometrisku punktu definēšanu sasaistē ar reālu cilvēka ķermeni, virzot virtuālu rīku un valkājamu produktu izstrādes attīstītu [33].

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., Siliņa, 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 autora 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, Gante, 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.
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).

Autora 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

Projektēšana un attīstīšana ir jauna, paredzētajām funkcijām atbilstoša objekta, arī apģērba, radīšanas process [34]. Apģērba atbilstība ir kritisks produkta kvalitātes rādītājs un mērķauditorijas apmierinātības faktors, turklāt gala lēmumu par apģērba atbilstību pieņem tieši valkātājs jeb patērētājs, tādēļ dažādās savstarpējās attiecībās ir nozīmīgi atbilstības jēdzienā ietveramie faktori, izrietoši no apģērba veida un tā mērķa, piemēram, estētiskā atbilstība, komforts un ergonomiskums [35]. Blakus tādiem rādītājiem kā apģērba estētiskā un funkcionālā atbilstība, tā mijiedarbību ar cilvēka ķermeni un pielāgošanos darba procesiem raksturo arī ergonomiskums, ietverot antropometrisko lielumatbilstību, spēju veikt kustības, arī higiēniskos rādītājus un psihofizioloģiskās ietekmes. Promocijas darba ietvaros apģērba antropometriskā lielumatbilstība uzlūkota kā tā lieluma (izmēra) un formas atbilstība cilvēka ķermeņa izmēriem un formai. Savukārt ar ergonomiskumu saprotami produktu risinājumi cilvēka vajadzībām – valkātāju spējai veikt ikdienas pienākumus un/vai taktiskos uzdevumus, piemēram, darba kustības, vai citas aktivitātes.

Promocijas darba pētījums ir vērsts uz funkcionālā jeb īpašuzdevumu apģērba specifiku. Analizējot terminoloģiski, var uzskatīt, ka viss apģērbs ir funkcionāls, ja ņem vērā tiešo jēdziena “funkcionāls” skaidrojumu jeb definīciju - saistīts ar funkciju, tai raksturīgs; atbilst savam uzdevumam [2]. Tādā gadījumā funkcionalitāte no apģērba viedokļa vispārēji interpretējama kā apģērba izmantošanas iespējas atkarībā no tā veida un lietojuma mērķa, valkātāja specifiskajiem uzdevumiem un apģērba taktiskās nozīmes. Citādi “funkcionālais apģērbs” var tikt definēts kā termins, kas ietver visus tāda veida apģērbus vai komplektus, kas ir īpaši izstrādāti, lai sniegtu lietotājam iepriekš noteiktu darba atvieglojumu vai funkcionalitāti, un kas pārsniedz ikdienišķās funkcijas [36]. Līdz ar to, uzsverot funkcionalitātes aspektu, tiek lietoti arī līdzīgi jēdzieni: “speciālu uzdevumu” (speciālais) un “īpašuzdevumu” apģērbs kā analogi lietojami terminam “funkcionāls” apģērbs. Promocijas darba ietvaros līdzīgā nozīmē, taču ar uzsvaru uz terminu “īpašuzdevumu apģērbs”, lietoti visi augstāk minētie jēdzieni, raksturojot apģērbu ar specifisku uzdevumu un lietojumu.

Projektējot īpašuzdevumu apģērbu, tiek domāts par tā mērķi, taktisko uzdevumu un – mazākā mērā – par to, kā tas izskatīsies [21], tātad atšķirībā no modes precēm funkcionālā apģērba projektēšana balstās specifiskās patērētāja vajadzībās [36, 37], 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). Tātad kopumā secināms, ka īpašuzdevumu apģērbs ir mērķtiecīgs, funkcionāls un arī estētisks [34].

Īpašuzdevumu apģērba klāsts ir plašs un dažāds (tā veidi un risku raksturojuma apkopojums dots 1.1. att.), pielietojot 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 dažāda veida sportisti). Mērķauditorijas pārstāvji var būt arī ratīņkrēslu

lietotāji, cilvēki ar ierobežotām pārvietošanās/kustību spējām, insultu pārcietušie, artrīta un Alcheimera slimnieki, vecāka gadagājuma cilvēki un grūtnieces, u. c. [34, 38].



1.1. att. Īpašuzdevumu apģērba veidi [39].

Promocijas darba 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.

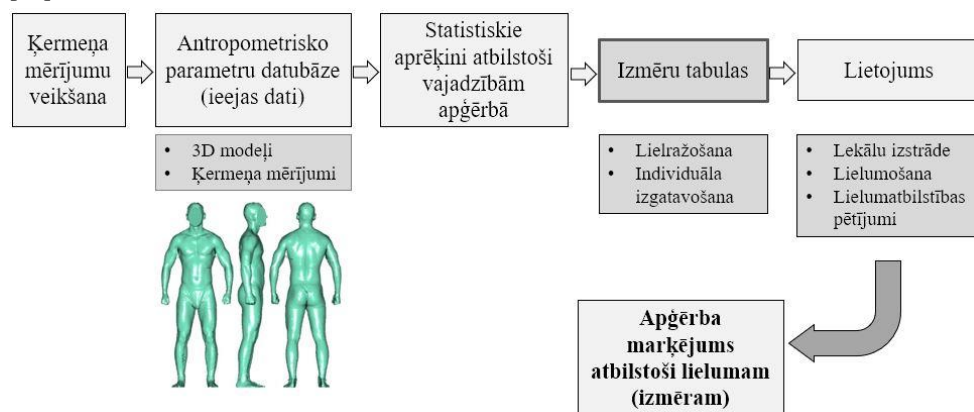
1.1. Antropometrija

Tā sauktās modernās antropoloģijas mūžs tiek lēsts ap 150 gadus ilgs, lai gan pats jēdziens “antropoloģija” zināms jau kopš 16. gadsimta beigām [26]. Cilvēka ķermeņa mērījumu metodiku aizsākumu saista jau ar 15. gadsimta beigām pēc Leonardo Da Vinči radītā Vitruvija cilvēka (*Vitruvian man*), kas veidots romiešu arhitekta *Marcus Vitruvius Pollio* teoriju iespaidā par cilvēka ķermeņa proporcijām, kam izplestu roku platums vienāds ar cilvēka augumu [26, 40]. 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 [15, 26, 41]. Apgaismības laiku antropometrijas pētījumos un mērījumu metožu un standartu ieviešanā ieviesis 19. gadsimta sākums [42], atzīmējot Beļģu matemātiķa *A.Quetelet* pētījumus ar 1844. gadā publicētajiem biežuma sadalījumiem populācijas grupās, kā arī *W.B.Pollock* pirmo patentu ķermeņa mērīšanai sistēmai [34]. Savukārt, par antropometrijas pētījumu aizsākuma posmu Latvijā uzskata 20. gadsimta

sākumu ar profesora Gastona Viktora Bakmana vadītajiem un turpmākajiem Jēkaba Prīmaņa pētījumiem. Jaunākais izdevums par fiziskās antropoloģijas vēsturi Latvijā seko vien mūsdienās Duļevskas un Umbraško izdevumā “Praktiskā antropoloģija” [26].

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) [42, 43]. Un 1860. gadā *Dr. Hanry Wampen* pētījumi, analizējot cilvēka virsmas anatomiju, pierāda, ka antropometrijas zināšanas ir pielietojamas apģērbu konstruēšanā [44, 45].

Par efektīvāko risinājumu labas apģērba lielumatbilstības un adekvātu izmēru sistēmu izstrādē uzskata piemērotu antropometrisku datu lietojumu, izmantojot efektīvu cilvēka ķermeņa mērīšanu. Mērķis ir rast saderību starp apģērba valkātāju un produktu [46] (saprotams, ka apģērbs nav cilvēka ķermeņa virsmas tiešs izklājums, tādēļ iegūtie mērījumi neatspoguļo produkta izskatu tiešā mērā, tomēr to nepastarpināti ietekmē). Kā mūsdienu problēmjautājumi apģērbu jeb drēbniecības antropometrijā iezīmējas adekvātu ķermeņa mērījumu iegūšanas iespējas, datu analīze realizēšanai efektīvas izmēru sistēmās, kā arī tālāka sistēmu izmantojamība tirgzinībās valkātāju apmierinājuma sekmēšanai [47]. Izpratni par cilvēka ķermeņa dažādību izmēros, formās un proporcijās pieprasa uz lietotāju orientēta dizaina realizēšana. Autora *Croney* skatījumā antropometriskie dati, turklāt gan statikā, gan dinamikā kalpo projektētājiem par pamatu (autors to nosaucis par “armatūru”) mēriem, ap kuriem radāmas idejas [25]. Dati par dažādām populācijām pasaulē variē gan kvantitatē, gan kvalitātē, ko vienmēr ietekmējis procesa laikielīpīgums un dārdzība. Klasiskajā antropoloģijā pētījumus atkārtoti ik pēc 10 gadiem [26], jo laika gaitā populāciju var skart dažādas izmaiņas, taču atkārtota izpēte joprojām ir sarežģīta [31, 40]. Arī nozares standartā *ISO 8559-3:2018 “Size designation of clothes. Methodology for the creation of body measurement tables and intervals”* (1.2. att.) rezumētas industrijas vajadzības attiecībā uz antropometriskajiem datiem un to sistematizāciju [48].



1.2. att. Industrijas vajadzības attiecībā uz antropometriskajiem datiem [48].

Pie praktiskās antropometrijas mērķiem drēbniecībā uzskaita: standartu uzlabošanu apģērba piemērotības, izmēru un veiktspējas jomās; projektēšanas procesu uzlabošanu (konstruēšana, modelēšana); izmēru sistēmu balstīšanas veicināšana uz zinātniskiem pierādījumiem (lielumošana); cilvēka faktoru izpratnes veicināšanu (piemēram, speciāls apģērbs, apģērbs cilvēkiem ar kustību traucējumiem un centrālās nervu sistēmas bojājumiem); principu izpratni par cilvēka novecošanos un stāju, kā arī izpratnes pilnveidošanu par datu pārvaldības un analīzes principiem apģērba projektēšanas attīstīšanai [47].

Speciālu uzdevumu ekipējuma un apģērba (piemēram, 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 (lielumatbilstības) parametru apkopojums, ņemot vērā darba un īpašuzdevuma apģērba specifiku.

1.1.1. Antropometrijas metodes

Fiziskajā antropoloģijā cilvēka ķermeņa uzbūves pazīmju iedalīšanai iedala divas grupas [26]:

- 1) somatoskopiskās pazīmes, kad objekts tiek apskatīts un aprakstīts, vērtējot, piemēram, muguras izliekumus, krūškurvja un vēdera formu, sieviešu krūšu dziedzerus pēc lieluma, formas un novietojuma, kā arī raksturojot skeletu un mīkstos audus (muskuli, adipoze audi, dabīgie veidojumi, rētaudi u. c.);
- 2) somatometriskās pazīmes (somatomērījumi), kad, lietojot antropometrijas instrumentus, iegūst kvantitatīvas pazīmes to tālākai izpētei (piemēram, lineārie mērījumi – projekcijas (augstumi, dziļumi) un taustmēri (diametri / caurmēri); lokveida mērījumi – līmeniskie (apkārtmēri, platumi) un gareniskie (garumi, loki); šķelējplaknes (frontālas, transversālas, sagitālas)).

Cilvēka ķermeņa pazīmes var noskaidrot, izmantojot tradicionālās antropometrijas metodes, kas pazīstamas kā manuālas mērīšanas metodes jeb kontaktmetodes ar tradicionālu mērinstrumentu lietojumu – antropometrs, mērlente, cirkuļa kalipers, bīdmērs un svāri, 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 [49]. 21. gadsimta sākumā kontaktmetodes sākusi aizstāt telpiskā (3D) skenēšana. Bezkontaktmetožu priekšrocības ir, ka salīdzinoši ātri un vienlaicīgi var iegūt lielu skaitu mērījumu, un ka iegūtie attēli vai 3D ķermeņa modeļi ir atkārtoti pieejami un izmantojami papildu rādītāju iegūšanai. Ķermeņa uzbūves padziļinātai izpētei nozīmīgi ir pieejamie sistēmu rīki dažādu šķelējplakņu izgūšanai un mērīšanai. Tāpat pie būtiskām priekšrocībām pieskaita arī apstākļus, ka nenotiek mērāmās personas un mērītāja fizisks kontakts pieskārienu rezultātā, piemēram, atvieglojot tādu potenciāli mulsinošu mēru iegūšanu, kā stakles augstums (kājas

iekšgarums), caurstakles loki u. tml. mērījumi. Lielākoties arī mērījumu datu izgūšana to statistiskai apstrādei ir sistēmas operatoram draudzīga, kā arī 3D modeļi eksportēšanas rezultātā ievietojami citās 3D sistēmās, piemēram, produktu prototipēšanai, vizualizācijām, animācijām, 3D printēšanai un frēzēšanai.

Antropometrisko datu iegūšanai un datu bāzu sastādīšanai kalpo dažādu nozares standartu rekomendācijas [50, 51, 52, 53, 54], kuru mērķis ir vispārīgu prasību jeb vadlīniju ieviešana pētījumu un tajos iegūto datu uzticamības un lietojamības veicināšanai. Ikvienā metodē mērījumu uzticamībai nozīmīgs posms ir antropometrisko punktu definēšana un fiksēšanas uz ķermeņa, kas atbilstoši metodei pakļauts speciālista zināšanu un iemaņu līmenim, instrumentu un iekārtu lietošanas īpatnībām, kā arī datorizēto sistēmu darbības uzstādījumiem. Turklāt jāņem vērā, ka ir mērījumi, kuru iegūšana nav iespējama bez palpācijas (izmeklēšana, taustot cilvēka ķermeņa mīkstos audus) antropometrisko punktu identificēšanai (īpaši medicīnā un sportistu antropometrijā). Antropometrisko pētījumu īstenošanai ir vairāki nosacījumi:

- mērījumus drīkst veikt tikai speciālisti, kas ir trenēti konkrētās metodes īstenošanai;
- nav pieļaujama mērītāju (antropometristu) nomaiņa viena pētījuma ietvaros;
- jāseko mērījumu metodei – jāņem vērā, ka atsevišķu somatomēru iegūšanai var būt nepieciešama divu antropometristu iesaiste;
- mērinstrumentiem jābūt sertificētiem un kalibrētiem;
- atkarībā no jomas, tās standartiem un lietotajiem instrumentiem, jāseko līdzī pieļaujamajai mērījumu kļūdai [26].

Nozīmīgi, ka par populācijai (ģenerālkopai) kopumā raksturīgajiem antropometriskajiem parametriem pietiekami pamatoti var spriest, novērojot arī tikai reprezentatīvu daļu no interesējošās populācijas – izlasi jeb iztvērumu (tas saistīts ar to, ka empīriskā sadalījuma rindā populācijas antropometrisko datu sadalījums raksturojams ar normālsadalījuma diferenciālās funkcijas līkni³). Iztvēruma atļasei jāievēro konkrētās populācijas veids, empīriskais sadalījums un tā klasifikācija, lai atlasītu konkrētus datu klasterus un/vai slāņus.

Noteiktas mērķgrupas antropometrisko profilu aktuālie dati ir priekšnosacījums lielumatbilstīga apģērba projektēšanai un izmēru sistematizācijai, taču problēmas ar dažādu dienestu personālsastāva (īpašuzdevumu apģērba 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.

1.1.2. Morfoloģiskie tipi, stāja un proporcijas

Pie totālajām morfoloģiskajām pazīmēm pieskaita ievērojamākās cilvēku ķermeņa antropometriskās pazīmes, proti, ķermeņa augstumu (augumu), krūšu perimetru un masu. Ar šiem somatomērījumiem raksturojami cilvēka ķermeņa augšanas procesi un fiziskā attīstība. Ķermeņa raksturlielumu atšķirības (piemēram, kā galvenās – svars, auguma garums, apkārtmēri

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

un arī forma [43, 55, 56]) dažādu populāciju vidū saistītas ar ģeogrāfisko novietojumu un reģiona klimatiskajiem apstākļiem, ģenētiskajiem un uztura faktoriem, kā arī sociālo vidi [57]. Cilvēka ķermeņa uzbūves konstitucionālos tipus jeb somatotipus klasificē pēc organisma morfoloģiskajām un funkcionālajām īpašībām, ko nosaka ne vien pēc skeleta, muskulatūras un zemādas taukaidu, bet arī ķermeņa daļu proporcionalitāti – viduma un ekstremitāšu garuma un platuma (vizuāli uztveramo diametru) attiecībām. Pastāvot atšķirīgām (dažādu pētnieku, dažādos laikos izstrādātām) cilvēka ķermeņu klasifikācijām, kas lietojamas atbilstoši jomas vajadzībām un raksturojumu detalizācijai, apgērbā nozarē plašāk zināms un zinātniski pamatots (pretstatā cilvēku konstitucionālo dažādību patvaļīgai iedalīšanai somatoskopiski diskretās kategorijās) ir ASV psihologa Viljama Herberta Šeldona (*William Herbert Sheldon*, 1898-1977) iedalījums 3 morfoloģiskajos tipos: mezomorfs, ektomorfs un endomorfs [15, 26, 31, 58]:

- ektomorfs – garas, stiegrainas, smalkas miesas būves, ir grūtības izveidot muskuļu masu;
- mezomorfs – muskuļots, labi veidots augums, ātra vielmaiņa, viegli uzaudzēt muskuļus;
- endomorfs – liels ķermenis, plats, vieglāk uzaudzēt tauku kā muskuļu masu, sievietēm ne reti platāku ķermeņa lejas daļu.

Šos tipus V.H.Šeldons saistīja arī ar psihoemocionālajām īpašībām un izstrādāja specifisku sistēmu, kas tomēr tika apstrīdēta no tālākiem sekotājiem. Vispārināta, matemātiski aprakstāma morfoloģisko tipu struktūra un metodoloģija plašam un automatizējamam lietojumam tomēr nav izveidota. Tas skaidrojams ar to, ka morfoloģisko tipu iedalījums balstāms, galvenokārt, mīkstajos, visbiežāk adipozajos, audos (šie audi nav viennozīmīgi raksturojami un tiem raksturīga lielāka mainība nekā citiem cilvēka ķermeņa audiem), pretstatā stājai – tās klasifikācija balstīta, galvenokārt, skeletāli nosakāmajos antropometriskajos raksturpunktos.

Cilvēka stāja atspoguļo ķermeņa fizisko attīstību, balsta un kustību aparāta attīstību, simetriskumu, spēju noturēt ķermeni vertikāli statiskā pozā, pārvietojoties un veicot kustības ikdienā. Pie stāju ietekmējošiem faktoriem min iedzimtību, dzimumu, vecumu, ķermeņa lielumu, kaulu uzbūvi, fizisko slodzi, vidi, uzturu, kā arī psihiskos faktorus. To vērtē pēc mugurkaula (kakla un jostas lordozes dziļuma) un krūškurvja formas, galvas, plecu joslas un iegurņa joslas stāvokļa, apakšējo ekstremitāšu novietojuma un garuma simetrijas [59,60,61]. Turklāt mūsdienu apstākļos mazkustīgs dzīvesveids, sēdošs darbs un viedierīču lietošanas paradumi ir veicinoši faktori stājas izmaiņām, kad šāda dzīvesstila ietekmes noved pie dažāda veida mugurkaula deformācijām [62].

Par cilvēka ķermeņa stājas galveno raksturotāju uzskata mugurkaula formu (mediālajā plaknē “S” veidā izliekto), un mugurkaula 4 fizioloģiskos izliekumus: 2 uz priekšu izliektās lordozes (kakla un jostas) un divas atpakaļ izliektās kifozes (krūšu un krustu). Tradicionāli izdalīti stājas galējie tipi, kur profilstāju (torsa stāja sānkatā) iedala:

- 1) normāla/līdzsvarota jeb tipāla stāja;
- 2) stalta jeb plakanā stāja (vāji mugurkaula izliekumi);
- 3) kumpā (dziļāka kakla lordoze);
- 4) lordotiska (padziļināta vidukļa jostas lordoze);
- 5) kifotiskā (gan kakla, gan vidukļa jostas lordožu padziļinājumi).

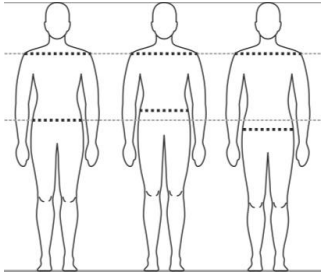
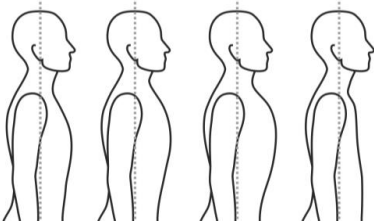
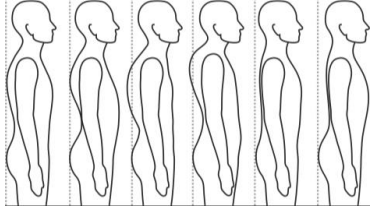
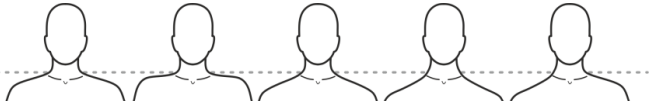
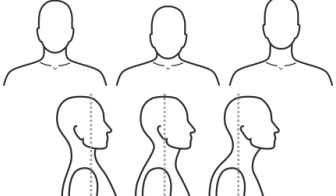
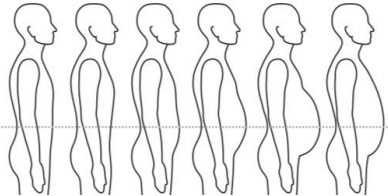
Apģērbu konstruēšanā stājas pazīmēm pieskaita arī plecu slīpumu, kad frontālstāju (torsa frontālā stāja) pēc plecslīpes projekcijaugstuma pazīmes iedala:

- 1) tipāla jeb normāla;
- 2) taisnplecu (horizontālāka par tipālu);
- 3) šļaupplecu (slīpāka par tipālu).

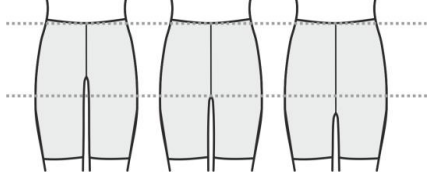
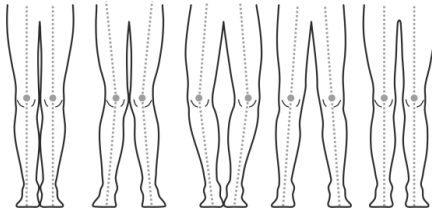
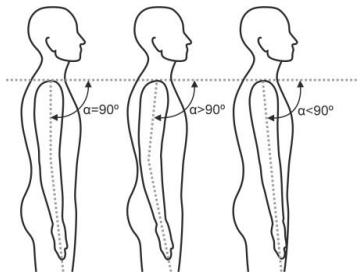
Līdz ar to nozīmīga ir šo dažādo stājas pazīmju ievērošana apģērba projektēšanā (plecu griezummalas slīpums, lāpstiņu daļas iešuves atvērums, mugurkakles augstums, piedurknes plecgala pārvirze, krūšu iešuves atvērums un virsotne u. c.), kā arī antropometriskajā standartizācijā, tradicionāli neatspoguļojot stājas parametru mainīgumu, lai varētu koriģēt piegrieztas netipālās stājas figūrām. Piemēram, Krievijā izstrādātā disertācijā [63], kuras izpētes objekts ir automatizēta apģērba projektēšana, ņemot vērā stājas īpatnības, norādīts, ka ilggadīgos pētījumos noskaidrots, ka figūru sastopamība ar līdzsvarotu stāju nepārsniedz 25-30 %. Minētās disertācijas autore secinājumos piedāvā kā informatīvu mēru bāzes konstrukciju modifikācijām lietot plecu augstumu, kas raksturo plecu slīpumu, kā otru – korpusa stāvokli un trešo – vidukļa dziļumu, kas raksturo muguras kontūras izliekumus [63].

Apģērba atbilstības veicināšanai ņem vērā ne vien stājas rādītājus, bet arī ķermeņa daļu savstarpējos proporcionalitātes rādītājus un ķermeņa daļu formu veidus, kā arī figūras formu veidojošo mīksto audu veidus un novietojumu. Piemēram, iepriekš minētās muguras formas pazīmes plašāk lietojamas individuālā apģērba izgatavošanā, un atbilstība atkarīga no staltuma/kumpuma pakāpes [64]. Savukārt, plecu formu izdala kā izšķirošu plecģērbu atbilstībā, piemēram, labu rezultātu paredz, ja apģērbam ir laba atbilstība zonā starp kakla līmeni un transversālu paduses zemākā līmeņa līniju [64]. Netipālu krūškurvja formu figūrām (piemēram, riņķveidīgu) pēc tipālajām piegrieztām darinātie plecģērbi nav līdzsvarā ap valkātajū, izraisot konstruktīvos defektus [65], un plecģērba mugurdaļas saīsinājumu var izraisīt t.s. vēderīgums (izteikts vēdera izvirzījums [64]. Attiecībā uz ekstremitātēm, tipālās pamatpiegrieztas koriģē atbilstoši kāju formai pēc drēbniecībā sastopamā iedalījuma O, X, A un II kājas, savukārt roku anatomiskās īpatnības prasa piedurkņu konstruktīvu vai higo-termisku formmaiņu, lai ar piedurknes formu atveidotu delmam raksturīgo ieliekumu elkonī. Iepriekš aprakstītie un citi drēbniecībā noderīgi stājas un proporciju rādītāji apkopoti 1.1. tabulā [15, 31, 56, 60].

Drēbniecībā noderīgi cilvēka ķermeņa stājas, proporciju un ķermeņa daļu formu rādītāji

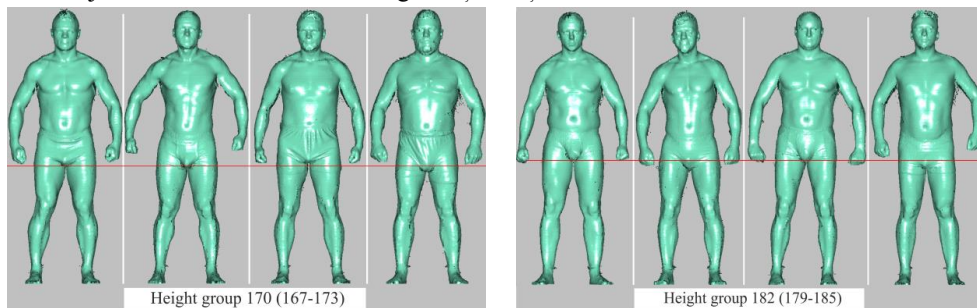
Nr. p. k.	Rādītāja raksturojums un attēli
1.	Kāju - rumpja attiecības: proporcionāls, īss rumpis/garas kājas, garš rumpis/īsas kājas. 
2.	Disbalanss krūškurvja priekšdaļā: normāls, viegli izvirzīts, izteikti izvirzīts, iekritis, ar izteiktu muskulatūru. No krūšu muskuļiem ievērojamākie ir lielais krūšu muskulis (<i>m. pectoralis major</i>) un priekšējais zobainais muskulis (<i>m. serratus anterior</i>). 
3.	Muguras forma: Dažādos iedalījumos var ietilpt: normāla, apaļa, izliekta, kumpa, plakana, stāvatliekta. Ievērojamākie - trapecmuskulis (<i>m. trapezius</i>) un platais muguras muskulis (<i>latissimus dorsi</i>). 
4.	Plecu tipi: Normāli, taisni (stūraini), nedaudz slīpi, izteikti slīpi, dažādas asimetrijas, kad viens vai otrs plecs ir atšķirīgs slīpuma pakāpē. 
5.	Kakls: Kakla augstumi: normāls, izteikti īss, izteikti garš. Kakla stāvoklis: galva uz mugurpusi, normāls, galva uz priekšu. Uzmanību pievērš galvas grozītājmuskulim (<i>m. sternocleidomastoideus</i>). 
6.	Vēdera forma: normāls, plakanisks, nedaudz izvirzīts, izvirzīts, liels, “alus” vēdera tips. Aplūko vēdera taisno muskuli (<i>m. rectus abdominis</i>) un vēdera ārējo slīpo muskuli (<i>m. obliquus externus abdominis</i>). 

1.2. tabulas turpinājums

Nr. p. k.	Rādītāja raksturojums un attēli
7.	Sēžamvieta: normāla, smagnēja, izteikta, izteikti izvirzīta, plakaniska, viegli ieliekta bez sēžas. Lielais gūžu muskulis (<i>m. gluteus maximus</i>). 
8.	Stakles augstums: īsa, normāla, gara. 
9.	Cisku uzbūve: tievas, smagnējas ciskas, izteikti muskuļi, resnas ciskas. Apakšējās ekstremitātēs jāpazīst drēbniekmuskulis (<i>m. sartorius</i>), ciskas četrgalvainais muskulis - kvadricepss (<i>quadriceps femoralis</i>), ciskas divgalvainais muskulis (<i>m. biceps femoris</i>). 
10.	Kājas: normālas, ceļgalu savērsums uz centru, ceļgalu savērsums uz āru, izteikti arkveida kājas (<i>bow legged</i>), izteikti ceļgali vai ikri. Vērā ņemami - Liela trijgalvainais muskulis (<i>m. triceps surae</i>), ko veido 2 ikru muskuļa galvas (<i>m. gastrocnemius</i>) un plekstveida muskulis (<i>m. soleus</i>), Ahileja cīpsla (<i>Achilles tendon</i>). 
11.	Rokas: Sānskatā iedala: ▪ tipālo svērtēnisko stāvokli ($\alpha=90^\circ$), ▪ atmugurisko ($\alpha>90^\circ$) stāvokli ▪ priekšupējo ($\alpha<90^\circ$) Augšējās ekstremitātēs: delta muskulim (<i>m. deltoid</i>), augšdelma trijgalvainajam muskulim (<i>m. triceps brachii-tricepsam</i>), augšdelma divgalvainajam muskulim (<i>m. biceps brachii – bicepsam</i>). 

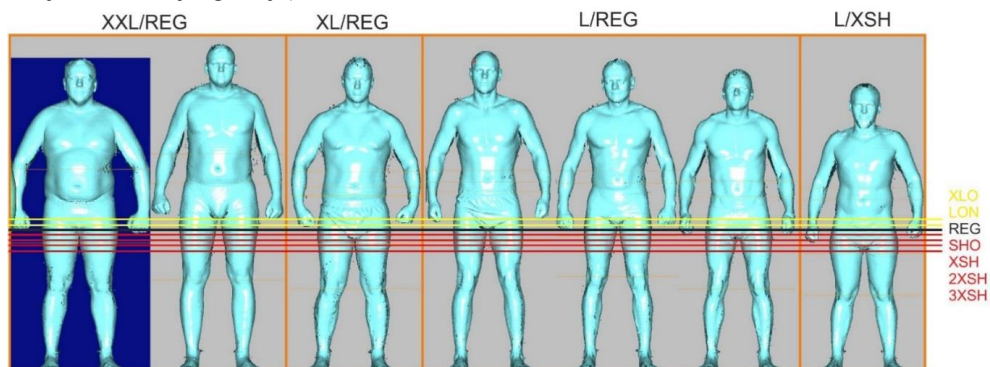
Mērķauditorijas antropometriskais apsekojums, tajā skaitā arī stājas un proporciju novērtējums noteikta personālsastāva ietvaros, nodrošina antropometriskās tipizācijas uzdevumu risināšanu apģērba apgādes efektivitātes veicināšanai, vai atsevišķos gadījumos pat

atteikšanos no standartizācijas, ja kādas antropometriski netipizējamas prasības apmierina ar individuāliem risinājumiem. Piemēram, ķermeņa proporciju atšķirību pētījumā [66] par uniformu parametrizāciju secināts, ka vienas ķermeņa augstuma grupas pārstāvjiem ir atšķirīgi kāju garumi, kas vērtēts gan pēc iegūtajiem somatomērījumiem, gan somatoskopiski (1.3. att.), izmantojot 3D skenēšanas rezultātā izgūtos ķermeņa frontālos attēlus.



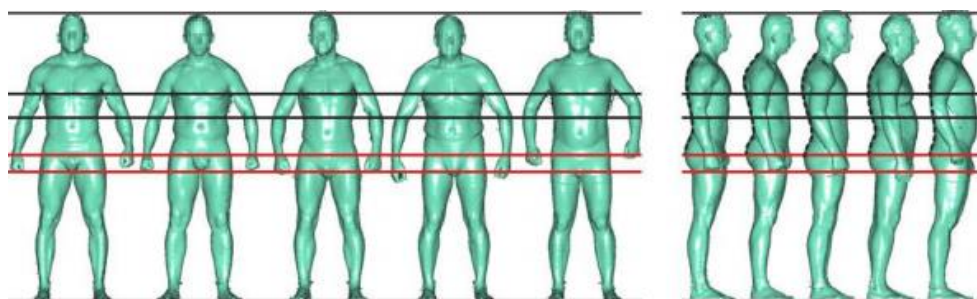
1.3. att. Atšķirības kāju garumu proporcijās vienas ķermeņa augstuma grupas ietvaros [66].

Ražotāju ieviestais vadmērs bikšu izvēlē ir ķermeņa augstums, taču, kā redzams 1.4. att. ne vienmēr atbilstošie bikšu garumi šajās auguma grupās (marķēti no 3XSHO līdz XLO) piemēroti valkātājiem ar atšķirīgām kāju garuma proporcijām. Pie pietiekami plaša mēroga pētījumiem var tikt rastas likumsakarības un pamatojums specifiska sortimenta marķēšanai ieviest citu, no tradicionāli pieņemtajiem vadmēriem atšķirīgu ķermeņa pazīmi, piemēram, gurngērbu gadījumā – ķermeņa augstumu aizstājot ar kāju garumu proporciju (piemēram, ar iedalījumu īskāju, normālkāju, garkāju).



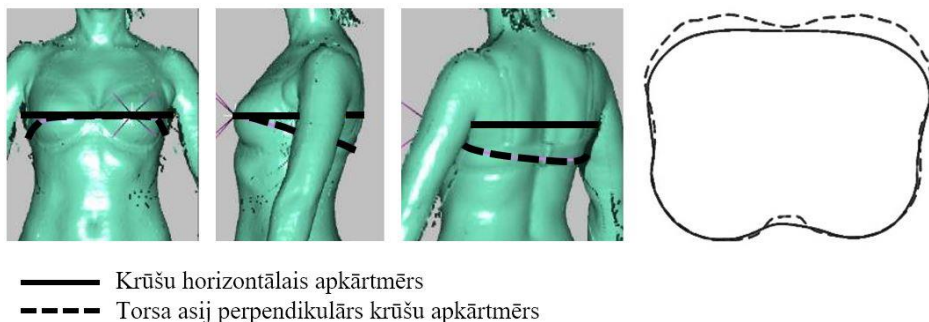
1.4. att. Ķermeņu pretskatu attēli - norādot dažādus kāju iekšgaruma līmeņus [66].

Citā avotā [67] lielumatbilstības problēmu cēloņsakarību meklējumos identificētas iespējas vērtēt ne vien ķermeņa proporcijas, bet arī profilstāju, kā redzams 1.5. att. Arī šajā gadījumā secināts, ka stājas pazīmes vienas ķermeņa augstuma grupas pārstāvjiem variē tādā mērā, ka noteiktās ķermeņa zonās (virslāpstiņas, kakla zona, plecu daļa) ietekmē piegādātā apģērba individuālu atbilstību.



1.5. att. Ķermeņa proporciju un profilstājas analīze, izmantojot 3D skenēšanas attēlus [67].

Līdztekus stājas un proporciju klasifikācijai, lietderīgi ir analizēt nozīmīgāko antropometrisko rādītāju šķēlējplaknes, ko sniedz mūsdienu tehnoloģiju iespējas (piemēram, 1.6. att. horizontālā un torša asij perpendikulārā krūšu apkārtmēra šķēlējplakņu savietojums).



1.6. att. Horizontālā un torša asij perpendikulārā krūšu apkārtmēra šķēlējplaknes.

Piemērs gadījumam, kad tikai kvantitatīvi izteikti apkārtmēri nav ķermeņa formas identifikatori, ir pētījums par sieviešu grupu ar vienādiem krūšu, vidukļa un gurnu apkārtmēriem, kam ne vienmēr transversālo šķēlējplakņu formas ir vienādas, turklāt papildus secināts, ka atšķiras attālums no krūšu līmeņa līdz viduklim, krūšu līmenis no plecu līmeņa u. tml. [66]. Līdz ar to šādu antropometrisko rādītāju forma, kā arī proporcionālais novietojums var būt nozīmīgs faktors klasifikācijas izstrādē, izšķirot apģērba lielumatbilstības efektivitāti indivīdiem ar kvantitatīvi identiskām, taču formas un proporciju ziņā atšķirīgām ķermeņa pazīmēm.

Cilvēka ķermeņa formas raksturošanai aptaukošanās aspektā veselības aprūpes un sporta jomās plaši tiek lietots ķermeņa masas indekss (ĶMI) (*BMI (Body mass index)* [64, 68]), nosakot auguma garuma un svara proporciju attiecīgai grupēšanai kategorijās (nepietiekama, normāla, lieka ķermeņa masa un aptaukošanās). Tomēr mēģinājumi šo rādītāju pielietot apģērba jomā atbilstošu klasifikāciju ieviešanai nav rezultējušies jēgpilnos lietojumos [15, 69, 70], ņemot vērā pazīmes vispārīgumu, kad netiek ņemts vērā, piemēram, tas, ka indekss var būt vienāds ķermenim ar lielu adipozo audu sastāvu un ķermenim ar izteiktu un attīstītu muskuļu masu. Turklāt pazīme neraksturo mīksto audu sadalījumu dažādās ķermeņa daļās, tādējādi nesekmējot klasifikācijas iespējas. Līdzīgi apģērba projektēšanas aspektā un tipizācijā nepalīdz

tādi rādītāji, kā sešu līmeņu tauku masas indekss (*Fat mass index*) [31], kā arī t.s. ķermeņa izskata jeb “pievilcīguma” vērtējumos izmantotais vidukļa-gurnu proporcijas rādītājs (*WHR - waist-hip ratio*) sievietes gadījumā, kā arī *Fan.* u. c. piedāvātais tilpuma-augstuma indekss (*VHI - volume-height index*) [64].

1.1.3. Antropometriskā dinamika

Cilvēka kustības ir pētījuma objekts, par ko dati tiek iegūti dažādās nozarēs – antropoloģija, kosmosa zinātnes, dejas, industriālā drošība, medicīna, fiziskā audzināšana, fiziskā terapija un arī psiholoģija. Apģērba nozares aspektā jāsaprot, kā iegūtā informācija ir lietojama apģērba projektēšanā un ergonomiskuma nodrošināšanā. Uzlikojot valkājamos produktus (ne tikai apģērbus, bet arī ekipējumu un IAL), kam par projektēšanas pamatu kalpo cilvēka ķermenis, un kad produkts ieskauj, tiek “uzkārts” vai stiprināts pie ķermeņa (pat ievietots), izpratne meklējama tādās zinātnēs, kā anatomija, fizioloģija un biomehānika. Cilvēka skelets un muskulatūra (balsta un kustību orgānu sistēma), kur pasīvā daļa ir 206 kaulu, bet aktīvā – 639 muskuļu, pirmām kārtām nosaka apģērba konstruēšanai un patēriņam svarīgākos cilvēka figūras gabarītus [35, 71, 72]. Cilvēka ķermeņa uztverē lietots tāds jēdziens (zināms psiholoģijas, filozofijas, neiroloģijā, sporta un robotikas zinātnēs) kā ķermeņa saturs (*body schema*), kas pēc definīcijas ir neapzināts un neemocionāls stāvoklis atšķirībā no ķermeņa attēlojuma (*body image*), kas ir ķermeņa reprodukcija. Proti, smadzeņu sapratne par to, kas ir un kas nav ķermeņa daļa, jeb kur sākas un beidzas ķermenis telpā, turklāt arī valkātais apģērbs var tikt iekļauts ķermeņa saturā [73]. Kinezioloģijas mācība par gribai pakļauto muskuļu kustībām ir cieši saistīta ar anatomijas, fizioloģijas un biomehānikas zinātnēm. Cilvēka kustību aprakstīšana ir sarežģīts uzdevums, kas lielākoties tiek aprakstītas attiecībā pret statisko jeb anatomisko pozīciju vai plakņu izteiksmē (mediālā, sagitālās, frontālās, transversālās) [21]. Cilvēka ķermeņa kustības ir daudzveidīgas un amplitūdās atšķirīgas [74], turklāt pat bez kustībām, ķermenis mainās diennakts laikā, piemēram, auguma garuma samazinājumam sasniedzot 15 milimetrus 24 stundu laikā (lielākā vērtība no rīta, kad naktī mugurkauls bijis atbrīvots no ķermeņa balstīšanas, un pirmo 3 stundu laikā sasniedz lielāko samazinājumu) [40, 75].

Nozares standartu [50, 76] dati par cilvēka ķermeņa izmēriem, kas tradicionāli lietotami apģērba projektēšanā, iegūti, mērot cilvēkus statiskā miera pozā. Tomēr ikdienas dzīvē cilvēka ķermenis atrodas nemitīgā kustībā, kas apģērba projektētājiem rada nepieciešamību pēc izpratnes un kvantitatīviem datiem par ķermeņa izmēru un formas izmaiņām šo kustību laikā, lai spētu “apģērbt” kustībām pakļauto ķermeni nevis statisku manekenu. Tiek atzīts, ka dati, iegūti ar tradicionālām antropometrijas metodēm ķermeņa statiskā, nespēj pietiekami raksturot sarežģītās cilvēka ķermeņa formas un izmērus (izmēri, dažādu ķermeņa segmentu formas) ergonomiskiem risinājumiem specializētam apģērbam un IAL. Līdz ar to pēc šiem datiem radītās konstrukcijas nav efektīvas jeb atbilstīgas, jo, mainoties cilvēka ķermeņa formām un lielumiem kustību laikā, nenodrošina apģērba ergonomiskumu [77].

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 [21, 78, 79, 80, 81, 82]. Jāsaprot gan, ka ieviesti konstruktīvie risinājumi (ieloces, savilkumi, atvērumi u. tml.) kustību nodrošināšanai būs tikai papildinājums tērpa ergonomiskumam, ja pamatā apģērbs nebūs lielumatbilstīgs un risinājumi nenovietosies atbilstošajās ķermeņa zonās. Tāpat pie adekvātas izmēru sistēmas kā papildu risinājumi apģērba atsevišķu daļu pielāgošanai ķermenim var kalpot tādi elementi kā līpslēdzi, savelces u. tml.

Ņemot vērā iepriekš minēto, antropometriskās dinamikas datus var saukt par funkcionāliem mērījumiem [83]. Savukārt, jau padomju laikos⁴ izstrādāto programmu un metodiku ķermeņa izmēru izmaiņu noteikšanai dinamiskā⁵ ieviesti termini “statiskās” un “dinamiskās” (šeit ar dinamiku saprotot pabeigtas kustības statisku/fiksētu pozīciju) ķermeņa pazīmes, kas, attiecīgi, iegūtas statiskā un dažādās pozās, un mērījumu starpību saucot par dinamisko efektu [20]. Tā laika pētnieku un autoru darbs rezultējies raksturīgāko ķermeņa kustību shēmu apkopojumos, datus par atsevišķu mēru pieaugumiem un samazinājumiem kustību rezultātā, antropometriskās dinamikas pētījumos risināmo uzdevumu vadlīnijās, kā arī apģērba projektēšanas metodikā ar jau ieviestām dinamikas virslaidēm [78, 84, 85]. Daļa no tiem lietojami arī šobrīd.

Antropometriskās dinamikas dati īpaši nozīmīgi tādām apģērbam, kam prioritāri lielumatbilstības un ergonomiskuma rādītāji [86], piemēram, sporta apģērbs un aizsargapģērbs, kas pie aizsardzības un funkcionālajām prasībām pieprasa lielumatbilstību un optimālu kustību brīvumu [87]. Apģērba jomā antropometriskā dinamika saistāma ar apģērba ergonomiskuma pētījumiem, piemēram, par cilvēka spēju veikt noteiktas kustības apģērbā, konstatējot ierobežojumus ar amplitūdu mērījumiem vai gūstot subjektīvus vērtējumus par mobilitāti apģērbā no pašiem valkātājiem (īpaši specializētajā un individuālās aizsardzības apģērbā).

Apģērba konstruēšanai svarīgākos apkārtmērus, proti, pakrūtes apkārtmēru un krūšu horizontālo apkārtmēru, mēdz noteikt ne vien miera stājā, bet arī ieelpas un izelpas stāvokļos. Abu galējo mērījumu starpību izmanto, lai pamatotu minimāli nepieciešamās, t. s. fizioloģiskās virslaides vērtību, kas parasti ir ap 2 % no apkārtmēra nominālās vērtības. Dinamiskās virslaides apģērbā svarīgas ne vien kustību nodrošināšana, bet arī termiskajiem procesiem, tvaika apmaiņai, arī aizsardzībai pret apdegumiem (nozīmīgs gaisa starpslānis) [88]. Dinamisko virslaižu izvēlē tiek ņemtas vērā dažādas ķermeņa formas, un tās tiek saistītas ar kustībām valkāšanas laikā. Pētījumos secinātas dažādas ķermeņa mērījumu izmaiņas, to likumsakarības un principi virslaižu plānošanā, piemēram:

- *Choi un Ashdown* (2010) – jaunām sievietēm sēdus pozā gurnu apkārtmērs pieaug par 7 %, stakles līmeņa priekšdaļas apkārtmērs sēžot samazinās par 16 %, stakles līmeņa mugurdaļas apkārtmērs palielinās par 9 %, kājas priekšgarums pieaug par 10 %, kājas mugurgarums samazinās par 19 %;
- *Huck u. c.* (1997) – stakles zonā vēlama vismaz 17 cm virslaide, lai nesamazinātu mobilitāti [89];

⁴ Padomju Sociālistisko Republiku Savienība (PSRS) - sociālistiska federatīva lielvalsts Eirāzijas ziemeļos no 1922. līdz 1991. gadam

⁵ Savstarpējās ekonomiskās palīdzības padomes (krievu: *Совет экономической взаимопомощи*) ietvaros Padomju Savienības, Vācijas Demokrātiskās Republikas un Čehoslovākijas Sociālistiskā Republikas pētniecības iestādēs

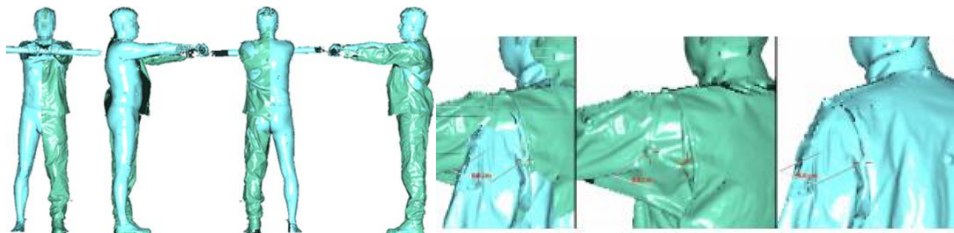
- atslābinātas/relaksētas rumpja daļas gadījumā – nepieciešams pievienot ap 5–10 % pie rumpja apkārtmēriem un platumiem [90];
- valkājot augstpapēžu kurpes – nepieciešams pievienot aptuveni 25 mm attiecīgajiem stāvus un sēdus augstumiem [90];
- dinamisko efektu rādītāji mainās atkarībā no korpusa stāvokļa leņķa [91];
- plecgērbu dinamiskā atbilstības pētījumos noskaidroti pamata parametri, kas to ietekmē – krūšu virslande, roces dziļums, piedurknes platums [17, 20];

Sastopamas dažādas metodes antropometriskās dinamikas pētījumu veikšanā un attiecīgu risinājumu ieviešanā apģērba lielumatbilstības veicināšanā. Piemēram, sensoro aspektu pētīšanai cilvēka ķermenim ieviests t. s. dermatomu kartējums (*dermatomic map*), sadalot to specifiskās zonās, kurās maņu nervi rodas no vienas mugurkaula nervu saknes [73, 92]. Autori *Kim, Hong, Choi* un *Hong*, balstoties uz pētījumā iegūtu valkātāju pozitīvu vērtējumu, vīles novietojumu biksēm iesaka projektēt atbilstoši 4.lumbārā skriemeļa (*L4*) dermatomas novietojumam [93]. Tiek veikta ādas virsmas izmaiņu pētīšana kustību laikā, izpētē balstoties uz pieņēmumiem, ka brīvi kustīgs/elastīgs apģērbs ir kā “otra āda” [21]. Tas realizējams, piemēram, uz ķermeņa atzīmējot un analizējot precīzus laukumus (kvadrātus) vai atzīmējot jeb marķējot noteiktus punktus, starp kuriem pētāmas izmaiņas. Tomēr specifisku zonu mērījumu gaitā jāpieturas pie uzskata, ka, piemēram, nav vērts palielināt kopējo bikšu staras garumu un jākoncentrējas uz kritisko zonu (ceļgaliem) – tātad plānojot, par cik % nepieciešams pagarinājums šajā lokācijā (lokāls pagarinājums). Apģērba valkāšanas laikā tas pielāgojas ķermeņa kustībām, pateicoties pārslīdēm pār ādas virsmu, telpai starp apģērbu un ķermeni un drānu deformācijai [74, 94]. Vēl, analizējot ādas zonas, tiek izmantota austriešu anatomijas speciālista *Karl Langer* ideja izmantot ķirurģisku kartējumu (*cleavage lines*), kur ķermenis sadalīts ar līnijām, kas norāda ķermeņa virsmas apgabalus, kuros stiepšanās ir ļoti ierobežota, norādot kalogēna audu virzienus ādā – tās ķirurgi izmanto šuvju plānošanai, lai nepaliktu rētas. Apģērbā šīs atziņas izmantojamās vīļu novietojuma un elementu izvietojuma plānošanai [21, 93]. Īpaši svarīgi tas ir cieši pieklāvīga apģērba pētījumos un projektēšanā.

Eksperimentāli ir pārbaudīts 3D skenēšanas lietojums apģērba slāņu mijiedarbības ar cilvēka ķermeni analizē [67]. Cilvēka ķermeņa skenēšana (apģērbta un neapģērbta) dinamiskās kustībās (1.7. att.) un šādu skenējumu savietojumu ļauj gan vizuāli, gan ar mērījumiem (1.8. att.) vērtēt apģērba slāņa pārvietojumus un pieklāvīgumu.

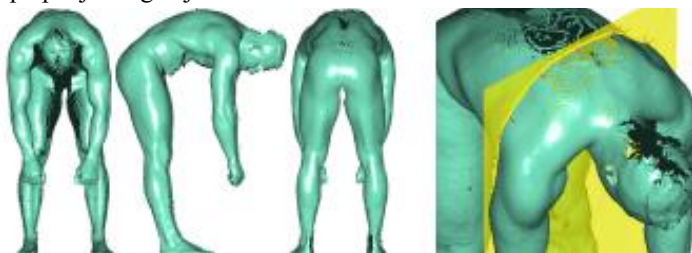


1.7. att. Apģērbta ķermeņa skenējumi dinamiskās pozās [67].



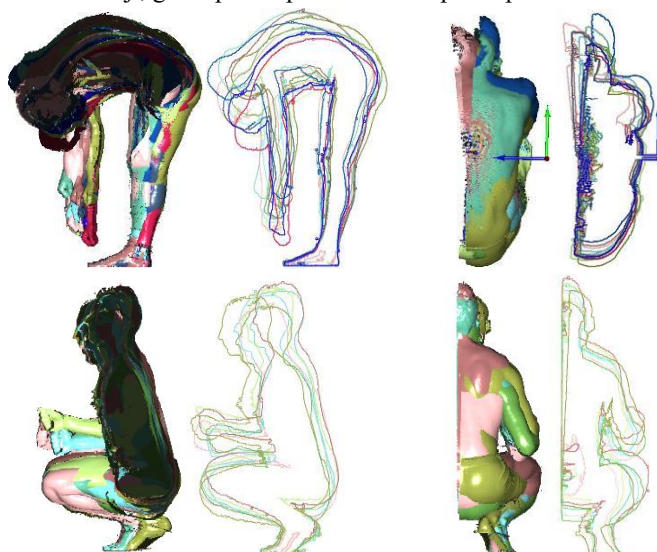
1.8. att. Neapgērbta un apgērbta ķermeņa skenējumu savietojumi, apgērbta tangenciālā pārvietojuma mērījumi [67].

Secināts, ka sistēmai atpazīstamu fizisku marķieru lietojums antropometrisko punktu un citu nozīmīgu punktu fiksēšanai ļauj veicināt gan ķermeņa (1.9. att.), gan apgērbta dinamikas mērījumu uzticamību. Tomēr šādas pieejas trūkums ir laikietilpīgā marķieru izvietošana, īpaši lielu mērķgrupu pētījumu gadījumā.



1.9. att. Antropometriskās dinamikas mērījumu iegūšana ar 3D skenēšanas metodi [67].

Savukārt, citā pētījumā [95] identificēts, ka antropometriskās dinamikas datu apstrādē jāņem vērā, ka dažādiem indivīdiem var būt atšķirīgas spējas ieņemt noteiktu pozu (1.10. att.), ko ietekmē gan fiziskie rādītāji, gan izpratne par atbilstošas pozas pazīmēm.



1.10. att. Vizuāla dinamisku pozu ieņemšanas spēju analīze [95].

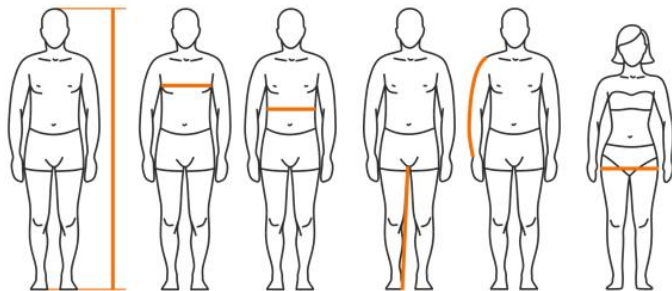
Tomēr arī šādi pētījumi paplašina izpratni un veicina apģērba ergonomiskuma pazīmju identificēšanu, mērījumos un vizuālā novērtējumā nosakot potenciālās apģērba slāņu un ķermeņa mijiedarbības problēmkonas, ņemot vērā pozu dažādos izpildījumus un to amplitūdas.

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.

1.2. Izmēru sistēmas

Lai panāktu mērķauditorijai antropometriski atbilstoša apģērba 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 indivīdu ar atbilstīgu apģērbu. Taču izmēru skaitam iespēju robežās ir jābūt pietiekami mazam, lai tas būtu ekonomiski efektīvi ražotājam un neradītu valkātāju apjukumu izmēra izvēlē [20, 21, 57, 64, 96]. Īpaši svarīgi šādu izmēru kopu ir izveidot kvazikomerciāliem izstrādājumiem – uniformām un speciālpasūtījuma apģērbiem, kur apģērba uzdevums līdztekus līdzīga darbinieku izskata (uniformāla) nodrošināšanai ir panākt ergonomiskumu konkrētu, specifisku darbu veikšanai.

Apģērba izmēru sistēmu ieviešanas un attīstības gaitā ir iedibināti un jau nostabilizējušies cilvēka ķermeņa vadmēri (*key dimensions*) atbilstoši ģerba veidam. Tie definē izmēru sistēmas struktūru, kā arī kalpo par mēriem, kas jāzina, izvēloties apģērbu [21]. Izmēru sistēmu izstrādē vadmēri ir tie cilvēka ķermeņa mērījumi, ar kuriem ievieš apģērba lielumu klasifikatīvās skalas, kā arī ar kuru standartizētajām vērtībām tiešā vai kodētā veidā marķē apģērba preču izmērus (lielumus). Tos izmanto arī citu antropometriskā standarta tipfigūru somatomēru izskaitļošanai, līdz ar to arī attiecīgi marķētā apģērba konstruēšanai [43]. Tradicionāli lietotie vadmēri plecgērbiem ir krūšu apkārtmērs un ķermeņa augstums, atsevišķos gadījumos arī delma garums. Gurnģērbiem tradicionāli izmanto vidukļa apkārtmēru un ķermeņa augstumu, papildus var tikt ieviests arī kājas iekšgarums un sieviešu apģērbam – gurnu apkārtmērs (piemēri 1.11. att.).



1.11. att. Tradicionāli lietotie vadmēri apģērba preču konfekcijlielumu marķēšanai.

Vadmēru izvēlei jāatbilst šādiem nosacījumiem:

- tie ir ērti nomērāmi (gan pircējam, gan pārdevējam);
- vadmēru absolūtajām vērtībām ir jābūt pēc iespējas lielākām;
- somatomērījums ir būtisks, lai raksturotu kādu apģērba daļu;
- vadmēri nekorelē savā starpā vai korelē ļoti vāji.

Vadmēru izvēlē jābalstās uz tādiem mēriem, kas apraksta tās ķermeņa formas, kurām apģērbs izgatavots. Tie ir mērījumi ar lielākajām (vai pēc iespējas lielākām) absolūtajām vērtībām, kas teorētiski pamatojams ar to, ka kāda objekta lielākā dimensija ir pirmā pazīme, pēc kā tiek atšķirta tā forma, turklāt relatīvā kļūda dod proporcionāli mazāku vērtību. Arī no praktiskā viedokļa - tieši lielos mērījumus ir ērtāk veikt. Tāpat būtisks ir nosacījums, ka izvēlētajiem vadmēriem ir jābūt pazīstamiem jeb skaidri saprotamiem to iegūšanā apģērba lietotājiem. Piemēram, ir uzskats, ka statistiski uzticamāks un lietojamāks vadmērs būtu kakla 7. skriemeļa jeb skausta punkta augstums no grīdas, taču lietotājiem visdrīzāk nav zināma šāda sava ķermeņa pazīme, un tā iegūšanu uzticamā formā var veikt speciālisti ar zināšanām par antropometrisko punktu novietojumu, mērīšanas metodēm un pieeju instrumentiem [21]. Savukārt no pazīmēm, kuru iegūšana var būt psiholoģiski neērta patērētājiem, piemēram, kājas iekšgarums vai ķermeņa svars (izteikti sievietēm), ieviešot vadmērus ierasts izvairīties [43]. Papildu arguments tam, ka svars izmēru sistēmā nav ieviešams kā vadmērs ir tas, ka tas principā nav lietojams kā parametrs konstrukciju izstrādē (jau iepriekš pieminēta adipozo audu izvietojuma nenoteiktība). Lai gan tradicionāli gurnu apkārtmērs tiek iegūts, neņemot vērā vēdera izvirzījumu, autori [43] norāda, ka tieši šis mērs (t. s. vēdergūžu apkārtmērs – iegurņa perimetra mērījums gūžpunktu horizontālajā plaknē ar mērlenti, tai noslēdzoties uz lokanas plāksnes, kas vertikāli pieskaras vēdera izvirzījumam, ja tāds ir) korelē labāk ar citiem apkārtmēriem kā tradicionālais. *O'Brien* un *Shelton* meklējumos [97] par somatomēru korelācijām, labāku vadmēru kombināciju ieviešanai, noskaidrots, ka no apkārtmēriem visciešākā saistība ir rumpja apkārtmēriem (krūšu, vidukļa, vēdera un gurnu) un arī divu ekstremitāšu apkārtmēriem – augšstilba (ciskas) un augšdelma lielākajam apkārtmēram. Praktisku iemeslu dēļ pēdējie divi nav lietojami kā vadmēri, jo ciskas apkārtmēra iegūšana apgrūtināta apģērbtam ķermenim (piemēram, sieviete brunčos), taču augšdelma apkārtmērs nevariē pietiekami efektīvu izmēru sistēmu izstrādei. Papildu tradicionālajām kombinācijām, kas ir ķermeņa augstums-krūtis, ķermeņa augstums-viduklis, ķermeņa augstums-gurni, var tikt ieviestas arī ķermeņa augstuma kategorijas – normālauguma (*regulars*), garauguma (*longs*), īsauguma (*shorts*), kā arī proporcijas raksturojoši kraujumi – tukls (*stout*) (vēders un gurni lielāki par krūtīm) un slaidis (*slim*) (vēders un gurni mazāki par krūtīm) [21].

Adekvātas izmēru sistēmas izstrāde tikusi uzskatīta par galveno risinājumu atbilstoša apģērba izstrādē un kodēšanā, taču prakse aizvien pierāda izpratnes problēmas gan patērētāju vidū, gan izplatītāju un pašu ražotāju vidū. Praksē tradicionāli bijusi noteikta ķermeņa parametru kvantitatīva analīze, piemēram, vecums, ķermeņa augstums un apkārtmēru mērījumi, apkopojot vidējās vērtības, standartnovirzes un procentiles, un izmēru tabulu veidošanā izmantojot korelācijas un regresijas analīzes. Statistiski vidējo vērtības vispārinoši raksturo kvalitatīvi viendabīgu parādību tipiskos vai parastos kvantitatīvos stāvokļus. Kā nepilnība šādai

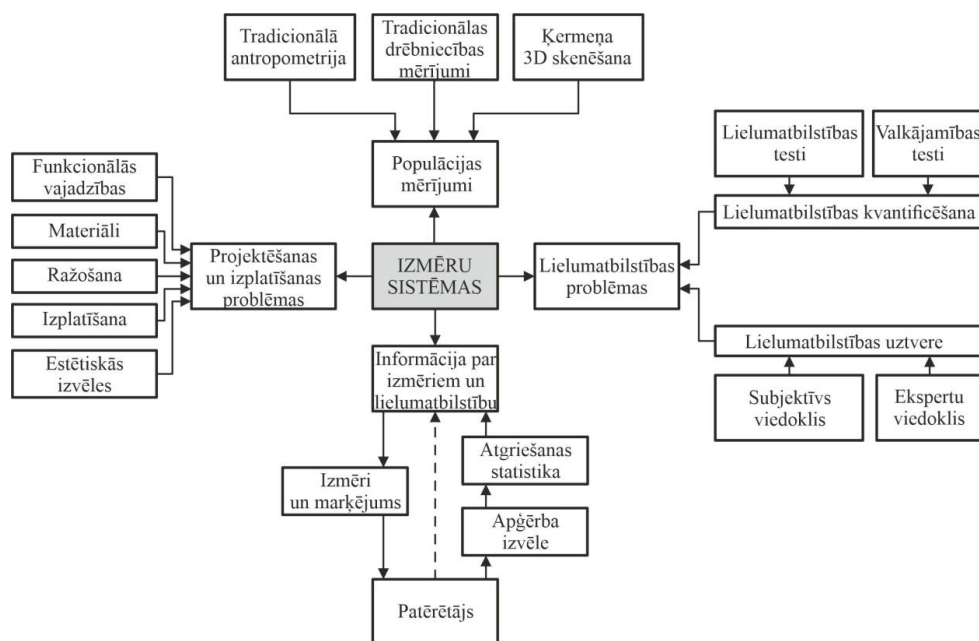
pieejai tiek uzskatīts radītās sistēmas derīguma jeb pamatotības novērtējuma trūkums, tādēļ izpildāmi šādi:

- gūt derīgus un uzticamus ķermeņa mērījumu datus;
- atlasīt mērus, kas nozīmīgi apgērba lielumatbilstībai;
- korelācijās noteikt attiecības starp somatomēriem;
- noskaidrot vadmērus, piemēram, garuma un apkārtmēru nozīmi;
- izvirzīt katra lieluma (izmēra) augšējo un apakšējo robežu;
- atšķirt lielumošanas pieaugumus un virslaiides;
- atlasīt izmēru apzīmējumus (kodējumu) un diapazonus;
- testēt lielumatbilstību, un apstiprināt izmēru tabulas.

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 [47].

Viena no problēmām, kas valda apģērba pircēju vidū, ir apjukums izmēru apzīmējumos un skaidrojumu trūkums [47]. 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 [31]. 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. Starptautiskās standartizācijas organizācijas (*International Organization for Standardization (ISO)*) piedāvājums dibināt Tehnisko Komiteju (*Technical Committee (ISO/TC 133 established 1969)*) bijis ar mērķi attīstīt starptautiskās apģērba izmēru sistēmas. Tomēr, pretēji sākotnējām iecerēm, priekšdarbi un dažādu valstu atskaite pierādījušas, ka vienotas starptautiskas izmēru sistēmas izstrāde praktiski nav iespējama dažādo populāciju antropometrisko atšķirību dēļ. Līdz ar to organizācijas darbība turpmāk koncentrēta uz izmēru sistēmu elementu standartizāciju un vadlīniju nodrošināšanu [64], tā ietvaros izstrādājot, pārskatot un uzlabojot standartu rekomendācijas [48, 76, 98, 99, 100, 101, 102]. Izmēru sistēmu standartizēšanu vēl vairāk sarežģīt jauno antropometrijas sistēmu ieviešana un apģērba projektēšanas un ražošanas sistēmu dažādība mūsdienās. Balstoties 3D (telpiski) un 4D (telpiski un kustībā) iegūtajos datos, norit darbs pie jaunu standartu izstrādes standartizācijas asociācijas *IEEE-IC* ietvaros [103].

Izmēru sistēmu validēšanai nepieciešama to testēšana. Vienkārša pieeja un piemērs ir cieši pieklāvīga 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 [43]. Konceptuāls ietvars par izmēru sistēmu pētījumu sastāvdaļām un to savstarpējām attiecībām redzams adaptētajā 1.12. attēlā.



1.12. att. Konceptuāls ietvars par izmēru sistēmu pētījumu sastāvdaļām un savstarpējām attiecībām – adaptēts no [43].

Noteikt indivīdam atbilstošāko apģērba lielumu nozīmē konstatēt valkātāja figūras vadmerījuma piederību pie attiecīgā klasifikatīvā intervāla. Lielumatbilstību ietekmējošais indifferences intervāla platums ir atkarīgs no apģērba konstruktīvā tipa. Indifferences intervālu nullei tuvu vērtību var attiecināt uz antropometriski netipizējamiem izstrādājumiem. Indifferences intervālu maksimāli iespējamā platuma vērtība ir vienāda ar lielumojāmā vadmēra mainības vērtībāja plašumu, kas ir attiecināms uz antropometriski galēji indiferentiem izstrādājumiem. Lielā mērā indifferences intervāla platums atkarīgs ne tikai no konstruktīvā tipa, bet arī no lietotā materiāla un tā īpašībām – galvenokārt, elastīguma.

1.3. Konstruēšana un tekstilmateriālu atlase

Ergonomiskās inženierijas metožu uzdevumos ir mijiedarbības risinājumi starp apģērba izmēru un dizainu un cilvēka ķermeņa formu. Konstruējot apģērba, 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 sarežģītas telpiskas formas izstrādājuma virsmas izklājums [104]. Apģērba konstruēšanas praksē tiek izmantotas tuvinātas virsmu izklāšanas metodes, kas pazīstamas kā piegrieztņu sistēmas, kad plaknē tiek izklāts iecerētais apģērba izstrādājums. Progresīvākās no tām balstās uz zināšanām par cilvēka ķermeni (somatoskopiju un somatometriju) un tekstilmateriālu īpašībām [25, 64]. Apģērba virsmas izveidošanai nepieciešams noteikt telpisko virslaižu vērtības, kas tiek definētas kā attālums starp apģērba un cilvēka ķermeņa virsmu. To aprēķināšanai var tikt izmantotas

tradicionāli lietotās virslaiodes, vai daļēji arī konkrētu antropometrisku punktu mērījumi dinamikā [49].

Apģērba konstruēšana ir sarežģīts un daudzveidīgs process, un lekālu lietderība tiek noteikta jeb pierādīta pēc tā, kā uzkonstruētā forma atbilst apģērba vai objekta dizaina iecerei. Efektīvam konstruktoram ir vajadzīgas spējas problēmrisināšanā un radošā domāšana. 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) [105], un tas balstās uz vairākiem mainīgajiem [34, 105].

- 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 antropometrisku datu avotus;
 - tieši ķermeņa mērījumi;
 - biomehāniskie rādītāji konstrukcijas pielāgošanai ķermeņa kustībām.
- Materiālu parametri, kas ir dažādi tekstilmateriālu raksturlielumi un īpašības (galvenie no tiem: elastīgums, drapējamība, burzāmība, biežums, stingrība), kas nosakāmas ar testēšanu vai intuitīvu, pieredzē balstītu vērtējumu.
- Konstrukcijas parametri:
 - kopējais apjoms un virslaiodes;
 - valkātāju vajadzības attiecībā uz apģērba kopīgo apjomu;
 - ražošanas uzlaides.

Kopš konstruēšanas metožu attīstības uzplaukuma starp 1800. un 1850. gadiem [106] attiecībā uz ķermeņa mērījumu izmantošanu ieviestas dažādas sistēmas: lekālu konstruēšanā tiek proporcionāli dalīti lielie, nozīmīgie ķermeņa mērījumi (formulas pēc antropometriskām korelācijām); sistēmas paredz tiešu mērījumu izmantošanu; sistēmas tiek kombinētas. Lekālu konstruēšana nav balstīta vien uz matemātiskām formulām – līdztekus tiek izmantota informācija par ķermeņa reālajiem mēriem, apjomiem, proporcijām un materiālu īpašībām. Piemēram, krūšu apkārtmēra mērījumi un izrietošie aprēķini kalpo par pamatu lekālu galvenajam apjomam, iegūstot vispārīgu atbilstību formai, taču tikai praktiskas zināšanas un pieredze modelēšanā atbilstoši figūrai ļauj sasniegt atbilstību [107].

Konstruēšana projektēšanas procesā nodrošina apģērba lielumatbilstību, kam izšķiroša ir mērījumu izvēle, virslaižu apjoma plānošana, to proporcionāls sadalījums un konstruktīvie risinājumi. Turklāt, virslaižu izvēlē un aprēķinos savlaicīgi jāņem vērā iespējamās materiālu deformācijas un apģērba tangenciālās pārslīdes pret cilvēka ķermeni. Virslaiodes tiek iedalītas:

- funkcionāli un fizioloģiski minimālās (ieskaitot dinamiskās);
- silueta, mākslinieciskās ieceres.

Tradicionāli zināmas šādas konstruēšanas metodes un pieejas:

- bāzes lekālu konstruēšana, radot vienkāršas formas pamata lekālus dažādu modeļu turpmākai izstrādei;
- modelēšana, kad bāzes lekāli modificēti vēlamā dizaina formu sasniegšanai;
- uzspauduma metode – drapējot uz manekena vai cilvēka ķermeņa;

- arī pieeja, kad tiek “kopētas” konkurentu vai iepriekš izveidotu izstrādņu konstrukcijas no gataviem izstrādājumiem;
- inženiermetodes (triangulācija, ģeodēziskās līnijas, šķēlējplaknes).

Mobilitātes jeb kustību nodrošināšanai apģērbā nozīmīgs solis ir atbilstošas konstrukcijas radīšana. Kā iepriekš minēts, konstruēšanā nozīmīgi parametri ir virslaiodes un lekālu forma, kā arī lekālu savstarpējās attiecības. Tāpat arī papildu risinājumu lietojums – ieloces, ielaidumi (ķīļi, papildus sloksnes), kā arī atvērumi (piem., hokejistu ekipējums) [75]. Tiek lietota arī iepriekšēja detaļu formēšana, lai cilvēka ķermenim nebūtu jāveic papildus iedarbe uz apģērba vēl pirms kustību izdarīšanas, piemēram, cimdi ar jau saliektām pirkstu detaļām, nīrēju tērps ar ieliektām starām ceļgalos, motociklistu jaka ar ieliektu piedurknes daļu elkonī. Vēl cita pieeja – lekālu savstarpēja novietošana atbilstoši kādai ķermeņa segmenta pozīcijai (kimono piedurknes, jāšanas bikses ar pazeminātu priekšdaļu bez vidusvīles). Jāņem vērā, ka apģērbs, kas radīts ekstrēmām darba kustībām, var radīt stāvus pozā nepievilcīgus (lieki drānas apjomi) un arī slikti funkcionējošus apģērbus, tādēļ ir nepieciešami līdzsvara meklējumi, nosakot prioritātes [21]. Tradicionāli par ķermeņa problēmzonām apģērba lielumatbilstības nodrošināšanā tiek uzskatīta plecu un gurnu zonas, tātad, īpaši tās ķermeņa daļas un locītavas, kurās ir liels kustību diapazons. Kā kritiskas zonas plecgērbu tiek izvirzīts plecslīpes leņķis, krūšu daļa un roce. Iešūtas piedurknes piegriezumā plecgals un piedurknes forma ataino rokas formu nolaistā miera stāvoklī, un leņķis starp rumpja daļu un piedurkni ir tas, kas ietekmē kustību brīvuma pakāpi. No ērtību viedokļa kreklpiedurknes un reglāna piegriezums, salīdzinājumā ar iešūto piedurkni, ir veiksmīgāks kustību veikšanai, taču neapmierinošs var būt vizuālais izskats roces apakšdaļā veidojošos diagonālo kroku dēļ. Ir pierādījies, ka vienkārša roces padziļināšana nevar kalpot par risinājumu kustību atvieglošanai, ņemot vērā elkoņvīles un sānu vīles saīsinājumu, kas rezultātā tomēr tās ierobežo [21, 74].

Literatūrā [64] pieminētas arī eksperimentālas metodes lekālu izstrādei un pielāgošanai ķermeņa formām. Piemēram, *Douty* [108, 109] lietotā grafiskā somatometrija (silueta projicēšana caur “režģi”) sieviešu ķermeņa stājas, masas, proporciju un kontūru analīzei, kā rezultāti vēlāk kopā ar *Ziegler* [110] lietoti identificējot un kvantificējot problemātisko figūru konfigurācijas, attiecīgu izmaiņu ieviešanai lekālos. Tāpat somatogrāfijas datus izmantojuši *Farrell-Beck* un *Pouliot* [111] sieviešu bikšu lekālu izstrādē, kur, atzīstot gan šādas pieejas, gan tradicionālo metožu trūkumus, secināts, ka atsevišķu parametru noteikšanā tomēr somatometrija var būt labāka, piemēram, lai noteiktu priekšpusē vidukļa līmeni, priekšdaļas iešuves izmēru un mugurpusē stakles līniju. *Gazzuolo*, izmantojot fotogrāfiju mērījumus un antropometriskos datus ar statistiskās regresijas modelēšanu paredzējis lekālu izmērus cieši piekļāvīgai sieviešu ķermeņa bodijai, secinot, ka šāda metode noderīga nozīmīgu leņķu noteikšanai [112]. *Winakor* izstrādājis un testējis konstrukciju sieviešu ķermeņa lejasdaļai, lietojot kvazi-koniskas (tātad – gandrīz koniskas) virsmas, kas ir hiper-eliptiski (*hyper-elliptical*) šķēlumi (*cross-sections*), kas atbilst ķermeņa transversālajiem šķēļumiem. Autors secinājis, ka šāda pieeja noderīga iešuvju optimāla atvēruma noteikšanai [113]. Pēc iepriekš autoru *Appel* un *Stein* [114] radītas stāva konstrukcijas no trijstūrveida un trapeces formas plaknēm, kam izmantotas ķermeņa pretskata un sānskata fotogrāfijas, autors *Efrat* [115] atklājis, ka tā lielākoties apmierinoša vien pleca slīpuma un krūškurvja priekšdaļas slīpuma

noteikšanā. Tādēļ pats izstrādājis koniskumā balstītu principu, noskaidrojot lekālu izstrādē nozīmīgos punktus ar divdimensionālām koordinātām. Pēc 26 kritisku ķermeņa punktu (rumpja) definēšanas, stāva konstrukcijas radīšanas ar 31 trijstūrveida plakni, izdarīts secinājums, ka lielumatbilstības problēmas saistāmas ar neapmierinošu mērījumu iegūšanas veidu ar tradicionālām metodēm.

Tāpat sastopami pētījumi un izstrādes attiecībā uz kustību brīvuma nodrošināšanu apģērbā [89]. Šeit rodami piemēri par *Yoshihara* (1987) konstruēšanas metodēm, kur iepriekš veikts sistematisks pētījums par muskuļu raksturlielumiem un to izmaiņām (lokācija, muskuļu kustības virziens) kustību laikā. Līdzīga arī *Kato* (2001) ieviestā konstruēšanas metode, iepriekš kvantificējot ādas virsmas izmaiņas dažādās ķermeņa daļās un attiecīgi ieviešot virslaides. Savukārt, jau ķermeņa un muskuļu kustību, kā arī ādas virsmas raksturlielumu izpēte dažādās pozās *Nakazawa* (2000) izpildījumā rezultējusies ar sistematiskas konstruēšanas metodes piedāvājumu augstas veiktspējas sporta apģērbam. Metode, balstoties uz ķermeņa mehāniskajiem rādītājiem kustībās, nodrošina labu mobilitāti, taču tiek atzīts, ka nav ņemtas vērā termiskās vajadzības.

Apģērba atbilstība panākama ne vien ar atbilstošas kvalitātes konstrukcijām, bet arī ar spēju tajās integrēt izvēlēto 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 [116]:

- ģeometriskie/struktūras raksturlielumi, piemēram, tekstilšķiedru sastāvs, drānas pinums, masa uz laukuma vienību (g/m^2), biezums (mm) [117];
- mehāniskās un fizikālās īpašības, piemēram, stiepes īpašības [118] un plēšanas stiprība (N) [119], nodilumizturība (cikli) [120], virsmas izturība pret mitrināšanu (skala) [121], lineāro izmēru izmaiņas mazgājot un žāvējot (%) [122, 123], gaisa caurlaidība ($\text{l/cm}^2 \cdot \text{s}$, l/min) [124], ūdens tvaikizturība (*Ret*) [125], krāsnoturība (skalas) [126, 127, 128, 129] u. c.

Pietiekami plaša informācija no ražotāja un tekstilmateriālu parametru papildus testēšana (ja tāda nepieciešama) ir pamats atbilstošu drānu un to pakētējuma izvēlē. Turklāt projektētājam ir jārod tāds līdzsvars, kas, primāri nodrošinot paredzēto funkcionalitāti, neietekmē valkātāja komfortu (svars, hipotermija, hipotermija, pastiprināta svīšana) un nodrošina adekvātu izstrādājuma valkmūžu. Piemēram, kā primārais risinājums kustību nodrošināšanai apģērbā ir atbilstošas drānas izvēle, kam nozīmīgi ir pagarināšanās rādītāji, tajā pašā laikā uzrādot arī labus atgriezeniskās deformācijas rādītājus. Ne visos izstrādājumu veidos elastīga drāna ir risinājums, ņemot vērā, ka specapģērbs un aizsargapģērbs lielākoties tiek izgatavots no mazāk elastīgām, stingrākām, smagākām un biezākām drānām [21]. Pie vispārīgiem raksturlielumiem funkcionālā apģērba drānu atlasē pieskaitāmi materiālu vieglums, termoregulējošās īpašības, elastīgums, stiprība un arī estētiskums. Aizsargapģērbā lietotajiem materiāliem ar specifiskām īpašībām, piemēram, UV starojumu aizturoši, ballistiski, prettriecienu, ugunsizturīgi, noberzumizturīgi, iegriezumizturīgi, ūdensatgrūdoši, paaugstinātas redzamības un

radiācijas/ķīmijas/bioloģiskās aizsardzības. Savukārt, pie īpašiem risinājumiem minēts viedais tekstils, biomīmikrijas tekstils, e-tekstils, nanotehnoloģiju tekstils [36]. Neatņemama sastāvdaļa paredzēto specapgērba īpašību nodrošināšanai atkarībā no lietotajiem tekstilmateriāliem ir piemērota un kvalitatīvi izpildīta šūšanas tehnoloģija.

Lai mazinātu zaudējumus, ko apģērbu producētājiem un tirgotājiem rada gatavo apģērbu preču reklamācijas un līdz ar to arī valkājamībai vai konfekcējamībai neatbilstošo retūrpreču atpakaļ nosūtīšana, Eiropas apģērbu rūpniecības asociācija (*A.E.I.H. – Association Europeenne des Industries de l'Habillement*) jau 1996. gadā apstiprināja, bet jaundibinātā Eiroteksa (*EUROTEX*) apģērbu tehniskā komisija (*Commission technique Habillement*) 1998. gadā pārapstiprināja savulaik par Eiropas apģērbu asociāciju sauktās tehniskās komitejas (*ECLA – European Clothing Association Technical Committee*) 1994. gadā izstrādātos “Ieteikumus par apģērbiem lietojamo tekstildrānu raksturotāju atbilstību valkājamībai”. Šie ieteikumi izriet no vispārinātām tehniskām prasībām, kādas apģērbu materiālu konfekcējamībai un valkājamībai izvirza to pārstrādātāju un patērētāju prečziniskā un patēriņziniskā pieredze, nevis no priekšrakstiem, ar kuriem mēdz formulēt lielākoties pašu tekstilmateriālu pārstrādājamības parametrus [132].

Geršak [130, 131] izstrādājusi sistēmu, lai prognozētu plecģērbu izstrādājumu ražojamību un izskata kvalitāti, balstoties uz izvēlēto drānu īpašību objektīvu noteikšanu un kvalitatīvu apģērba izskata un lielumatbilstības novērtēšanu. Novērtējums ietver izstrādājuma vizuālu novērtējumu (piemēram, priekšdaļā, mugurdaļā un piedurknei) un 3D formas novērtējumu (piemēram, pleca forma, piedurknes plecgals un priekšdaļas forma), gūstot atziņas par piegulumu mugurdaļā, vidusvīli, piegulumu priekšdaļā un apkakles daļā.

Zinātnisku pētījumu ietvaros ar piecju 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 [133].

Mūsdienās ir plašs pieejamo datorizēto apģērba projektēšanas sistēmu loks, piemēram, *Optitex* [134], *Assyst* [135], *Lectra* [136], *Gerber* [137], *Grafis* [138], *Clo* [139], *Browzwear* [140], *Stylecad* [141], *Marvelousdesigner* [142], *Telestia Creator Fashion Design CAD* [143] 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 [25]. 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. Apģērba ražošana ar individualizācijas risinājumiem (*made-to-measure*) ir centieni mainīt pastāvošo apģērba aprites ķēdi, kad iesākot to, vispirms balstās uz lietotāju vajadzībām un vēlmēm, ar mērķi veicināt lietotāju apmierinātību ar gala produktu, samazināt materiālu patēriņu un palielināt finansiālo izdevīgumu. Ķermeņa mēru iegūšana individualizētu produktu izstrādē ir izšķirošs solis antropometriski atbilstīgāka apģērba radīšanai [43]. Īpašuzdevumu apģērba aspektā pieeja, kas padara iespējamu produktu pielāgošanu noteiktai populācijas daļai, ir tieša mērķgrupas antropometriskā apsekošana un analīze.

Apģērba nozarē 3D skenēšanas rezultāti ir lietojami [43, 103, 105]:

- izmēru standartizācijai, kad individuālai apģērba izgatavošanai antropometriskie dati uzglabājami datu nesējos, bet plašražošanā – datu bāzēs apģērba pielāgojamībai ar dažādiem individualizācijas pasākumiem (arī antropometriski netipizējamu indivīdu apkalpošanai);
- iepirkumiem internetā, kad pateicoties avatāriem pircēji var sevi vizualizēt un datus lietot izmēru rekomendācijām;
- virtuālas uzlaikošanas sistēmās, digitāli ietērpjot avatārus, kas nepieciešama informācijas aprītei starp konstruktoriem un dizaineriem bez reālu paraugu izgatavošanas, ļaujot novērtēt dizaina ieceres realizācijas efektivitāti;
- antropometrisko manekenu izgatavošanai, kas balstīti uz reāliem ķermeņa mēriem no apkopotajiem datiem nacionāla u. c. līmeņa pētījumos (piemēram, *Formax®* [144] un *Alvanon* [145] manekeni);
- personalizētu manekenu individuālai izgatavošanai (3D drukāšana, frēzēšana).

Arī šajā jomā virkne nozares standartu [146, 147, 148, 149] ietver rekomendācijas virtuālu apģērba prototipēšanas sistēmu lietotājiem, galvenokārt koncentrējoties uz terminoloģiju par virtuālu cilvēka ķermeņa modeli (antropometriskie punkti, mērījumi, ķermeņa daļas, kauli, locītavas), kā arī virtuāla apģērba sastāvdaļu un izstrādes aprakstīšanu (virtuālas drānas, lekāli, sašūšana, izstrādājums, imitācijas uz virtuāla ķermeņa u. c.).

Dažāda veida un ražotāju skeneru (uzskaitot vien dažus piemērus - *Human Solutions* (Avalution [145]), *TC²* [150], *SIZE Stream* [151] un citi [152]) lietojums rezultējies plašos

antropometriskos apsekojumos gan antropometrisko datu kopu (*Civilian American and European Surface Anthropometry Resource (CAESAR [153])*, *UK National Sizing Survey (SizeUK [154])*, *US National Sizing Survey (SizeUSA [155])*, *SizeGERMANY [156]*, *Japanese body size data survey [157]*, *Australian Defence Anthropometric Personnel Testing (ADAPT) [158]* u. c. [43]), gan arī 3D modeļu datu bāzēs (piemēram, *Max Plank Institute [159]*). Tāpat kā CAD sistēmu ieviešana, arī 3D skeneru un iegūto datu pieejamība ir ierobežota, ņemto vērā iekārtu un sistēmu ieviešanas un izmantošanas dārdzību, to rentabilitāti un speciālistu apmācību un algošanas izmaksas.

Apģērba lekālu projektēšanas 3D tehnoloģiju lietojums notiek šādos virzienos [64]:

- divdimensiju lekālu uzlaikojšanas uz 3D skenējumiem ar iespēju imitēt drānas;
- konstrukciju radīšana uz 3D skenējumiem ar iespēju variēt virslaides un pieklāvīgumu.

Tradicionāli apģērba ražošanas procesā, atbilstības vērtējums iespējams un tiek realizēts vien nobeiguma posmos, taču, pateicoties mūsdienu tehnoloģiju risinājumiem aktuāla kļuvusi apģērba virtuāla prototipēšana [105], kas var kalpot par līdzekli šī vērtējuma veikšanai jau agrākos posmos. 3D prototipēšana uz iebūvētiem avatāriem vai reālu cilvēku skenējumu 3D modeļiem ir aizvien plašāk lietots paņēmieni vizuālai apģērba vērtēšanai (dizains, balanss, drapēšanās) un lielumatbilstības analīzei (spiediens, gaisa starpslānis) projektēšanas sākuma stadijās [160]. Gan atkarībā no sistēmas iespējām, gan pieejamajiem antropometriskajiem datiem un drānu īpašību datiem, virtuālajā prototipēšanā trūkumi tomēr saskatāmi:

- iebūvēto avatāru pielāgošana - parametru apjomos jeb mērījumu kopa, pēc kura avatārs pielāgojams populāciju reprezentējoša modeļa iegūšanai;
- drānu īpašību definēšanā - cik daudz un kādā formā definējamas drānu īpašības.

Daļā prototipēšanas sistēmu var tikt lietotas *KES-F (Kawabata Evaluation System of Fabrics)* un *FAST (Fast system (fabric assurance by simple testing))* dati, kas ir objektīvi drānu taustuma raksturlielumi – mehāniskās īpašības, kas atbilstošas drānu deformācijām, veicot manipulācijas ar rokām. Virtuālās prototipēšanas uzticamības vērtēšanas pētījumā [161] aprakstīts un secināts, ka abas sistēmas un dati nav brīvi pieejami – nepieciešams speciāls laboratorijas aprīkojums vai sadarbība ar citām laboratorijām, kas ir dārgs un laikietilpīgs process. Turklāt sistēmu lietojuma pieredze rāda, ka vidējam lietotājam var būt sarežģīta iegūto drānu rādītāju izpratne un rezultātu interpretācija. Plašākam sistēmu lietojumam un draudzīgumam attiecībā uz lietotājiem, kas lielākoties ir ražotāji un negūs pamatojumu dārgu testu veikšanai, drānu definēšanai būtu ieviejami salīdzinoši pieejami un saprotami parametru kopumi. Iespējams tieši tādēļ, piemēram, sistēmu *Browzwear* un *Opti-Text* izstrādātāji ieviesuši savus testu komplektus drānu imitāciju vajadzībām, atsakoties no *KES-F* un *FAST* sistēmu datu lietojuma [162].

Arī 3D skenēšanu izmanto apģērba atbilstības novērtēšanai ar dažādām pieejām, piemēram, vizuālam novērtējumam pēc skenēšanas attēliem, kā arī tilpuma, virsmas laukuma un šķēsgriezumu mērījumiem. Skenējumu savietojumus izmanto, lai kvantitatīvi noteiktu gaisa starpslāni starp ķermeņa virsmu un apģērba kārtu.

Pirmās nodaļas kopsavilkums un secinājumi

Pirmajā nodaļā veikts dažādu apģērba projektēšanas aspektu kopuma apskats, tie uzlūkoti no apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma nodrošināšanas aspekta, uzmanību pievēršot specapģērba un IAL projektēšanai. Tajā aplūkoti dažādi apģērba projektēšanas posmi un tajos lietotās pieejas, identificējot pastāvošās problēmas, analizējot cēloņsakarības un radītās sekas lielumatbilstīgi un ergonomiski neatbilstoša apģērba radīšanas rezultātā.

Galvenie pirmās nodaļas **rezultāti**

- Analizēta antropometrisko pētījumu nozīme apģērba jomā, dodot ieskatu par antropometrijas metožu un datu lietojumu un uzticamību, kā arī par cilvēka ķermeņa konstitūcijas (tips, proporcijas, stāja) un antropometriskās dinamikas lomu apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma veicināšanā.
- Analizēta apģērba izmēru sistēmu izstrādes specifika, nosakot tradicionāli sastopamos trūkumus un to cēloņus, un identificējot pārskatīšanas un uzlabošanas procesu virzienus.
- Raksturoti pamatprincipi atbilstoša apģērba konstruēšanas un tekstilmateriālu atlases procesos, analizējot un aprakstot trūkumus esošajā praksē un tādējādi veicinot izpratni par uzlabojumu virzieniem: sistematizācija, datu pārskati un citas informācijas secīga sakārtošana.
- Dots ieskats par mūsdienu datorprojektēšanas un 3D tehnoloģiju lietojuma tendencēm, nozīmību, kā arī trūkumiem apģērba projektēšanā un analizē.

Pirmās nodaļas **secinājumi**

- Apģērba nozarē novērojams antropometrisko pētījumu un to datu trūkums – lietojumā esošie dati lielākoties ir novecojuši, taču pieeja jaunām antropometrisko datu kopām ir dārga⁶ 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, kas konkrētajā gadījumā ietver ķermeņa mērījumus.
- Apģērba izmēru sistēmām saskatāmi tādi trūkumi, kā novecošanās (izmantošanai nepiemērotas, nederīgas), nepamatota pārmantošana no cita apģērba izstrādātnēm, nepilnības struktūrā – vadmēru atlase, indifferences intervālu sadalījumi, kā arī iztrūkums marķējuma skaidrojumos valkātājiem.
- Mūsdienās apģērba valkātāju vidū pastāv apjukums apģērba marķējumos, ņemot vērā to daudzveidību un trūkstošos skaidrojumus par apzīmējumu saturu.
- Nozarē identificējams ne vien antropometrisko datu trūkums, bet arī to izmantošanas nespēja un/vai neizpratne ražošanā, piemēram, projektēšanā lietojot sen izstrādātus, pārmantotus lekālu komplektus 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 apģērba lielumatbilstību.

⁶ Autore piebilde: piemēram, SizeGermany (mērījumi Vācijā) mēru tabulas maksā ap 15 000 €

- Projektējums, jo īpaši īpašuzdevumu apģērbs, reti tiek balstīts uz valkātāju vajadzībām, neparedzot valkāšanas vides apstākļus un valkātāju ikdienas pienākumus, arī veicamās kustības un apģērba uzbūves, aizdarņu un regulatoru piemērotību šiem apstākļiem.

- 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.

Nodaļā apskatītie apģērba projektēšanas aspekti un to kopums apģērba projektēšanas procesā ļauj spriest par teorētiskiem un praktiskiem paņēmieniem apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma veicināšanā, tāpat arī par to trūkumiem un uzlabošanas virzieniem. 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 apgādes sistematizāciju un citi aspekti.

2. APĢĒRBA ATBILSTĪBAS ASPEKTI

Pirmā nodaļa parāda apģērba projektēšanas aspektu kopumu, tajā pašā laikā ieskicējot vajadzību pēc lietoto principu un paņēmieni efektivitātes novērtējuma, caur dažādiem skatpunktiem un metodēm vērtējot un izdarot pamatotus spriedumus par gala produktu - apģērba apritē nonākot pie apģērba atbilstības novērtējuma.

Terminoloģiski “atbilstība” (*fit*) ir skaidrota kā parādība jeb stāvoklis, kad kāda parādība atbilst citai parādībai [2], ietverot tādus sinonīmus, kā “piemērots”, “derīgs”, “pienācīgs”, un apģērba aspektā ikdienā sastopamos “derēt” un “sēdēt” [163]. Centieni definēt apģērba atbilstības jēdzienu un tā komponentes izrādījis 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 [64, 164]. Līdzīgos skaidrojumos apģērbs uzskatāms par atbilstīgu, kad reizē ar glītu izskatu tas ļauj valkātājam sasniegt iespējami augstāku komforta līmeni, tajā skaitā arī mobilitātes un kustību izdarīšanas brīvuma jeb ergonomiskuma izpratnē [64]. Jēdzienam izdalot vispārīgas dimensijas jeb komponentes – tā ir apģērba attiecība pret ķermeni, apvienojot estētisku/vizuālu atbilstību, fizisku komfortu un apģērba atbilstošu funkcionēšanu uz ķermeņa [165, 166, 167, 168].

Apģērba atbilstība ir kritisks produkta kvalitātes un gala patērētāju apmierinātības faktors [169], turklāt gala lēmumu par apģērba atbilstību pieņem tieši lietotājs jeb valkātājs, tādēļ dažādās savstarpējās attiecībās nozīmīgi būs visi jēdzienā ietvertie faktori – gan estētiskie rādītāji, gan komforts, gan ergonomiskums [35]. Lūkojoties no valkātāju viedokļa, tiek atzīts, ka pienācīgi atbilstošs (*well-fitting*) apģērbs veicina valkātāja pārliecību, komfortu, veikspēju un arī drošību [116]. *Bye un LaBat* (2005) pētījumā novērots, ka apģērba piemērotības vērtēšanā dzimumu starpā atšķiras prioritātes, kad sievietēm galvenie faktori ir lielumatbilstība, dizains un drānas, savukārt, vīrieši lielāku uzmanību vērš uz materiāliem, tad uz komfortu un lielumatbilstību [170]. 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 radīt veselību un dzīvību apdraudošus apstākļus. Tādēļ reizē ar citiem atbilstības rādītājiem, kur reizēm izskata komponente var kļūt otršķirīga, aizsargapģērbam kā viens no būtiskākajiem rādītājiem atbilstības prasību izpildē ir funkcionālās īpašības – aizsargīpašības.

Pirms atbilstības jēdziena komponentu detalizētāku aprakstu un to vērtēšanas paņēmieni apkopojuma, nepieciešams īss skaidrojums par iepriekš pieminētā jēdziena “komforts” lietojumu darba ietvarā. Jēdziens par cilvēka komfortu apģērbā ir plašs un ietver daudz dažādu faktoru, kas, lai gan pieļauj atsevišķu izpēti, uzlūkojami vienoti. Komforts apģērbā tiek uzlūkots kā mijiedarbība starp cilvēku, apģērbu un apkārtējo vidi, un ir vienotas sistēmas kopums. Vērā ņemamas daudzskaitlīgas ietekmes un mijiedarbības – atšķirības ķermeņa izmēros, formās un fizioloģijā, materiālu īpašības, dizaina risinājumus, kā arī vides izaicinājumus un aktivitātes [37]. Meklējumi nonākt pie apmierinošas komforta definīcijas rezultējušies arī tādās, kas ir vispārīgas un apkopojošas, piemēram, ka tas ir stāvoklis, kad sasniegta patīkama harmonija no

psiholoģiskā, fizioloģiskā un fiziskā viedokļa starp cilvēku un vidi [25], vai pat kā stāvoklis, esot brīvam no sāpēm un diskomforta [171]. Attiecībā uz jēdzienu “valkāšanas komforts” (*wear-comfort*), tas ietver termiskās īpašības, pasīvo pieskārienu (drāna pret ādu) un ergonomisko komfortu [37]. Attiecībā uz IAL ergonomiskumu Eiropas Parlamenta un Padomes Regulas (2016/425) [172] prasības ietver, ka tie jāprojektē un jāražo tā, lai tam paredzamajos lietošanas apstākļos lietotājs var normāli veikt ar risku saistītu darbību, vienlaikus pēc iespējas augstākā līmenī saņemot piemērotu aizsardzību. Zinātniska pieeja komforta jēdziena izpratnē, tā paredzēšanā un plānošanā nozīmē nepieciešamību pēc integrētām zinātniskām zināšanām tādās jomās kā fizika, fizioloģija, kā arī psiholoģija [25]. Komforta jēdziens var ietvert 2.1. tabulā apkopotās un aprakstītās sastāvdaļas [25, 30, 36, 37, 74, 88, 173, 174, 175, 176].

2.1. tabula

Komforta jēdziena sastāvdaļas

Nr. p. k.	Komforta sastāvdaļa	Skaidrojums
1.	Termo-fizioloģiskais komforts	Aptver siltuma un mitruma apmaiņas procesus caur drānu.
2.	Ādas sensorais komforts (arī taktilais)	Sajūtām uztveramo produktu (drānas, apģērbs) īpašību novērtēšana apģērba aspektā ir saistīta ar ādas sensoro sistēmu, taču nevar aizmirst arī par citiem sensorajiem kanāliem jeb visām piecām cilvēka maņām - redze, dzirde, oža, garša un tauste, kam var būt nozīme apģērba uztverē.
3.	Ergonomiskais komforts	Saistīts ar kustību brīvumu, slodžu samazināšanu uz ķermeni un ķermeņa formveidošanu, ko galvenokārt ietekmē materiālu izvēle un apģērba konstrukcija.
4.	Psiholoģiskais komforts	Ietverama mode, apģērba estētika, personīgās izvēles un uzskati.

Vērtējot cilvēka komfortu apģērbā, pie neapmierinoša apģērba izmēra un lielumatbilstības rādītājiem, tādas komforta sastāvdaļas, kā mitruma un temperatūras apmaiņa, kļūst mazsvarīgas jeb otršķirīgas [25]. Tādēļ aizvien plašāk komforts tiek uzlūkots un pētīts arī no apģērba lielumatbilstības aspekta, ne vien no fizioloģiskajiem rādītājiem un balstoties uz drānu testēšanas rādītājiem. Piemēram, aizsargapģērbs kā sistēma būtu jāvērtē kopumā, nevis vien no termiskajiem rādītājiem vai atsevišķām materiālu īpašībām [174]. Jēdziens “komforts” promocijas darba ietvaros lietots ierobežoti, ņemot vērā joprojām pastāvošo nenoteiktību tā definēšanā un vērtēšanā, pievēršoties apģērba atbilstības izvērtējumam ar kvantitatīvajām un kvalitatīvajām metodēm.

2.1. Atbilstības jēdziena komponentes

Kā jau no iepriekš rakstītā noprojams, komponentu apkopojums veicams hierarhiskā struktūrshēmā apģērba kvalitātes noteikšanai, šāds princips lietots arī pētījumos un mācību

grāmatās [17, 20, 130, 177]. Šādas pieejas ontoloģija un izpratne par atbilstību veidojas daudzu faktoru ietekmē. Zināšanas par atbilstību tiek strukturētas un aprakstītas, taču pielietojamas tikai katras konkrētās problemātikas (eksistences) apstākļos. Līdz ar to 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:

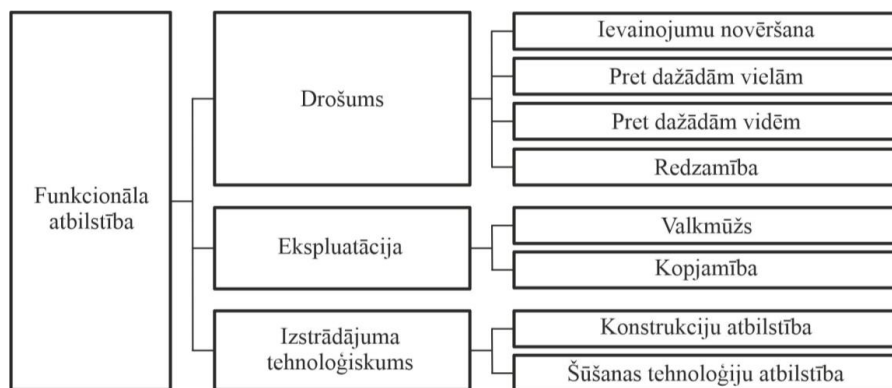
- 1) funkcionālā atbilstība;
- 2) antropometriskā lielumatbilstība;
- 3) ergonomiskums;
- 4) estētiskā atbilstība.

Aplūkotās apģērba atbilstības komponentes apkopotas 2.1. att., 2.2. att. un 2.4. att. aptverot funkcionālās un estētiskās atbilstības kā arī ergonomiskuma komponentes.

2.1.2. Funkcionālā atbilstība

Pie pirmās grupas – funkcionālās atbilstības (2.1. att.) – pieskaitāms:

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



2.1. att. Funkcionālās atbilstības komponentes.

Latvijas Republikas tiesību aktu [178, 179] 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 atbilstoša 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 izmantotajiem tekstilmateriāliem, gan gatavam apģērbam [174].

Vērtējot specapģērba drošības aspektu, primārā informācija ir izgatavošanā lietoto tekstilmateriālu (arī paligmateriālu) specifikācijas, kas ietver gan drānu struktūras raksturlielumus, gan fizikāli mehāniskās īpašības, kā arī norādes (ar atbilstošu marķējumu arī izstrādājuma etiķetē) par aizsargīpašībām (laikapstākļi, uguns, ķīmikālijas, bioloģisks piesārņojums, elektrība, radioaktivitāte, ievainojumi, redzamība u. c.) un atbilstošu lietojumu. Līdz ar to specapģērba vērtēšanas procesa efektīvai realizēšanai atbildīgajām personām (amatpersonas un/vai eksperti) ir jābūt informētām par reālajām valkātāju vajadzībām un problēmjaudājumiem darba vidē attiecībā uz drošību. Materiālu izvēles pamatojums ir nozīmīgs posms īpašuzdevumu apģērba projektēšanā gan no īpašību, gan lekālu pielāgošanas aspekta, kad konstrukcijā integrējamās tekstilmateriāla īpašības, paredzot to dažādo raksturlielumu ietekmes gatavā izstrādājumā.

Personālsastāvs dažādās jomās iepirkumu rezultātā tiek apgādāts ar noteiktas funkcionalitātes specapģērbu, un teorētiski ir iecerēts, ka izstrādājumi savas īpašības pienācīgā kvalitātē saglabās paredzēto ekspluatācijas laiku. Arī šajā gadījumā viens no izšķirošajiem faktoriem ir materiālu īpašības jau valkāšanas un kopšanas (mazgāšana, žāvēšana, ķīmiskā tīrīšana) laikā. 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 izstrādājumu tehnoloģiskumu, vērtētājiem ir jāgūst pārlicība par konstrukciju veida atbilstību paredzamajiem mērķiem – darba apstākļi, valkātāja darba funkcijas, nosedzamās ķermeņa daļas, pielāgojamības apjoms, kā arī šūšanas tehnoloģiju izvēles pamatotību un kvalitāti, kam jāveicina funkcionalitāte un produkta valkmūžs.

No iepriekšminētā 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 (piemēram, intervijas un/vai rakstiskas aptaujas).

2.1.4. Antropometriskā lielumatbilstība

Lielumatbilstību lielā mērā nosaka gaisa telpa jeb starpslānis starp ķermeni un materiāla slāni, un šo atstarpju topoloģija atkarīga no daudziem faktoriem, piemēram, apģērba veida un dizaina (arī elementu skaita un veida) risinājumiem, tā lieluma, virslaidēm un drānu drapēšanās spējām un stingrības liecē [88]. Dažādos skaidrojumos lielumatbilstība raksturota, piemēram, šādi:

- “būt pareizajā formā un izmērā attiecībā pret kādu/kaut ko” [180];
- apģērba fizisko izmēru atbilstība ķermenim [181];
- apģērba lieluma (izmēra) un formas atbilstība cilvēka ķermeņa izmēriem un formai [182];
- apģērba konstruktīvā dizaina lielumu (izmēru) un formas atbilstība valkātāja ķermeņa mēriem vai cilvēka trīsdimensionālajam ķermenim [96];

- ka lielumatbilstība tieši saistīta ar cilvēka ķermeņa anatomiju un tās neatbilstības problēmu rašanos ķermeņa izliekumu daudzveidības dēļ;
- lielumatbilstība nav par mērījumiem, bet gan par atbilstību cilvēka ķermeņa formai [31];
- franču valodā autors *Serwatka* jēdzienu definējis kā ‘*le bien allé*’, tulkojumā nozīmējot “labi aizgājis”, un autors *Bougourd* kā attiecības starp apģērba lielumu (izmēru), kontūru un formu, kas perfekti atbilst cilvēka ķermeņa formai [31];
- lielumatbilstīgs apģērbs šķiet kā daļa no paša valkātāja [64].

Apkopojot definējumos 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 [10].

Ir pieņemta cieša tādu jēdzienu saistība un konceptu atkarība, kā izmēru sistēma un lielumatbilstība, ņemot vērā, ka izmēru sistēmas darbības un lielumatbilstības testēšana iet roku rokā [81]. Cits īsi nosauktais “*fit mapping*” (lielumatbilstības kartēšana) izsaka procesa ietvaru, kad tiek analizēts, vai apģērba izmēri ir atbilstoši jeb piemēroti lietotāju populācijai [47]. Ja ir pieejami antropometriskie dati, tad tie jāsaista ar produktu tā projektēšanas laikā [183]. Lielumatbilstības testēšana (*fit testing*) ar testpersonu un ekspertu iesaisti kalpo par metodi izmēru sistēmu validēšanai (sistēmas pārbaude, ko veic tās izstrādāšanas beigu posmā, lai pārlicinātos, ka sistēmas funkcionēšana atbilst iepriekš formulētajām prasībām), apliecinot to, ka apģērba izmērs tiešām atbilst sistēmā noteiktajām specifikācijām. Ideālā gadījumā testēšana veicama visam izstrādājumu izmēru diapazonam, tomēr piemītošā laikietilpība un materiālu izlietojums to padara par retu praksi, turklāt arī jau pēc izmēru sistēmu ieviešanas un validācijas nozīmīgs ir arī to turpmāks monitorings [21, 43].

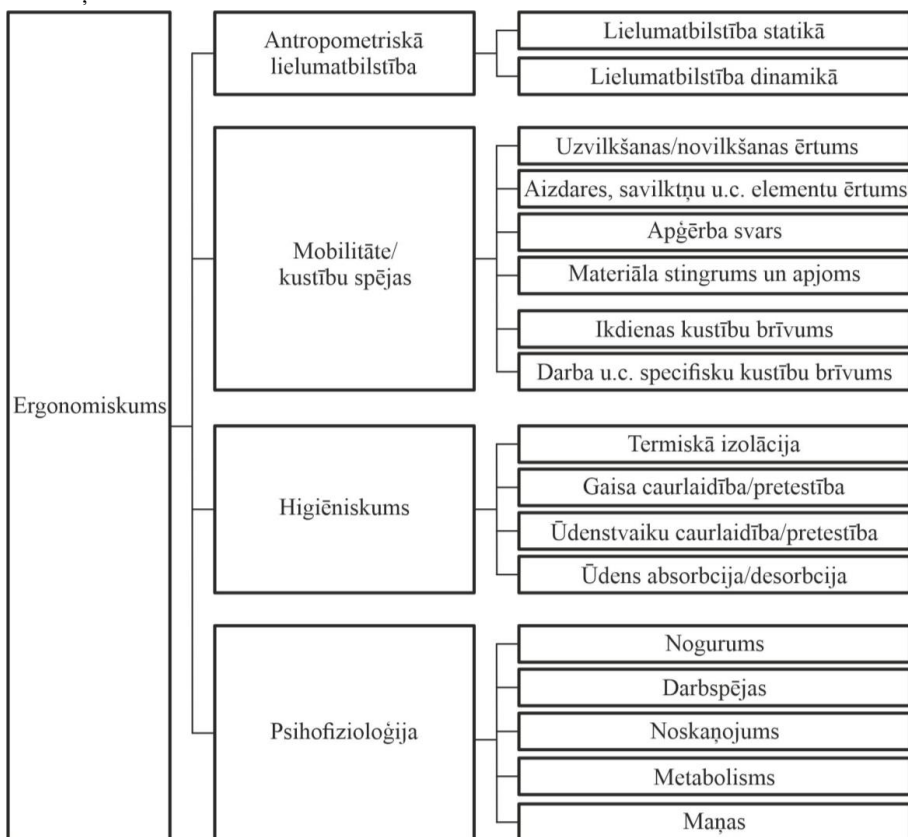
Jaunu un uzticamu antropometrisku datu iegūšanai ir nepieciešami laika un finansiālie resursi, kuru nav ne pasūtītājiem, ne ražotājiem. Līdz ar to datu sistematizēšana gulstas uz ražotāju pleciem – pasūtītājs pasūta apģērbus (specapģērbs, uniformas), dodot tikai aptuvenu ieskatu antropometriskajā sistematizācijā, un ražotājs labākajā gadījumā cenšas tai pielāgot produkciju. Lai pilnveidotu apgādes procesu, pasūtītāja rīcībpolitikai ir jāparedz personālsastāva antropometrisku datu iegūšana, periodiska aktualizēšana un nodošana ražotājam, tādējādi sekmējot izmēru sistēmu izstrādi atbilstoši mērķauditorijas antropometriskajiem profiliem un spēju izsekot neatbilstību cēloņsakarības. Noteiktu valkātāju grupu apģērba lielumatbilstības vērtēšanas process ir balstāms reālos datos un analizē, 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 (2.2. att.) ietver:

- antropometriskās lielumatbilstības statikā un dinamikā;

- mobilitātes jeb kustību spējām, kas ietver arī apģērba uzvilkšanas un novilkšanas ērtumu, aizdarņu, 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, noskaņojums, metabolisms un maņas.



2.2. att. Ergonomiskuma komponentes.

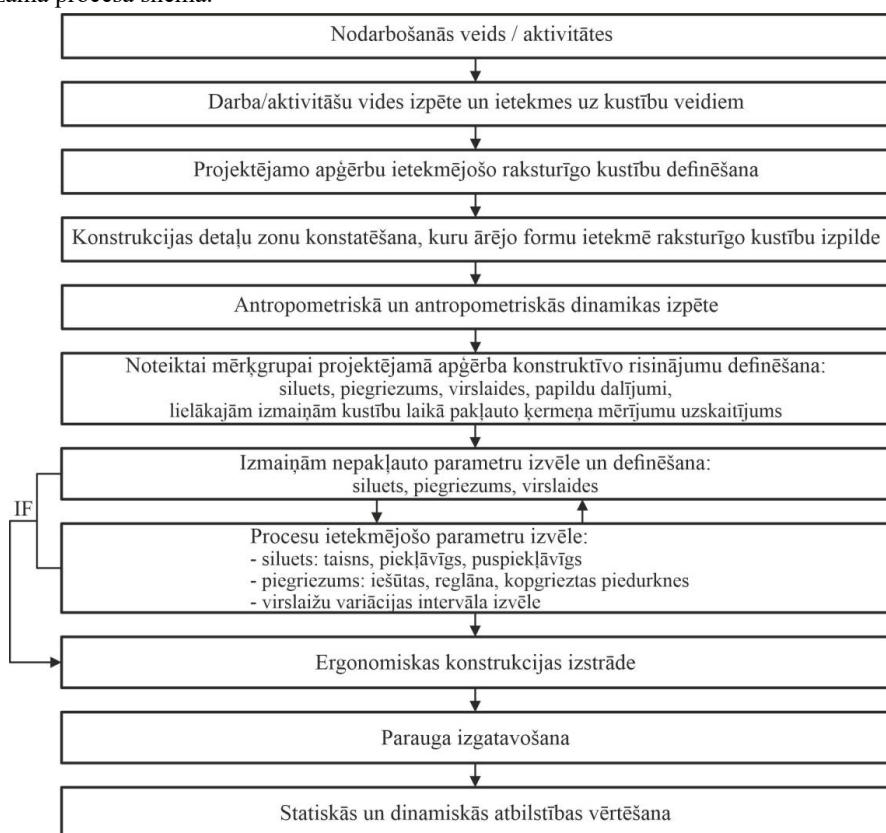
Apģērba ergonomika saistāma ar daudzām pētniecības disciplīnām (antropoloģija, anatomija, fizioloģija, biomehānika, materiālzinātne, arī dizains un psiholoģija), kuru atziņas vēršamas uz produktu un procesu uzlabošanu cilvēka lietošanas vajadzībām [184]. Apģērbs ir nemitīgā kontaktā ar cilvēka ķermeņa virsmu, radot psihofizioloģiskas sajūtas – siltums, aukstums, komforts, ērtība, spiediens, muskuļu sasprindzinājums. Fizioloģisko reakciju vērtēšanai izmanto tādu mērījumu kopumu, kā ķermeņa “serdes” jeb iekšējā temperatūra, vidējā ādas temperatūra, sirds darbības ātrums, iedarbību laiks, skābekļa patēriņš un visa ķermeņa svīšanas ātrums [185]. IAL efektus uz valkātāju veikspēju ierasti kvantificē, mērot fizioloģisko jeb termisko ietekmi (sirds darbība, temperatūras, asinsspiediens, elpošana un svīšana), enerģijas patēriņu (skābekļa uzņemšana), mobilitāti (spēja veikt darba uzdevumus), uzdevumu

veikšanas efektivitāti jeb darbaspējas [186], kā arī dažādas psihofiziskās reakcijas (komforts, valkājāmība, nogurums, slodžu iedarbes un preferences starp analogiem) [187]. Fizioloģiskie testi paredz iegūt datus par svīšanu, metabolismu un karstuma un mitruma izvadīšanu [174], turklāt, apģērbu un to komplektu testēšanai mūsdienās pieejami manekeni un klimata kameru sistēmas (sildplates) temperatūru un svīšanas imitācijām [43].

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*). Piemēram, industriālo aizsargapģērba ergonomiskuma prasības ietver [37]:

- 1) lielumatbilstība un izmēru sistēmu piemērotība;
- 2) siltumapmaiņas nodrošināšana caur dizainu, konstrukciju un materiālu izvēlēm;
- 3) svara samazināšana un ierobežojumu samazināšana darbam;
- 4) mobilitāte.

Savukārt, atainojot projektēšanas procesa specifiku ergonomiskam apģērbam, kura galveno prasību vidū ir valkātāja kustību nodrošināšana, adaptēta (ar autora korekcijām) 2.3. attēlā [188] redzamā procesa shēma.



2.3. att. Ergonomiska apģērba projektēšanas shēma (adaptēta ar autora korekcijām) [188].

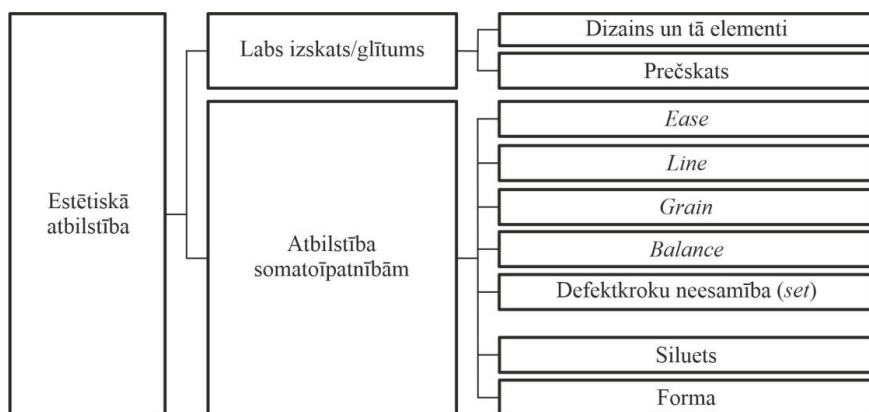
Autore *Margaret B. Prevatt* norāda pētījumos sastopamo iedalījumu, autori *Heisey, Brown* un *Johnson* (1988) ieviesuši jēdzienus strukturālā (*structural fit*) atbilstība un funkcionālā (*functional fit*) atbilstība, kad pirmajā gadījumā atbilstība ir cilvēkam atrodoties statiskā pozā, bet otra jau kustību jeb aktivitāšu laikā. Savukārt autors *Gordon* tās attiecīgi nosaucis par statisko (*static*) un dinamisko (*dynamic*) atbilstību [182]. Lai spētu vērtēt mobilitātes parametrus apģērbā, ir nepieciešamas zināšanas par to, kā rodas ķermeņa kustības un kāda veida tās ir, veicot ikdienas aktivitātes vai darbu. To pielietošanai apģērba projektēšanā veicama izpēte ar atbilstošu informācijas reģistrēšanu tās turpmākai interpretēšanai [21]. Pie metodēm, kā vērtējamās cilvēka kustības, pieskaitāmi, piemēram, novērojumi, locītavu leņķu mērījumi, fotogrāfiska analīze, aptaujas un intervijas, kā arī šo pieeju kombinācijas, turklāt to veicot gan laboratoriskos, gan lauka apstākļos [74, 166].

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 ziņošas 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 specapģērbu valkātājiem (intervijas, aptaujas), kā arī reāli ergonomiskuma testi ar pamatotiem vērtēšanas apstākļiem un kritērijiem.

2.1.1. Estētiskā atbilstība

Pie ceturtās grupas – apģērba estētiskās atbilstības komponentēm – pieskaitāms (2.4. att.):

- labs izskats/glītums, ko nosaka dizains un tā elementi, prečskats, apģērba siluets un forma, turklāt iedalāmas divas grupas:
 - personīgā – cilvēka preferences attiecībā uz savu izskatu iespaidojoties no personīgās gaumes, sociālo grupu ietekmes un modes tendencēm;
 - dienesta – uniformas izskats nav atkarīgs no indivīda vēlmēm vai gaumes (dienesta vēstījums, vēsture, tradīcijas u. c.). Taču uniformu/darba apģērba projektējumam jābūt ar labu izskatu, lai valkātāja darbspējas neietekmētu kauns/neērtība par savu ārējo izskatu.
- atbilstība somatoīpatnībām, ko nosaka un vērtē pēc virslaižu efektivitātes, vīļu, drānas garenvirziena, apģērba balansa rādītājiem, kā arī defektkroku neesamības.



2.4. att. Estētiskās atbilstības komponentes.

Ar apģērbu un ģērbsanos noris cilvēka ķermeņa modifikācijas, un mijiedarbība vērojama starp ķermeni un apģērbu, vidi un arī skatītāju. No vizuālā aspekta šajā procesā notiek izmaiņas t. s. ķermeņa kateksē, kas literatūrā skaidrota kā apmierinājums ar ķermeņa izskatu un tā atsevišķām daļām, arī ķermeņa atspoguļojuma (*image*) un paškoncepta (*self concept*) ietvaros. Turklāt šis katekses līmenis tiek cieši saistīts ar apģērba atbilstību [64, 164]. Estētiskā atbilstība ikdienas valkātāja skatījumā var ietvert dažādus rādītājus [34, 74], piemēram:

- Glītums jeb labs izskats/pievilcīgums, tajā skaitā dizaina un tā elementu efektivitāte (siluets un forma, krāsas, raksti, stils/dizains/unikalitāte, modīgums, aktuāls stils) un prečskats (ražojuma kvalitāte).
- Atbilstība somatoīpatnībām, tajā skaitā defektkroku neesamība, ķermeņa formām glaimojošs, labs piegulums, arī pielāgotība individuālam un/vai sabiedrības sektoram.

Estētiskas atbilstības rezultāts ir vizuāls apmierinājums par apģērba izskatu attiecībā pret ķermeni, tātad arī valkātāja pārliecinātību un kopumā valkātāja psiholoģiskā komforta sekmējošs faktors. Vizuālai apģērba atbilstības novērtēšanai literatūrā bieži minēta vērtēšana ar piecu raksturlielumu kombināciju (pamata atsauce uz *Erwin & Kinchen*), kuri apkopoti un skaidroti 2.2. tabulā [34, 89, 166, 168, 169, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195].

2.2. tabula

Faktori apģērba vizuālas atbilstības novērtēšanai

Nr. p. k.	Faktors	Raksturojums
1.	Virslaides (<i>ease</i>)	“Brīvās telpas” esamība apģērbā kā starpība starp valkātāja ķermeņa mērījumiem un apģērba mērījumiem. Vērtējamās funkcionālās virslaides kustību nodrošināšanai un dizaina – iecerētā dizaina demonstrēšanai (piemēram, siluetālās).
2.	Vīles, reljefvīles un iešuves (<i>line</i>)	Saistīts ar izstrādājuma: ▪ vīlēm (vīļu taisnums un pielāgošanās ķermeņa formām, priekšpusē un mugurpusē centra vīļu vertikālums attiecībā pret

Nr. p. k.	Faktors	Raksturojums
		grīdas līmeni, perpendikulārums grīdai, paralēlums ķermeņa centrālajai asij, sānu vīļu krituma svērtēniskums ķermeņa sānos); ▪ reljefvīlēm (atbilstība ķermeņa dabiskajiem izliekumiem); ▪ iešuvēm (iešuvju taisnums un pielāgošanās ķermeņa formām).
3.	Garenvirziena novietojums (<i>grain</i>)	Attiecība starp drānu, konstrukciju un valkātāju, kas atkarīga no piegriešanas un šūšanas kvalitātes, kā arī testpersonas stājas rādītājiem. Pamata princips – uzvilktā apģērbā drāna garenvirzienā perpendikulāra vai paralēla grīdai vai novietota 45° leņķī. Vienmērīgs drapējums un simetriskums. Nav novērojama izstrādājuma vai vīļu vērpšanās, greizums.
4.	Balanss (<i>balance</i>)	Rodas apģērbam esot līdzsvarā. Simetriskos izstrādājumos – vienāds attālums no ķermeņa labās un kreisās puses līdz centram. Abi sāni simetriski skatā no priekšpusē, mugurpusē un sāniem. Brunčiem – valkātāja kājas to vidū, neskarot priekšpusi vai mugurpusi. Balanss attiecībā uz vīlēm un garenvirzienu. Ietekmē valkātāja ķermeņa simetriskums.
5.	Defektkroku neesamība (<i>set</i>)	Drānas līdzens piegulum uz ķermeņa virsmas, bez defektkrokajumiem un savilkumiem. Rašanās iemesli – izstrādājuma izmēru neatbilstība (par lielu vai par mazu).

Labi atbilstoša apģērba drapējums ap ķermeni ir līdzens un vienmērīgs, vīles ir taisnas, bez drānas greizumiem, savilkumiem un atvērumiem, lejamalai novietojoties paralēli grīdai, ja vien nav citas dizaina ieceres [43, 196]. Papildu jēdzieni, ar ko raksturojams apģērbs vizuāli ir drapēšanās (*drape*), turklāt vēlams gan statiskā stāvoklī, gan kustībā, un raksturojot apģērbu ar nosacīti “dzīvīguma” izpaušanās skalām [25]. Drapēšanās rādītāja vizuālais subjektīvais vērtējums var tikt saistīts ar objektīviem drānu raksturlielumu mērījumiem, piemēram, iepriekš kvantitatīvi salīdzinot pašu izejmateriālu drapēšanās spējas koeficientus gan pēc standartizētas metodes [197].

Pie apģērba izskata vērtēšanas objektīviem rādītājiem, kas lielākoties var būt testējami ar standartizētām metodēm, pieskaitāmi šādi [64]: drānas virsmas vērtēšana attiecībā uz neburzīgumu, pilingsliecību un izmaiņām mazgāšanas/kopšanas ietekmē; vīļu izskats; atsevišķu elementu (piemēram, ieloču) formnoturība mazgāšanas rezultātā; gatavu izstrādājumu izskata stabilitāte, kas var tikt bojāts nepietiekamas drānu stabilitātes dēļ, slikta šūšanas izpildījuma un arī transportēšanas rezultātā.

Teorētiski pārzinot defektkroku rašanās cēloņus, veicami labojumi apģērba lekālos atbilstoša piegulumu panākšanai. Vispārēji principi ir šādi [21, 104]:

- horizontālas krokas – izstrādājuma segments par garu vai par ciešu apkārt ķermenim. Apjomīgu, vaļīgu kroku gadījumā – par garu; ciešu un nospriegotu gadījumā – par ciešu.

- vertikālas krokas – izstrādājuma daļa par īsu vai par vaļīgu. Ciešas un nospriegotas krokas – segments par īsu; apjomīgas un vaļīgas – par platu apkārtmērā. Horizontālās atšķirībā no vertikālajām var ietekmēt gravitācija.
- diagonālas – ja ciešas un nospriegotas, tad nav pietiekama virslaide kādai zonai; ja apjomīgas un vaļīgas – galvenokārt pārlieks garums virs zemākā krokas punkta. Izņēmumi ir speciāli radīts apģērbs ar lieku apjomu, kas paredzēts kustību nodrošināšanai. (piemēram, sieviešu brunči cilvēkiem ar kustību ierobežojumiem).

Apģērba vizuālai vērtēšanai piedāvā lietot arī tīklšķiebes analīzi ar objekta dalījumu taisnstūros, trapecēs vai trijstūros. Tradicionāli pētāmās zonas – pleca leņķis, roces un plecgals, kā arī krūšu izvirkājums [74].

Neskatoties uz citu iepriekš aprakstīto (funkcionālā, antropometriskā, ergonomiskā) atbilstības rādītāju izvirkāšanu priekšplānā, arī estētiskā atbilstība īpašuzdevumu apģērbam ir neatņemama sastāvdaļa, kas vienlaikus tradicionāli pieņemtajām preškata normām nodrošina arī valkātāju psiholoģisko komfortu un koptēla viendabību noteikta personālsastāva ietvaros, piemēram, atpazīstamas un reprezentatīvas uniformas. 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 koptēlu 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 (2.5. att.) kombinēšana ļauj noskaidrot savstarpējas attiecības starp subjektīviem atbilstības vērtējumiem un objektīviem fiziskiem rādītājiem [37]. Subjektīvā vērtējuma rezultāti nav atkārtojami un nevar tikt izteikti absolūtās vērtībās, vien relatīvi – tāpat salīdzinoši [194]. Apzinoties, ka atbilstības vērtēšana lielākoties saistīta ar kvalitatīvām metodēm, kam raksturīga subjektivitāte un precizitātes trūkums, un kvantitatīvu metožu lietojums ne vienmēr ir viegli sasniedzams [64], secināms, ka metožu kombinējums ir nozīmīgs vērtēšanas procesiem [37]. Joprojām grūtības ir abu metožu rezultātu integrēšanā apģērba uzlabošanā, kā arī nepieciešamībā atkārtoti vērtēt ieviesto uzlabojumu efektivitāti.



2.5. att. Lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas objektīvās un subjektīvās metodes.

Lielumatbilstības vērtēšana ir kritisks apģērba projektēšanas posms, kas mūsdienās ražošanā lielākoties tiek realizēts vien gala posmā, kad izstrādājumu pirmie prototipi ir tapuši. Lielumatbilstības vērtēšanas ietvars var tikt uzlūkots no trīs perspektīvām (shēma 2.6. attēlā) – individuālā apģērba izgatavošanā, ražošanā un pētniecībā. Apģērba ražošanā pēc apģērba konstrukciju un paraugu izstrādes nepieciešams novērtēt gan to, vai ir sasniegtas dizaina ieceres, gan fiziskās atbilstības prasības (tiražējamo apģērbu piegulums), ko ierasti vērtē uz tipfigūru pārstāvošiem modeļiem (*live models*) vai tipfigūru etalonmanekeni, turklāt ar mūsdienu tehnoloģiju risinājumiem – arī vērtējot virtuāli prototipētos apģērbus vai izmantojot ar 3D skenēšanu iegūtus apģērba cilvēka 3D modeļus vai attēlus [43, 64].



2.6. att. Lielumatbilstības vērtēšana.

2.2.1. Objektīvas metodes

Tiek izmantotas dažādas metodes, tajā skaitā kustību amplitūdu mērījumi [37], spiediena un citu sensoru mērījumi [37, 89], 3D skenēšana [64, 183, 194, 198], virtuāla prototipēšana [183], tāpat arī lielumatbilstības noskaidrošanai ķermeņa un apģērba mērījumi un to analīze, kā arī *Moiré* topogrāfija [64].

Kustību amplitūdu mērījumi (*ROM*)

Kvantitatīvus, apģērba analīzei izmantojamus datus, kam pamats ir kustību diapazonu izpēte, iegūst mērot apģērba virsmas izmaiņas kustību izdarīšanas laikā. Mēru izmaiņas pie sasniegtām kustību maksimālajām amplitūdām vērtē ar mērījumu izmaiņām attiecībā pret neitrālu pozu. Piemēram, *Lotens* (1989) definējis septiņas ķermeņa kustības, kurās tiek sasniegtas galējas vērtības, sasniedzot apģērba virsmas izmaiņas no 18-27 cm dažādās ķermeņa daļās [183]. Objektīvu mobilitātes vērtēšanas metožu meklējumi veicinājuši *ROM* (kustību amplitūdu) mērījumu izmantošanu apģērba un IAL ergonomisko faktoru novērtēšanai. Dažādi pētījumi ietver mērījumu iegūšanu un analīzi gan statikā, gan dinamikā (kustībās), kā arī veicot darba uzdevumus. Lielākoties tas nozīmē locītavu leņķa izmaiņu reģistrēšanu vai veikspējas līmeņa novērtēšanu dažādos uzdevumos. Attiecībā uz apģērba var tikt izvirzīti arī noteikti vērtējamie parametri, piemēram, salīdzinot apģērba izmēra un svara ietekmi uz *ROM* [187, 199]. Ņemot vērā, ka nav publicēti vienoti protokoli un vadlīnijas, pētījumos secināts, ka ir nepieciešamība ieviest standartizētus ergonomiskuma testus. Plaši izmantots rīks *ROM* mērījumu iegūšanai ir goniometrs (*gonia* no grieķu val. – leņķis) – rīks leņķu mērīšanai. Līdzīgu instrumentu sastāvā ietilpst elektrogoniometri un lāzergoniometri, kā arī tiek lietotas šo instrumentu savstarpējas kombinācijas datu kopu korelācijas un attiecīgi uzticamības analīzes nolūkos. Principā, *ROM* mērījumi ir noderīgi vērtējot analoģu izstrādājumu risinājumus to salīdzināšanai attiecībā uz valkātāju mobilitāti. Mobilitātes ierobežojumu noteikšanai *ROM* ir divas priekšrocības: var tikt objektīvi kvantificēta informācija ar leņķu un aizsniedzamības mērījumiem; mērījumi iegūstami ar vienkāršiem un lietošanā nesarežģītiem instrumentiem - mērlente, goniometri vai fleksometri bez papildu kalibrēšanas vai sistēmu instalācijām. Lai gan šo rīku lietojums, īpaši tradicionālā goniometra, ir vienkāršs, pētījumos secināts, ka ir apšaubāma mērījumu reproducējamība, ņemot vērā grūtības konstatēt un novietot goniometru uz iedomātās ass atbilstoši locītavu centram, ko ietekmē mērītāju pieredze, interpretācija un cilvēciskais faktors. Elektrogoniometri fizisku kustību konvertē elektriskos signālos, taču iegūts tiek vien locītavas leņķis (mēra leņķus 2 ortogonālās plaknēs), neraksturojot kopējo stāvokli telpā. Kopumā pie *ROM* mērījumiem min trūkumus, ka cilvēka ķermenim piemīt tādas kustības, kas nav nomērāmas ar vienu instrumentu vai metodi. Vēl mobilitātes pētījumos lieto fleksometrus jeb rumpja saliekšanas, jeb sniegšanās attāluma mērīšanas ierīces, vērtējot aizsniegšanās spēju un salīdzinot rezultātus apģērba uzvilšanas vai IAL lietojuma rezultātā [21, 187, 200, 201].

Arī mūsdienīgu tehnoloģiju lietojums ienāk *ROM* pētījumos, piemēram, kustību tveršanas sistēmas (*Motion Capture*) izmantošana, kurā ietilpst vienā koordinātu sistēmā kalibrētas kameras un marķieri [201]. Tomēr arī to lietojumā ir problēmas, kas saistāmas ar kameru

izvietojanas precizitāti, kā arī nenolasītajiem marķieriem, kas kustību laikā nav redzami aiz ķermeņa daļām vai apģērba krokās, tāpat arī fakts, ka lielākoties sensori, kas nosaka novietojumu telpā joprojām ir lieli un smagnēji [21]. Apjomīga apģērba izpētē jābūt stingri pārdomātai mērīšanas metodikai, jo apģērbta ķermeņa gadījumā izaicinoša ir atbilstoša mērinstrumenta novietošana [74] un atskaites punktu (locītavu centru) fiksēšana. Arī sensoru, tajā skaitā stiepes un spiediena, kā arī paātrinājumu un orientāciju noteicošu sistēmu lietojums sastopams ROM analīzē [21].

Spiediena mērījumi

Domājot par mūsdienu tehnoloģiskajām iespējām dažādās jomās, iedibinās uzskats, ka arī apģērba nozares attīstībai nepieciešams meklēt starpdisciplinārus rezultātus, kas izteikti kvantitatīvi, lai spētu sasaistīt problēmas un risinājumus [21]. Apģērba atbilstības problēmu risināšanai priekšrocības nākotnē tiek saskatītas spiediena un citu sensoru lietojumā [183]. Lietojot spiediena sensorus un to sistēmas [202], iespējams novērot apģērba slāņa spiedienu uz dažādām ķermeņa daļām [21], vērtējot apģērba slāņu ietekmi uz cilvēka ķermeni, tālāk rezultātus izmantojot, piemēram, dažādu izstrādājumu risinājumu salīdzināšanai un attiecīgi piemērotāko atlasēi.

***Moiré* topogrāfija**

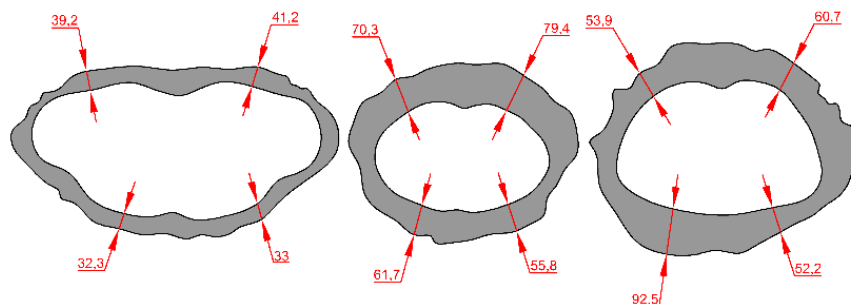
Moiré optika (topogrāfija), kas principā ir gaismēnu topogrāfija, tiek uzskatīta par efektīvu metodi trīsdimensionālu formu izpētei, piemēram, medicīnā – mugurkaulu deformāciju analīzei. Arī apģērba izpētē tā ir efektīvi lietojama metode, kad kontaktmērījumi nav derīgi drānu mīkstās un nestabilās struktūras dēļ, kā arī nemitīgi notiekošajām drānu deformācijām. Pētāma drapēšanas, krokojuma daba, burzīgums un kopējā ķermeņa un apģērba forma. Metodes lietojuma uzdevums ir noteikt apģērba slāņa tuvumu un atbilstību ķermenim [194], laba atbilstība ir panākta tad, ja noteiktu antropometrisko punktu dziļums uz izstrādājuma virsmas (piemēram, krūtsgali, punkti vidukļa un gurnu līmenī, sānu un muguras formu raksturojošie punkti u. tml.) atbilst punktu dziļumam uz ķermeņa vai manekena [64].

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 arī tilpuma mērījumiem. Princips ietver neapģērbta (apakšveļā) un apģērbta ķermeņa skenēšanu ar sekojošu skenējumu savietojumu un šķēlējplakņu izgūšanu lielumatbilstības raksturošanai nozīmīgām ķermeņa daļām. Šķēlējplaknes var tikt analizētas, ja iegūti:

- Apkārtmēri;
- Šķērsriezuma laukumi – mēra transversālo šķēlējplakņu laukumu starp apģērba slāni un ķermeni. Tiek uzskatīts par uzticamāko mērījumu kustību nodrošināšanas virslaižu analīzei;

- Tilpumi – mēra tilpumu starp apģērba slāni un ķermeni. Uzskata par jēgpilnu mērījumu tikai slēgtām virsmām;
- Apģērba slāņa attālumu (distanču) mērījumi – lineāru mērījumu atšķirības starp apģērba slāni un ķermeni, raksturojot minimālās ērtuma un kustību virslandes (2.7. att.) [64].



2.7. att. Apģērba slāņa attālumu no ķermeņa virsmas mērījumi transversālās šķēlējplaknēs [67].

Lielumatbilstības analīzē skenēšanas tehnoloģiju lietojums var būt plašs, un lielākoties pētījumos tiek veiktas standarta stāvus pozā, taču speciālu pētījumu gadījumos paredzot skenējumu iegūšanu arī dinamiskos stāvokļos (fleksijas, rotācijas, sēdus poza u. c.) [198, 203]. Kustību imitējošu pozu ietveršanas skenēšanas izpētēs ļauj vērtēt ietekmes uz apģērba izskatu un lielumatbilstību. Par to liecina arī novērojums, kad, valkājot augstpapēžu kurpes, notiek ķermeņa nosvēršanās uz priekšu un augstuma mērījumu izmaiņas par aptuveni 0,5 %, kas var ietekmēt apģērba izskatu [43].

Atziņa, ka 3D skenēšanas izmantošana kā metode apģērba analīzē pierādās kā efektīva un ietver šādus nosacījumus [89]:

- tā nosaka, vai apģērbs ir brīvs, atbilstošs vai ciešs dažādās ķermeņa daļās;
- tā palīdz novērtēt apģērba balansu, ņemot vērā kritumu (priekša, mugura, labā un kreisā puse) dažādās šķēlējplaknēs;
- tā palīdz projektētājam saprast kopējo sadalījumu un gaisa spraugas dažādās apģērba zonās.

Par 3D skenēšanas priekšrocībām uzskatāms nelimitēts laiks attēlu un 3D modeļu lietojuma, kā arī monohromu attēlu iegūšanas iespējas, veicinot uztveramību un vērtējumu veikšanu bez krāsu ietekmēm [203]. Kā trūkums tiek minēts, ka ne vienmēr tiek ņemts vērā drānas biezums, kam var būt izšķiroša ietekme uz rezultātu uzticamību un praktisku lietojamību [89]. Tāpat trūkumi ir pozu atkārtotamības iespējās un datu analīzes laikietilpības ziņā [21].

Virtuāla prototipēšana

Mūsdienu tehnoloģijas un 3D risinājumi var virzīt uz efektīvāku lēmumu pieņemšanu gan projektēšanas procesā, gan kvalitātes kontrolē. Virtuālā prototipēšana pilnīgam apģērba atbilstības vērtējumam vēl ir attīstības stadijā [21], taču jau esošie risinājumi pirms reālu prototipu izgatavošanas ļauj vērtēt:

- atbilstību;
- piegulumu;
- spiedienu;
- drānas taisnvirziena novietojumu (ja nepieciešams);
- atbilstību ķermeņa formām (šķēlējplaknes).

Uz reālistiskiem virtuāliem cilvēku modeļiem veidotam dizainam un konstrukcijām ir potenciāls nodrošināt pienācīgu atbilstību, taču visas dzīva modeļa priekšrocības joprojām nav piedāvātas – gan vizuālie, gan taustes un fiziskie aspekti (mīkstie audi, kustības).

Ņemot vērā, ka iepriekš aprakstītās metodes vēl ir attīstības stadijā skaidri pamatotam lietojumam apģērba nozarē, to izmantošana plašos praktiskos pētījumos ir ierobežota, turklāt to ietekmē arī pieeja tehnoloģijām un kompetentiem, tehnoloģijas pārzinošiem speciālistiem ar spēju interpretēt rezultātus balstoties apģērba jomas specifikā. Tomēr tās var būt noderīgas specifiska īpašuzdevumu apģērba individualizācijā (piemēram, formveidojošs un/vai veiktspēju veicinošs apģērbs individuālajos un komandu sporta veidos, specifisks cilvēka ķermeņa formas balstošs/pārveidojošs ekipējums), kad iespējama padziļināta pētniecība mazās mērķgrupās. Turklāt virtuālā prototipēšana kā metode var kalpot sekmīgai informācijas apmaiņai starp ražotāju un pasūtītāju jauna dizaina apģērba projektēšanas procesā bez nepieciešamības saskaņošanas vajadzībām vairākkārt izgatavot izstrādājumu paraugus. Līdz ar to noteiktu metožu izvēle vai kombinēšana atkarīga no sortimenta specifikas un pieejamajiem zinātnes un tehnoloģiju sasniegumiem, un sadarbība starp pasūtītāju, ražotāju un dažādu jomu pētniecības organizācijām ir solis pretī jaunām, praktiski lietojamām atziņām īpašuzdevuma apģērba atbilstības vērtēšanā un pilnveidošanā.

2.2.2. Subjektīvas metodes

Subjektīvas metodes paredz lietotāju un ekspertu iesaisti apģērba atbilstības vērtēšanā, no procesā iesaistītajiem indivīdiem gūstot atsauksmes, viedokļus un vērtējumus. Pie subjektīvu metožu izmantošanas jāņem vērā to uzticamība, kuras ietekmējošie faktori var būt gan cilvēka/vērtētāja personība, gan tā brīža veselības un prāta stāvoklis, kā arī esošais personīgā vērtējuma mērogojums. Līdz ar to ir pārskatāma vērtētāju nosacītā “kvalitāte”, vērtēšanas procedūra, vērtēšanas mērogojums un iegūto datu analīzes metodes. Pasākumi, kas pieskaitāmi pie uzticamības veicināšanas ir: vērtētāju apmācības; vērtētāju skaita pārskatīšana, iespējams, ar tā palielināšanu uzlabojot uzticamību; procedūras pārskatīšana – piemēram, variējot pieejas; vērtēšanas skalu un reitinga tehniku pārskatīšana [64]. Tāpat datu statistiskajā apstrādē nepieciešams pieturēties pie secinošas statistikas gan atšķirību un konsekvences analīzei (piemēram, Hī-kvadrāta tests (*Chi-Square*), Kendala koeficients (*Kendall*)), gan saistību noteikšanai (korelācijas testi).

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 [37]. Cilvēki tiek izmantoti kā “vērtēšanas rīki”, tādēļ šīs cilvēku variācijas ir vēra ņemamas analīzes veikšanā [174]. 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 [88]. Paralēli tiem ir arī objektīvi testi, ko veic tieši ar lietotāju – piemēram, darbaspējas, izturības, kā arī temperatūras un mitruma regulācijas rādītāji. 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. Tāpat, vērtējot apģērba ergonomiskumu (piemēram, ugunsdzēsēju apģērbs), var lietot kustību amplitūdu (*ROM*) testus un apkopot subjektīvās sajūtas, kamēr veicamas ikdienišķas kustības. Maņu komforta novērtējumos jāizmanto arī citi rādītāji, piemēram, par apģērba pieklāvīgumu, brīvumu, smagumu, vieglumu, stīvumu, mitruma apmaiņu, siltumapmaiņu, sāpēm, raupjumu, niezi u. c., lai vērtējums būtu vispusīgs [88].

Pamatā sastopamas četras pieejas, kurās iesaistīti valkātāji:

- 1) vienkāršu kustību testi – veikspējas analīzei specifiska uzdevuma izpildes laikā [87];
- 2) laika/kustību pētījumi – tāpat kā kustību testi, taču ņemts vērā kvantificējams laika faktors, kas nepieciešams darbības veikšanai, piemēram noskaidrojot laiku dažādu komplektu uzvilšanai un novilkšanai, priekšmetu meklēšanai un paņemšanai, rāpšanās procesam pāri un zem objektiem, priekšmetu pārvietošanai un pacelšanai [200];
- 3) darba/enerģijas pētījumi – fokusējas uz kvantitatīvu enerģijas apjoma noteikšanu darbības veikšanai. Bez valkātāju psiholoģiskās reakcijas noskaidrošanas, papildus veic asinsspiediena mērījumus, skābekļa patēriņa mērījumus, taisnās zarnas un ādas temperatūras mērījumus, svīšanas rādītāju iegūšanu, urīna un asins ķīmiskā sastāva analīzi, arī muskuļu darbības rādītāju testēšanu [21];
- 4) subjektīva vērtējuma iegūšana ar dažādām “pieņemamības” skalām (piemēram, Likerta) [181, 194, 203].

Ekspertu/vērtētāju vērtējumi

Novērtējuma dalībnieki ir gan dizaineri, gan konstruktori un tehnologi, gan ražotāju pārstāvji, izplatītāji, un, protams – gala posmā – profesionāli pasūtītāji un valkātāji. Vērtēšanas kategorijas atkarīgas no sortimenta veida un iepriekš noteiktajām prasībām gala produktiem [37, 43, 64, 89, 181, 203].

Apģērba vizuālu novērtējumu var veikt:

- 1) uz tipfigūru modeļiem – cilvēka ķermeņa. Šāda vērtējuma priekšrocība ir reāla cilvēka ķermenis un reālas kustības, tomēr apgrūtinoša var būt iespēja sameklēt un sadarboties ar tipfigūras reprezentējošiem pārstāvjiem, turklāt šāda pieeja var būt dārga un ar sarežģītu loģistiku;
- 2) uz tipfigūru etalonmanekeniem, kuru priekšrocība ir statiskums, viegla lietojamība un pieejamība, kā arī atkārtojamība [181]. Cilvēka ķermeņa formas reprezentējošie

manekeni izmantojami apģērba dizaina, proporciju, balansa un atbilstības vērtēšanai [43].

Vizuāls vērtējums veicams ne vien statiskai atbilstībai, bet arī dinamiskai – vērtējot piemērotību arī valkātāja kustību laikā [168]. Ergonomiskā dizainā vērtē kustību brīvumu, dizaina atbilstību (ķermeņa nasegums kustību laikā), apģērba daļu izmēru atbilstību (piedurkņu, staru u. c. garums), detaļu ergonomiskumu (piekļuve kabatām, rāvējslēdzēju, pogu un citu aizdarņu darbība) un saderību ar ekipējumu [174]. Vizuālam apģērba novērtējuma izmantojami arī fotoattēli un 3D skenēšanas rezultāti [194], ekspertiem vērtējot attēlus. Strukturēta vērtējuma procedūras sastādīšanai var tikt segmentētas vērtējamās ķermeņa zonas, piemēram, plecgērbu pētījumā [203] iedalot 36 rumpja zonas (16 ventrāli, 12 dorsāli, 8 laterāli) un vērtējot gan labo, gan kreiso pusi un tās salīdzinot. Ekspertu vērtējumu uzticamību ietekmējošie faktori, neskatoties uz principiem pētījumos iesaistīt jomas speciālistus, saistīti ar personu individuālajiem ieradumiem, pieredzi, personiskajām īpašībām un pat garastāvokli testu laikā [43, 64].

Tā kā valkātāja sajūtas un vērtējums ir izšķirīgi apģērba atbilstības akceptēšanā, tad īpašuzdevumu apģērba vērtēšanas procesā nepieciešams ieviest pamatotas un korekti veiktas subjektīvas vērtēšanas metodes. Tas veicina vērtējuma pilnvērtīgumu, jo ekspertu lēmumus koriģē reālos valkājāmības apstākļos konstatētie trūkumi un lietotāju ieteikumi. Apģērba ergonomiskuma vērtēšanai un no tā izrietošo ergonomiskuma prasību noteikšanai lietojamo valkājāmības testu saturs atkarīgs no apģērba 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 apģērba atbilstības veicināšanā.

2.3. Lielumatbilstība un ergonomiskums nozares standartos

Individuālie aizsardzības līdzekļi (IAL) ir indivīdam valkājami, uzkabināmi, piestiprināmi vai turami līdzekļi aizsardzībai pret vienu vai vairākiem veselības un drošības riskiem [175]. IAL, tajā skaitā arī aizsargapģērba, novērtējuma un testēšanas rādītāji ir svarīgi CE marķējuma nodrošināšanas/sertifikācijas procesiem, kvalitātes kontroles nolūkiem, kā arī atbilstošu iepirkumu izstrādes procedūrās [174]. IAL piemērotības novērtēšana ietver cilvēka ķermeņa raksturlielumu (t. i., lieluma un formas) analīzi, cilvēka un IAL saskarņu novērtēšanu, IAL izmēru sistematizācijas izpratni un atbilstoša izmēra atlases priekšnosacījumu identificēšanu [204]. Ergonomiskuma vērtēšana arī caur subjektu (valkātāju) viedokļiem ir pamatojama tajā, ka ergonomiskie raksturlielumi tiešā veidā ietekmē IAL lietotāja komfortu, mobilitāti un veiklību, ietekmē nogurumu un kopumā darbības, tāpat no tiem atkarīga dažādu IAL mijiedarbība un, izrietoši, aizsardzības pakāpe [175].

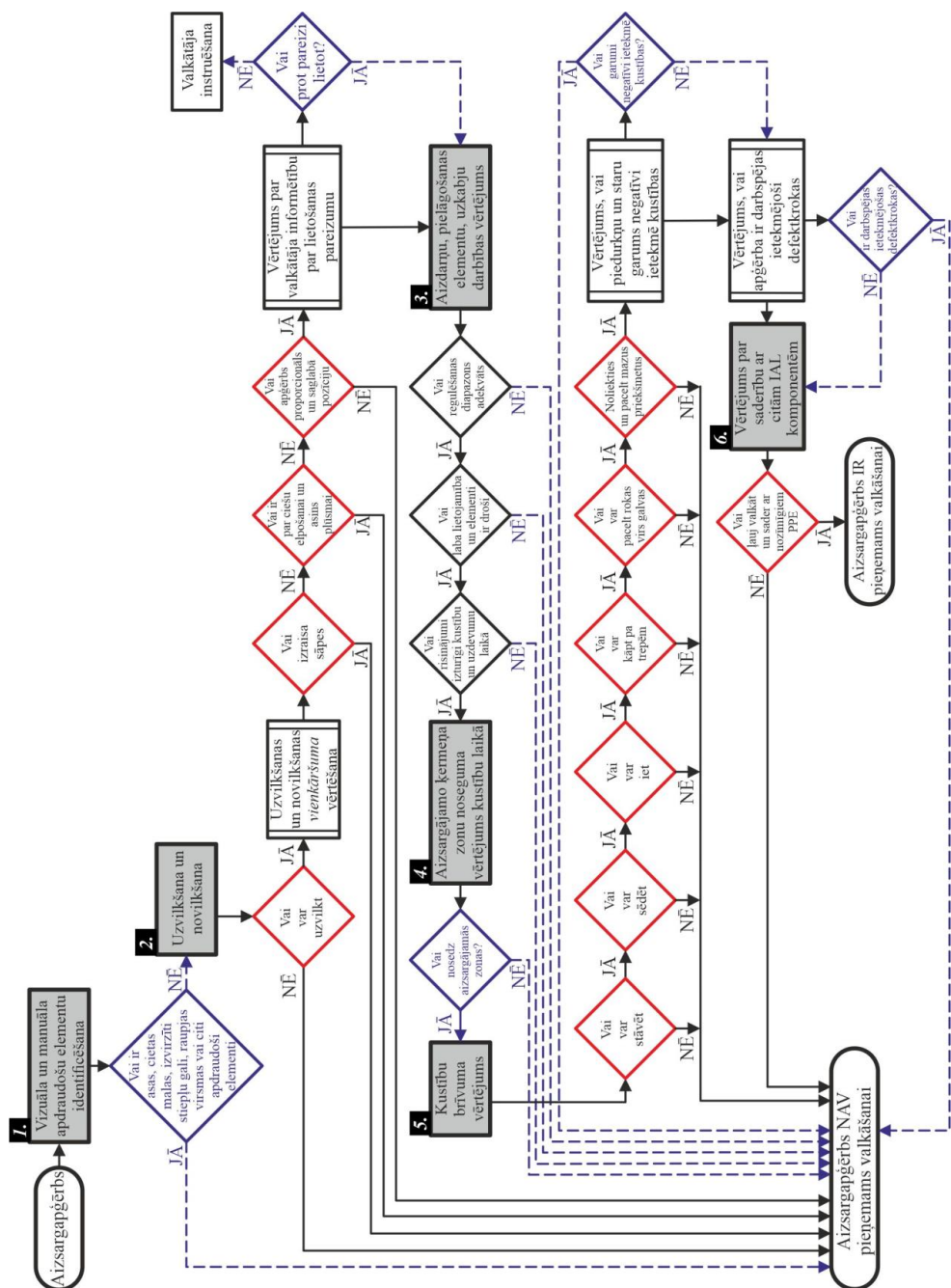
Promocijas darbā izstrādātās metodes uzbūves koncepta plānošanai pārskatītas vairāku nozares standartu rekomendācijas par IAL, tajā skaitā aizsargapģērba, atbilstības vērtēšanu. Standartu saturu pārskatāmībai iespēju robežās veikta to shematizācija, tādējādi identificējot vērtēšanas posmus un pieejas, kā arī analizējot trūkumus.

Standarts ISO 13688:2013 “Aizsargapģērbs. Vispārīgās prasības” (*Protective clothing - General requirements*) [205] nosaka vispārējās prasības attiecībā uz aizsargapģērba ergonomiku, nekaitīgumu, lieluma apzīmējumiem, novecošanos un savietojamību, kā arī informāciju, kas ražotājam jāsniedz kopā ar aizsargapģērbu. Tā informatīvais pielikums aizsargapģērba ergonomisko īpašību pārbaudei ar praktiskiem darbības testiem ietver vispārīgu un vienkāršu novērtējuma aprakstu, un tā mērķis ir novērst lielumatbilstības problēmas un neatbilstoša projektējuma riskus, kā arī veicināt apģērba saderību ar citām IAL (*PPE - personal protective equipment*) komponentēm. Procedūra lietojama gadījumos, kad šādas pārbaudes jau nav ietvertas produkta standartos vai lietošanas instrukcijās. Pārbaudes veic viens vai vairāki pieredzējuši vērtētāji, kas ir iepazinusies ar apģērba tehnisko dokumentāciju. Sešās procesa sadaļās (procesa shēma autores interpretācijā 2.8. att. un simbolu skaidrojums 2.3. tab.) ieteikumu veidā norādīti vērtēšanā iekļaujamie faktori, tomēr lēmumu pieņemšana par to, ka aizsargapģērbs ir nepieņemams valkāšanai, skaidri tiek norādīta vien sešos gadījumos, neprecizējot darbības, kam būtu jāseko citu prasību neizpildes gadījumā.

Seši posmi ietver:

- 1) apdraudošu elementu vizuālu un manuālu identificēšanu;
- 2) uzvilkšanas un novilkšanas ērtuma vērtēšanu;
- 3) aizdarņu, pielāgošanas elementu un uzkabju darbības vērtējumu;
- 4) aizsargājamo ķermeņa zonu noseģuma vērtēšana kustību laikā;
- 5) kustību brīvuma vērtējumu;
- 6) vērtējumu par saderību ar citām IAL komponentēm.

Shematizējot standartā aprakstīto procesu, autore tajā ietvērusi posmus/lēmumus no citiem posmiem atšķirīgā – violetā krāsā (2.8. att. ar simbolu skaidrojumu 2.3. tab.), tādējādi iekļaujot šajā procesā teorētiski iztrūkstošos posmus – situācijas, kad negatīva vērtējuma rezultātā pieņemami lēmumi par aizsargapģērba nepieņemšanu valkāšanai (vēlreiz akcentējot, ka standarts nedod pilnu informāciju par veicamajām darbībām). No ekonomiskā viedokļa gan jāņem vērā, ka lielākā daļa no šādiem ieviestajiem negatīvajiem lēmumiem var nebūt ekonomiski pamatojami un reālā procesā drīzāk prasīs papildu darbības, piemēram, apģērba labošanu, pielāgošanu vai citus risinājumus, nerezultējoties izstrādājumu izmešanā vai valkātāju atteikumā tos lietot. Izšķirošo faktoru kritiskās robežvērtības netiek iezīmētas, pieļaujot ekspertu interpretāciju, kā arī paļaušanos uz valkātāja reakcijām gala lēmuma pieņemšanai par apģērba pieņemšanu vai nepieņemšanu valkāšanai. Tas skaidrojams ar standarta satura un mērķa vispārīgumu, nepiesaistot to konkrēta veida aizsargapģērbam, taču norādot piemērotības vērtēšanas virzienus un aktualizējot vērtējuma nepieciešamību.



2.8. att. Aizsargapģērba ergonomiskuma vērtējuma shematizācija atbilstoši ISO 13688:2013.

Shēmā lietoto simbolu skaidrojums

Nr. p. k.	Apzīmējums shēmā	Skaidrojums
1.		Vērtējuma procesa posmi (sastāvdaļas) – kopā 6.
2.		Veicamie vērtējumi.
3.		Standartā norādītās aizsargapģērbu brāķējošās vērtības, no kurām izriet lēmums par tā neatbilstību (rombi ar sarkanu kontūrlīniju).
4.		Autores papildu ieviestās aizsargapģērbu brāķējošās vērtības, no kurām būtu jāizriet lēmumam par tā neatbilstību (rombi ar violeto kontūrlīniju).
5.		Autores ieviestie lēmumu pieņemšanas ceļi (violetas svītrotas līnijas).

Sekojošā iepriekš aprakstītā standarta norādēm, papildu informācija un norādījumi par IAL ergonomiskajiem raksturlielumiem meklējami standartā *EN 13921:2007* “Individuālie aizsarglīdzekļi. Ergonomiskie principi” (*Personal protective equipment. Ergonomic principles*) [175]. Arī šajā standartā vispārīgi un ieteikumu formā, taču jau ar plašāku redzējumu, apkopoti 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. Rekomendāciju vidū ir norādījumi, kas pamatoti var veicināt ergonomiskuma vērtēšanas uzticamību un efektīvas ieviešanas nodrošināšanu, piemēram:

- lai gan daži aspekti novērtējami vien subjektīvi, ja iespējams, jāgūst objektīvi atzinumi;
- IAL standartu jeb specifikāciju izstrādātājiem jāņem vērā tajos veicamie uzdevumi, jāpārzina ekipējums, valkāšanas/lietošanas laiks un vides;
- valkāšanas testos testpersonu skaita izlemšanai sekot standarta *EN ISO 15537* “Testpersonu atlases un izmantošanas principi rūpniecisko izstrādājumu un konstrukciju antropometrisku aspektu testēšanai” (*Principles for selecting and using test persons for testing anthropometric aspects of industrial products and designs*) [206] principiem, pēc iespējas pārstāvēt pētāmo populāciju vecuma, ķermeņa augstuma, svara, dzimuma, ķermeņa adipozo audu daudzuma, fiziskās attīstības, iemaņu un darba uzdevumu imitācijas spēju ziņā;
- pieļaujama atsauksmās uz cita veida aizsargapģērbus standartiem, taču vienmēr iekļaujot pārbaudes, vai lietotājs saprot instrukcijas un ražotāja brīdinājumus, kāda ir apģērba uzvilkšana, novilkšana un pielāgošana, kādas ir galvenās darbam specifiskās kustības un komunikācija, arī specifiskas aktivitātes valkāšanas laikā;

▪ testi ietver subjektu raksturojumu, uzdevumus un kustības (testu apraksts), rezultātu vērtēšanas metodes un robežvērtības, vērtējuma interpretāciju ierobežotiem apstākļiem. Apkopojums par *EN 13921:2007* rekomendētajiem vērtējamajiem faktoriem un rezultātā gūstamajiem 13 atzinumiem redzams 2.9. att., ietverot:

- 1) antropometriskos faktorus – rekomendācijas par darbībām lielumatbilstības un izmēru sistēmas atbilstības nodrošināšanā;
- 2) kustību ierobežojumu novērtējums attiecībā uz apģērba smagumu, pieklāvīgumu, materiālu stingrumu un apjomu un vērtējumu par papildus spēka nepieciešamību kustību izdarīšanai, kas kalpo par noguruma un ievainojumu riskiem;
- 3) termiskie faktori attiecībā uz termisko izolāciju, tvaika pretestību un caurlaidību, kā arī ūdens absorbciju un desorbciju;
- 4) maņu ietekmējošie faktori – vizuālie, audīlie, smaržu, garšu, kā arī taktilie aspekti;
- 5) testēšana – norādot trīs pieejas, tajā skaitā tehniskās veikspējas testēšanu (lielumatbilstība un ergonomiskums) uz valkātājiem, specifisku ergonomiskuma faktoru testēšanu un valkāšanas testus par piemērotību kā tādu.

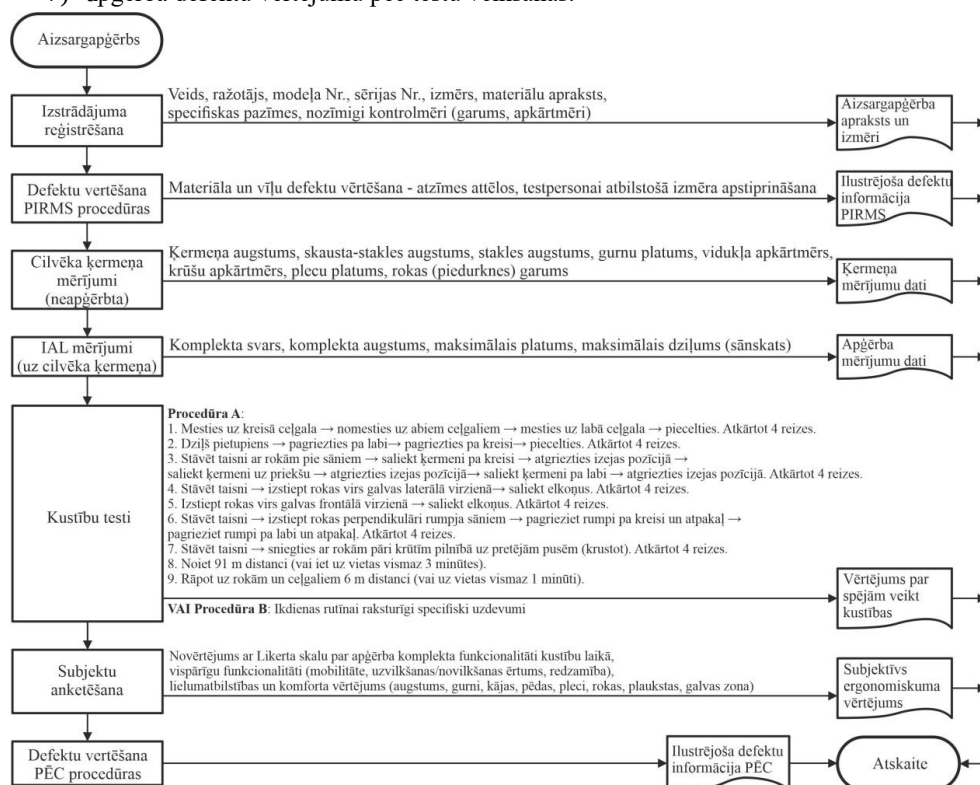
Antropometriskie faktori	• Zināšanas par riskiem, par saskarē esošajām ķermeņa daļām, fiziskajām aktivitātēm • Zināma mērķgrupa izmēru sistēmas atbilstības nodrošināšanai • Lielumatbilstības nodrošināšanai - vairāk kā viena nozīmīga mēra iegūšana, ņemot vērā ne vienmēr ciešas mēru korelācijas • Pārāk izteikta valīguma nepieļaušana - risks aizķerties aiz objektiem	1) adekvāta lielumatbilstība;
Kustību ierobežojumi	• Smagums • Pieklāvīguma ciešums • Materiāla stingrums un apjoms • Papildu spēka nepieciešamība kustību izdarīšanai - noguruma un ievainojumu riski	2) pielāgojamība un stabilitāte;
Termiskie faktori	• Termiskā izolācija • Tvaika pretestība, caurlaidība • Ūdens absorbcija un desorbcija	3) saptomatība un instrukcijas;
Maņu ietekmju faktori	• Vizuālo signālu uztveres ierobežošana • Skaņas informācijas plūsmas traucējumi • Smaku un garšu kavēta uztveršana • Materiāla un virsmu taktilās sajūtas uztveršanas traucēšana	4) masas un tās sadalījums;
Testēšana	1) Tehniskās veikspējas testēšana – lielumatbilstības un ergonomisko aspektu testēšana 2) Specifiska ergonomikas testēšana – ja kāds specifisks ergonomiskuma faktors 3) Valkājamības testi – gala vērtējums par piemērotību – valkājamība un pieņemamība	5) kustību ierobežojumi;
		6) ādas kairinājums, saspiešana;
		7) vibrāciju pastiprināšanās;
		8) termiskais komforts;
		9) fizioloģiskais komforts;
		10) vizuālie aspekti;
		11) dzirdes;
		12) smaržas un garšas;
		13) tauste un veiklība

2.9. att. Aizsargapģērba ergonomiskuma vērtējuma sastāvdaļas pēc *EN 13921:2007*.

Literatūrā [21, 64, 74, 207], aprakstot lielumatbilstības un kopējā komforta nodrošināšanas standartu prakses, atsauce tiek dota uz standartu *ASTM F1154-99a* “Standarta prakse ķīmijas aizsargtērpu komplektu komforta, piemērotības, funkcionalitātes un integritātes kvalitatīvai novērtēšanai” (*Standard Practices for Qualitatively Evaluating the Comfort, Fit, Function, and Integrity of Chemical-Protective Suit Ensembles*). Tā mērķis ir aizsargapģērba (ķīmiskās aizsardzības) 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. 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, izmantojot vērtējumu salīdzinājumus [208]. Procesa shematizācija (2.10. att.) ataino 7 vērtēšanas posmus:

- 1) izstrādājumu reģistrēšanu, iegūstot aprakstus un informāciju par izmēriem;
- 2) sākotnēju apģērba defektu vērtējumu (ilustrējoša defektu informācija) pirms testiem;
- 3) cilvēka ķermeņa mērījumus, iegūstot atsevišķas ķermeņa pazīmes;
- 4) IAL mērījumus uz cilvēka ķermeņa, iegūstot gabarītmēru un svara datus;
- 5) kustību testus (procedūras “A” - veicot noteiktas 9 kustības, procedūra “B” - veicot ikdienas rutīnai raksturīgus uzdevumus), ekspertu vērtējumam par spējām tās veikt;
- 6) subjektu anketēšanu par apģērba funkcionalitāti kustību laikā, arī mobilitāti, uzvilkšanas un novilkšanas ērtumu, lielumatbilstības un komforta vērtējumu, iegūstot subjektīvā vērtējuma rezultātus Likerta skalā;
- 7) apģērba defektu vērtējumu pēc testu veikšanas.

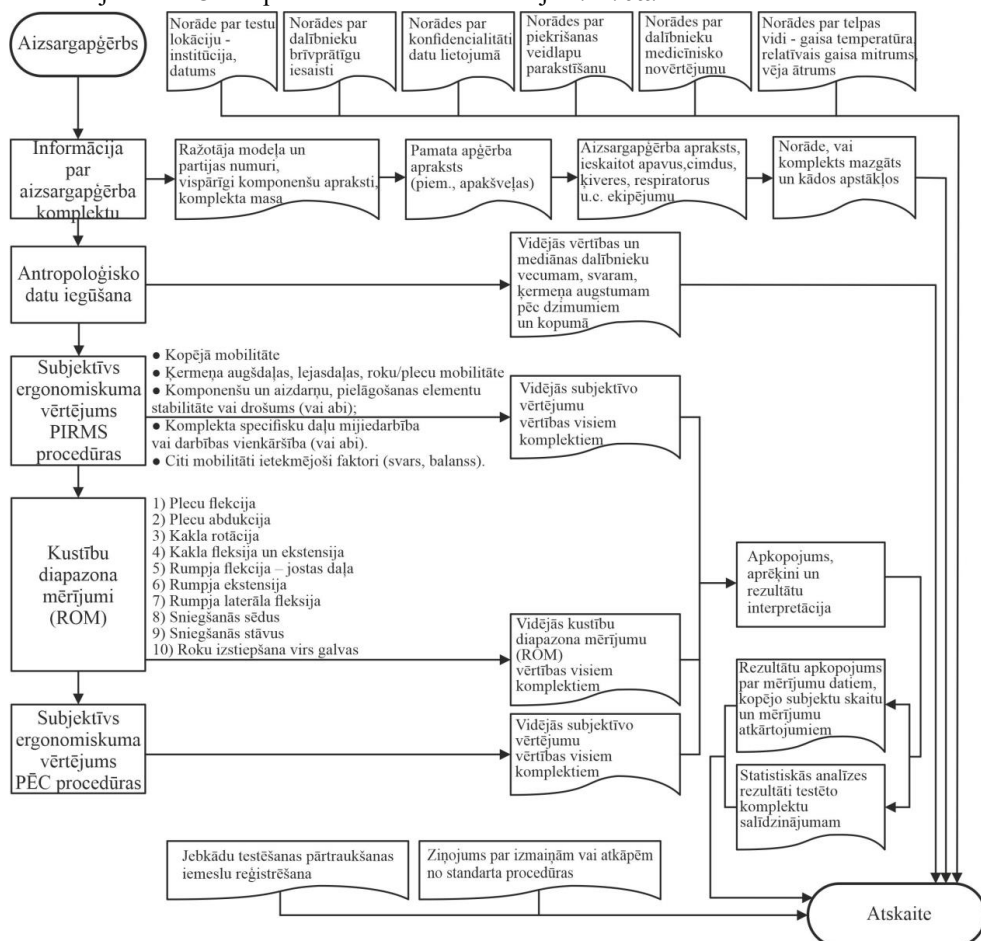


2.10. att. ASTM F1154-99a procesa shematizējums.

Standarta vadlīnijas paredz visa vērtēšanas procesa rezultātu iekļaušanu gala atskaitē ar iespēju to tālākai izmantošanai. Iegūto vērtējumu analīze potenciāli ļauj iegūt valkātāju viedokli par kustību izdarīšanas brīvuma pakāpēm kopumā 9 kustībās un apģērba komplekta ergonomiskumu gan vispārīgā izpratnē, gan specifiski atsevišķās ķermeņa zonās. Standarts gan nepamato norādi katru kustību atkārtot 4 reizes (izņemot iešanas un rāpošanas norisi), kas izraisa jautājumus, pirmkārt, par dalībnieku nogurumu un tā ietekmi uz testu uzticamību, un

otkārt, par testu laika apjomu. Autore un kolēģu pieredze praktisku testu veikšanā, iesaistot produktu valkātājus, rāda, ka pat 6-10 minūšu aktīvas darbības izraisa testpersonu nogurumu, tādējādi standartā norādītā procedūra var būt sarežģīti piemērojama pietiekami plašas, uzticamas datu kopas un vispārīgi lietojamu secinājumu iegūšanai, kad testos iesaistāms statistiski pietiekami liels populācijas pārstāvju skaits.

Standarts ASTM F3031-17 "Standarta prakse glābēju aizsargkomplektu kustību amplitūdu novērtēšanai" (*Standard Practice for Range of Motion Evaluation of First Responder's Protective Ensembles*) [209] mērķēts aizsargapģērba kustību amplitūdas (ROM – *range of motion*) noteikšanā kontrolētos apstākļos ar reāliem mērījumiem, paredzot datu analīzes un interpretāciju lietojumu gan viena tipa, gan dažādu atšķirīgu aizsargapģērba klašu salīdzinājumam ROM aspektā. Procesa shematizācija 2.11. att.



2.11. att. ASTM F3031-17 procesa shematizējums.

Tas pamatots ar norādi, ka paaugstināts kustību ierobežojums aizsargapģērba valkāšanas laikā var rezultēties muskuļu un skeleta sistēmas ievainojumos, darbspēju samazinājumā un kopējā valkātāja komfortā. Lietojamības ziņā tā ir vispārīga procedūra aizsargapģērba vērtējumam,

balstoties gan uz *ROM* mērījumiem, gan subjektīvu valkātāju vērtējumu. Standarts paredz tā potenciālu lietojumu dažādu ergonomiskuma testu un ergonomiskuma nodrošināšanas vadlīniju izstrādē, taču ar norādi, ka gūtā informācija ir jēgpilni analizējama arī citu, atšķirīgu darbu gadījumos. Tāpat norādīts, ka adekvātam vērtējumam ir jābūt zināšanām par ķermeņa locītavu kustībām, subjektīvu vērtējumu norisi un testēšanas praksēm. Līdz ar to standarts potenciāli var kalpot par pamatu kustību spēju vērtēšanas vadlīniju izstrādē, optimālu mobilitāti un komfortu nodrošinošu apģērba komplektu pētniecībā un izstrādē, kā arī norādītā prakse lietojuma ergonomiskuma testu kritēriju sastādīšanai standartu izstrādē aizsargapģērba komplektiem.

Promocijas darba metodes izstrādē ņemti vērā dažādu standartu norādījumu kopumi, sakrītošās daļas vai to atsevišķi posmi un elementi, piemēram, ergonomiskuma testēšanā iekļaujamās kustības/pozas (2.4. tabula). Pie kopīgām un apskatītajos standartos biežāk sastopamajām pozām pieskaitāmas, piemēram, stāvēšana, iešana, kāpšana, ietupšanās, noliekšanās, nomešanās uz ceļgala/ceļgaliem, dažādas roku kustības (sniegšanās, roku pacelšana, izstiepšana).

2.5. tabula

Kustību/pozu apkopojums

1.	ISO 13688:2013 “Aizsargapģērbs. Vispārīgās prasības” [205]
▪ Stāv, sēž, iet, skrien, kāpj pa kāpnēm; ▪ Paceļ mazus objektus no grīdas, vai paceļ smagus objektus un nes noteiktu distanci; ▪ Veic roku, plaukstu un rumpja kustības, stāvot vai kā sēžot auto; ▪ Specifiska ekipējuma turēšana ar (ja iespējams) izmantošanas imitāciju; ▪ Sniegšanās pēc objektiem visos virzienos, arī ar abām rokām virs galvas; ▪ Iekāpšana un izkāpšana, sēdēšana transporta līdzeklī; ▪ Atpūšanās bez IAL novilkšanas, darba atsākšana; ▪ Tikšana cauri ierobežotām telpām; ▪ Nogulšanās uz grīdas un piecelšanās atpakaļ kājās; ▪ Darbam raksturīgās kustības; ▪ Peldēšana.	
2.	ASTM F1154-99a “Individuālie aizsarglīdzekļi. Ergonomiskie principi” [208]
▪ Nomesties uz kreisā ceļgala, uz abiem ceļgaliem, mesties uz labā ceļgala, piecelties; ▪ Dziļš pietupiens, pagriezties pa labi, pagriezties pa kreisi, piecelties; ▪ Stāvēt taisni ar rokām pie sāniem, saliekt ķermeni pa kreisi, atgriezties sākuma pozīcijā, saliekt ķermeni uz priekšu, atgriezties sākuma pozīcijā, saliekt ķermeni pa labi, atgriezties sākuma pozīcijā; ▪ Stāvēt taisni, izstiept rokas virs galvas laterālā virzienā, saliekt elkoņus. Atkārtot 4 reizes. ▪ Izstiept rokas virs galvas frontālā virzienā, saliekt elkoņus; ▪ Stāvēt taisni, izstiept rokas perpendikulāri rumpja sāniem, pagriezt rumpi pa kreisi un atpakaļ, pagriezt rumpi pa labi un atpakaļ; ▪ Stāvēt taisni, sniegties ar rokām pāri krūtīm uz pretējām pusēm. Atkārtot 4 reizes; ▪ Noiet 91 m distanci (vai iet uz vietas vismaz 3 minūtes); ▪ Rāpot uz rokām un ceļgaliem 6 m distanci (vai uz vietas vismaz 1 minūti).	

3.	ASTM F3031-17 “Standarta prakse glābēju aizsargkomplektu kustību amplitūdu novērtēšanai” [209]
	▪ Plecu fleksija un abdukcija; ▪ Kakla rotācija, fleksija un ekstensija; ▪ Rumpja fleksija (jostas daļa), ekstensija un laterāla fleksija; ▪ Sniegšanās sēdus un stāvus; ▪ Roku izstiepšana virs galvas.
4.	ASTM F2669 “Pesticīdus piemērojošu strādnieku aizsargapģērba standarta veiktspējas specifikācija” [210]
	▪ Nomešanās uz ceļiem; ▪ Kāpšana; ▪ Noliekšanās; ▪ Rāpošana.
5.	ANSI/ISEA 101-2014 “Amerikas nacionālais standarts ierobežotas lietošanas un vienreiz lietojamiem kombinezoniem - izmēru un marķēšanas prasības” [211]
	▪ Roku pacelšana virs galvas; ▪ Staigāšana uz vietas; ▪ Sniegšanās līdz kāju pirkstgaliem; ▪ Dziļa ceļgalu saliekšana; ▪ Sniegšanās ar rokām pāri krūtīm uz pretējām pusēm; ▪ Ietupšanās un roku pacelšana virs galvas.

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. Izmantojamo pieeju veidam un skaitam ir jābūt pamatotam, un tie būtu jāapkopo, vadoties pēc apģērba specifikas problēmjautājumiem. Standartu apskatā par īpašuzdevumu apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanu novērojams, ka to sastāvā ir vispārīgi ieteikumu kopumi, 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. Atbilstoši promocijas darba tematikai pamata algoritma izstrādē tiek ieviesti vairāki standartu norādījumi attiecībā uz antropometriskajiem un ergonomiskuma aspektiem, tajā skaitā mērķgrupas antropometriskā profila apzināšana, kustību veikšanas spējas testi, specapģērba un tā komplektu novērtējums attiecībā uz lielumatbilstību (arī izmēru sistēmām) un defektiem, kā arī lietotāju subjektīvā vērtējuma iegūšana. Turklāt metodes izstrādē ņemts vērā standartu procedūrās novērotais lēmumu secības un loģikas pamatojuma iztrūkums, tādēļ algoritma struktūra ietver arī loģisku lēmumu secību apģērba pilna vērtējuma un apgādes procesa organizēšanas sistematizēšanai.

Otrās nodaļas kopsavilkums un secinājumi

Otrajā nodaļā apkopojošā veidā aprakstītas apģērba atbilstības jēdziena komponentes, ietverot to vērtēšanā lietotās metodes. Dažādas apģērba atbilstības vērtēšanas metodes analizētas ar mērķi izprast principus un kārtību, kādā norit un būtu jānotiek apģērba atbilstības noteikšanai. Analizētas vairāku nozares standartu rekomendācijas apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanā ar mērķi identificēt vērtēšanas metodes realizācijai nepieciešamo uzbūvi.

Galvenie otrās nodaļas rezultāti

- Apkopotas un aprakstītas apģērba atbilstības jēdziena komponentes sasaistē ar atbilstošajām vērtēšanas metodēm, tas ļauj apzināt un atlasīt metodē iekļaujamās komponentes.
- Apģērba vērtēšanas metožu analizē konstatēta dažāda veida metožu lietojuma nepieciešamība un gūti secinājumi par principiem un kārtību, kādā norit un būtu jānotiek apģērba atbilstības noteikšanai.
- Pārskatītas vairāku nozares standartu rekomendācijas apģērba atbilstības, tajā skaitā antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma, vērtēšanā, identificējot gan priekšrocības, gan trūkumus, kas ņemti vērā un novērsti vērtēšanas metodes izstrādē.
- Identificētas standartos minēto metožu sakrītošās daļas – vispārināšanai metodikas izstrādē.

Otrās nodaļas 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.

Nodaļā aprakstītas 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

appraksti ir atrauti un savstarpēji nesadarbojas, tādēļ ir nepieciešama tāda metožu un procesu sasaiste, kas nodrošina apgērba trūkumu identificēšanu, lēmumu loģikas pamatojumu un sinerģijas veicināšanu starp iesaistītajām pusēm (valkātāji, piegādātāji, ražotāji). Turklāt ieviešot ne tikai standartos un literatūrā identificētās atbilstības vērtēšanas komponentes, bet tās vispārinot tā, lai metode/algoritms būtu lietojams dažādu jomu īpašuzdevumu apgērba pilnveidošanā, kā arī izskaustu procesuālās neskaidrības jaunu īpašuzdevumu apgērbu un IAL izstrādē.

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 apģērbi, kā arī no jauna ieviešamu īpašuzdevumu apģērbi 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. Lai metodi realizētu, promocijas darbā veikts tās koncepcijas izklāsts, realizēšanai nepieciešamo elementu raksturojums un lietojamo principu sistēmas apraksts, kā arī vērtēšanas posmu un lēmumu pieņemšanas gaitas apraksti. Metodi validējošo eksperimentu ietvaros skaidrota vērtēšanas procesa rezultātu apstrāde un to interpretācijas iespējas.

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 vispārinājumu, 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 izzināšana 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 algoritms⁷ papildināts ar paņēmieni sistēmu, kas nepieciešama metodes vispārināšanai visiem gadījumiem, kā arī principu kopu, kas analizē jaunu problemātiku.

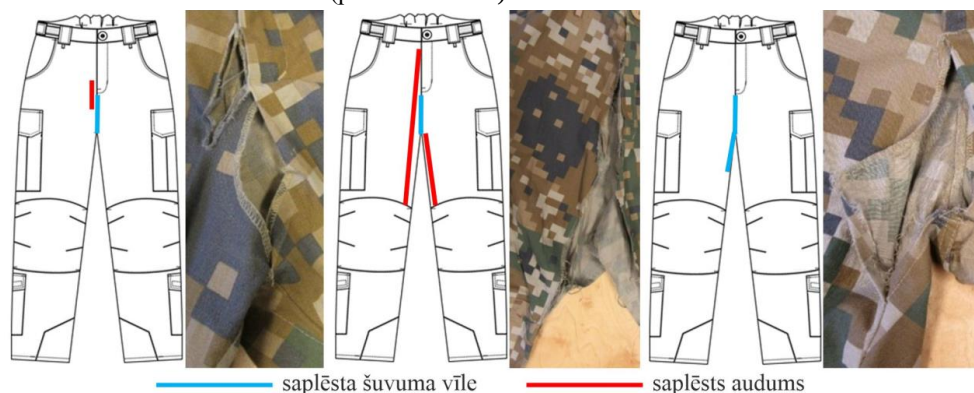
⁷ Turpmāk izklāstīts plašāk, ka par metodes izstrādes sākumdatiem kalpo Eiropas Reģionālās attīstības fonda *Interreg* Baltijas jūras reģiona programmas projektā “Vieds un drošs darba apģērbs” (“*Smart and Safe Work Wear*” (SWW) R#006) konkrētas, norobežotas problēmas risināšanai izveidotais algoritms.

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 pētījuma⁸ rezultātā izstrādāts algoritms (skatīt 3.2. attēlu) uniformu izdales procesu uzlabojumiem un jaunu, pilnveidotu prototipu izstrādei. Algoritms izstrādāts projekta konkrētās problemātikas risinājumam, un tā beigu posms paredz jaunizstrādāto prototipu lielumatbilstības novērtējumu, identificējot, vai tās nodrošināšanu ietekmē izmēru, materiālu vai pieklāvīguma pakāpes neatbilstības. Algoritms balstīts augšupējā problēmas analizē, kad kopainas noskaidrošanai apkopotas komponentes problēmjaudājumu risināšanai, kas balstītas konkrētā sektora un izpētes objektu specifikā, un dod ieskatu paņēmieni un principu sistēmā, kas regulē teorētisko atziņu nepieciešamību un praktisko darbību uniformu uzlabošanai konkrētam kontingentam konkrētos apstākļos, ņemot vērā noteiktus taktiskos uzdevumus.

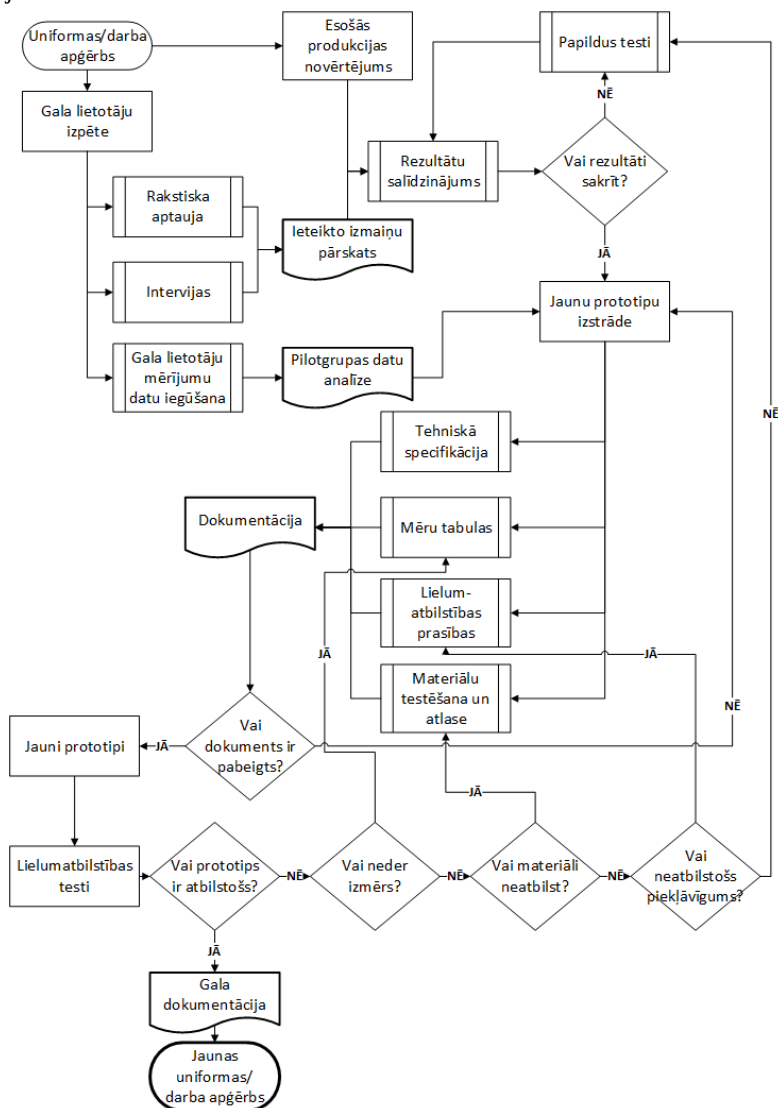
Algoritma izveide ir praktiskā problēmā balstīts pētījums, kur zinātniskais uzdevums bija noskaidrot reālu uniformas priekšmetu – bikšu sistemātiskas (vairāk nekā 80 % konkrētas piegādes) plīšanas stakles rajonā iemeslus. Šādi bojājumi var būt saņemti gan antropometriskās apsekošanas trūkumā (neatbilstoša apgāde), gan konstruktīvajos trūkumos (neatbilstoša konstrukcija konkrētai iztvērumkopai, nepietiekams virslaižu apjoms konkrētu taktisku uzdevumu veikšanai), gan neatbilstošā materiāla izvēlē (nekvalitatīva materiāla apgāde, neatbilstošu īpašību materiāla izvēle), gan arī neatbilstošos tehnoloģiskajos paņēmienos. Problēmas cēlonis var būt šādu, iepriekš minēto problēmu kopums vai pat starpdisciplinārs, tāpēc ir jābūt noteiktai sistēmai, kā to risināt, kur meklēt tās cēloni. Līdztekus projekta uzdevums bija konkrētās uniformas pilnveidošana gan taktisko uzdevumu izpildes atvieglošanai, gan arī biežāko uniformas bojājumu novēršanai, ko iespējams veikt ar esošo/valkāto uniformu analīzi (piemērs 3.1.att.).



3.1. att. Biksju stakles bojājumu grafiskā analīze [212]

⁸ Eiropas Reģionālās attīstības fonda *Interreg* Baltijas jūras reģiona programmas projekts “Vieds un drošs darba apģērbs” (“*Smart and Safe Work Wear*”) (SWW) R#006).

Minētais pētījums rezultējies algoritmā, soli pa solim atklājot un strukturējot procesus, apakšprocesus un dokumentāciju, kas nepieciešama, lai īstenotu iecerētos uniformu pilnveidojumus.



3.2. att. Uniformas/darba apģērba pētījuma procesa shēma [212, 213].

Algoritma izveides procesā jau secināts, ka nozares standartos ir par maz ieviestas procedūras, kas šādu praktisku pētījumu gadījumā ir izšķiroši sistemātiskai apģērba lielumatbilstības problēmu analīzei un lēmumu pieņemšanai to risināšanā. Līdzīga atziņa gūta arī dziļāk pētot problemātiku un atspoguļota promocijas darba pirmajās divās nodaļās, kas kalpo par ieejas datiem metodes izveidei.

Lai nodrošinātu apgādes darbinieku īpašuzdevumu apģērba lietotāju informētību, projekta pētījumā kā papildu rezultāts izveidots informatīvs plakāts (atbilstoši standarta 13688:2013 “Aizsargapģērbs. Vispārīgās prasības” rekomendācijām - skatīt divās daļās 3.3. att. un 3.4. att. [212]) ar secīgu vizuālu un tekstuālu informāciju par uniformas lielumatbilstības pārbaudi, kas no gala lietotāju puses (NBS) atzīts par uzskatāmu un praktiski lietojamu palīgmateriālu valkātāju informēšanai un izdales procesu uzlabošanai (pilna oriģinālā izmēra plakāts saitē <https://failiem.lv/u/5y3nh4vbc> vai sazinoties ar autori: eva.lapkovska@rtu.lv). Tas ietver četras sadaļas:

1. Izmēra noteikšana – lietotājs (vērtētājs/karavīrs) veic pārbaudi par uniformas komplekta (jaka un bikses) atbilstību, vadoties pēc vadmēriem izmēru tabulā;
2. Apģērba vizuāls un taktīls novērtējums – uniformas komplektu novērtē, pārliecinoties, ka nav defektu, kas var kaitēt pašam lietotājam vai citiem, piemēram, asas vai cietas vīles un malas, vaļīgi diegi, atīrušas šuves, plīsumi, kā arī furnitūras defekti (rāvējslēdzēji, pogas, līpslēdzī u. c.);
3. Apģērba lielumatbilstības pazīmju novērtējums – novērtē apģērba komplekta uzģērbšanas un noģērbšanas ērtumu, uniformas lielumu (nav ciešs, nerada diskomfortu, neierobežo elpošanu), kā arī atbilstoši iekļautajām lielumatbilstības pazīmēm novērtē dažādus uniformu elementus (apkakle, piedurknes, lejasmalas, piejosta, stakle u. c.);
4. Kustību brīvuma novērtēšana (ergonomiskums) apģērbā – kustību spēju novērtēšanai lietotājs veic noteiktas kustības un identificē, vai to rezultātā saglabājas plakātā ietvertās apģērba prasības un nerodas defekti.

Informatīvais plakāts uzskatāms par daļu no metodes noslēguma posma, kad lietotājs pamatoti izvēlas jau gatavu un konkrētai iztvērumkopai piemērotu īpašuzdevumu apģērba. 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.

KAUJAS FORMAS TĒRPA LIELUMATBILSTĪBAS PĀRBAUDE

1. IZMĒRA NOTEIKŠANA

Kaujas formas tērpa pārbaudi veic katrs apģērba lietotājs (vērtētājs / karavīrs), kurš saņem jaunu formas tērpu. Formas tērpa augumam (izmēru) nosaka atbilstoši vadmēriem pēc izmēru tabulas.

Izmēru noteikšana – jābūt:
• izvēlētiem vadmērītiem
• izvēlētiem izmēriem
• izvēlētiem izmēriem

Izmēru noteikšana – jābūt: Izmēru noteikšana – jābūt: Izmēru noteikšana – jābūt:	Jaka									
	XS	S	M	L	XL	XXL	3XL	4XL		
2XS	160-165	165-170	170-175	175-180	180-185	185-190	190-195	195-200		
XS	165-170	170-175	175-180	180-185	185-190	190-195	195-200	200-205		
S	170-175	175-180	180-185	185-190	190-195	195-200	200-205	205-210		
M	175-180	180-185	185-190	190-195	195-200	200-205	205-210	210-215		
L	180-185	185-190	190-195	195-200	200-205	205-210	210-215	215-220		
XL	185-190	190-195	195-200	200-205	205-210	210-215	215-220	220-225		
XXL	190-195	195-200	200-205	205-210	210-215	215-220	220-225	225-230		
3XL	195-200	200-205	205-210	210-215	215-220	220-225	225-230	230-235		
4XL	200-205	205-210	210-215	215-220	220-225	225-230	230-235	235-240		



Izmēru noteikšana – jābūt: Izmēru noteikšana – jābūt: Izmēru noteikšana – jābūt:	Bikses									
	XS	S	M	L	XL	XXL	3XL	4XL		
2XS	160-165	165-170	170-175	175-180	180-185	185-190	190-195	195-200		
XS	165-170	170-175	175-180	180-185	185-190	190-195	195-200	200-205		
S	170-175	175-180	180-185	185-190	190-195	195-200	200-205	205-210		
M	175-180	180-185	185-190	190-195	195-200	200-205	205-210	210-215		
L	180-185	185-190	190-195	195-200	200-205	205-210	210-215	215-220		
XL	185-190	190-195	195-200	200-205	205-210	210-215	215-220	220-225		
XXL	190-195	195-200	200-205	205-210	210-215	215-220	220-225	225-230		
3XL	195-200	200-205	205-210	210-215	215-220	220-225	225-230	230-235		
4XL	200-205	205-210	210-215	215-220	220-225	225-230	230-235	235-240		



2. VIZUĀLA UN TAKTILA NOVĒRTĒŠANA

Kaujas formas tērpu novērtē vizuāli un taktīli, pārliecinoties, ka tajā nav defektu, kas var kaitēt pašam lietotājam vai citiem:
• asas vai pārmērīgi cietas vīles un malas;
• vaļīgi diegi, atīrušas šuves, plīsumi;
• furnitūras defekti (pārvērtēšanas, pogas, līpslēdzī u. c.).

3.3. att. Informatīvs plakāts kaujas uniformas lielumatbilstības pārbaudei (1.-2. posms) [212].

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. Tāpat, informācija un dati par subjektiem iegūstami, uzglabājami, apstrādājami, analizējami, un rezultātu aprobācija veicama atbilstoši *GDPR* (Vispārīgā datu aizsardzības regula [214]).

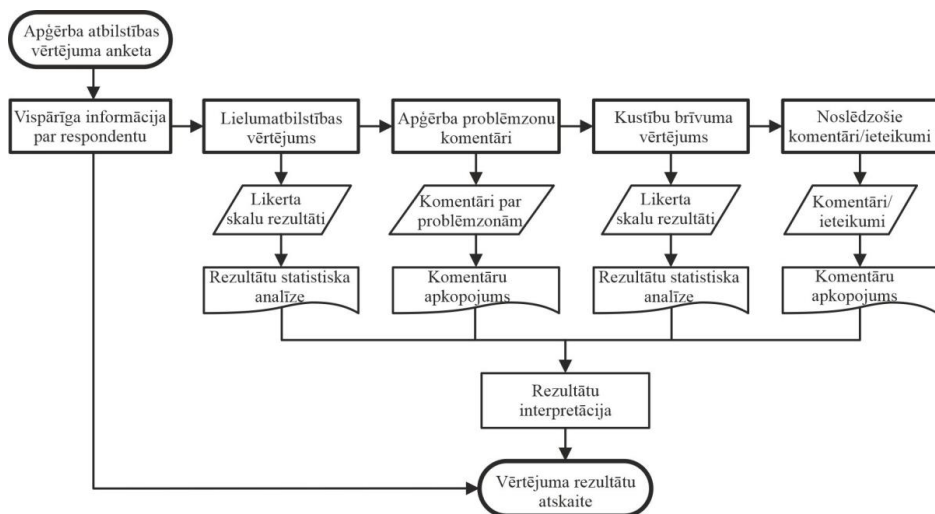
3. **Kompetentas kontaktpersonas.** Personas, kurām ir informācija par reālo situāciju, specifiku un vajadzībām konkrētā sektorā. Tās var būt personas, kas ikdienā valkā īpašuzdevumu apģērbu, vai personas, kas pārstāv noteiktu mērķgrupu, arī apgādes dienesta atbildīgās amatpersonas. Metode paredz, ka 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). Gūtās informācijas apkopojums kalpo par atskaites punktu arī rakstisku aptauju sagatavošanā, kas ir viens no metodes realizēšanas posmiem, kad lietotāju viedoklis tiek iegūts, balstoties uz iepriekš identificētiem lielumatbilstību ietekmējošiem faktoriem un raksturīgajām kustībām apģērbā.

4. **Eksperti/speciālisti.** Nozares speciālisti ar zināšanām un pieredzi īpašuzdevumu apģērba specifiskā, antropometrijā, prečzinībās, 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. Kā iepriekšējās nodaļās secināts, apģērba projektēšana ir komplekss process ar daudz dažādiem faktoriem, kas nosaka gala produktu atbilstību, kā arī atbilstības komponentu vērtēšanas metodes ir daudzskaitlīgas, un nozares standartos nav pieejama universāla, plaši un praktiski lietojama procedūra gala lēmumu pieņemšanai par apģērba atbilstību noteiktām mērķgrupām. Tādēļ apgādē iesaistīto struktūrvienību pārstāvju un ekspertu uzdevums ir vērtējuma ieejas datu identificēšana un piemērotāko procedūru atlase vērtējuma veikšanai atbilstoši specapģērba specifikai, esošajiem problēmjautājumiem 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). Pilnīgai ainai par mērķrupas antropometriskajiem profiliem ar potenciālu šo datu izmantošanu statistiski pamatotu izmēru sistēmu un pasūtījumu sadalījumu izstrādē, būtu nepieciešama pilna šīs populācijas daļas pārļase. Tomēr šādu pētījumu augstās izmaksas, laiktietlība un loģistikas sarežģītība (saskaņošanas procedūras un testpersonu nokļūšana pie mērīšanas speciālistiem vai otrādi – speciālistu nokļūšana pie testpersonām) ir cēlonis pieejamo, iespējami precīzāk mērķauditoriju reprezentējošo testpersonu (vēlams statistiski pietiekamā skaitā – vismaz 10 % no pētāmās populācijas) iesaistei izpētes procesā. Antropometriskie dati var tikt iegūti ar tradicionālām manuālam metodēm pie nosacījuma, ka to veic antropometrijas metodes pārzinoši speciālisti ar iemaņām un pieredzi, vai, procesa paātrināšanas nolūkos, lietojot mūsdienīgas metodes, piemēram, ķermeņa 3D skenēšanu, ja šādas tehnoloģijas un atbilstošie speciālisti ir pieejami.

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

7. **Aptaujas anketas.** Rakstiskas (arī tiešsaistes, ja iespējams) aptaujas ar iepriekš noskaidrotiem vērtējamajiem apgērba rādītājiem valkātāju subjektīvā viedokļa iegūšanai. Bez vispārīgas informācijas noskaidrošanas par respondentu, piemēram, dzimumu, vecumu, amatu un darba stāžu, anketās iekļaujami papildu jautājumi ar iespēju komentēt apgērba problēmkonas. Pēc komentāru apkopošanas iespējams identificēt kritiskās, uzlabojumiem izvirzāmās apgērba zonas. Noslēdzošo komentāru daļa ļauj gūt informāciju par problēmām un rādītājiem, kas nav iekļauti vērtējuma skalās, ņemot vērā, ka anketu izstrādes laikā nav iespējams paredzēt visus problēmjautājumus. Darbā piedāvātās subjektīvā vērtējuma aptaujas anketas shēma redzama 3.5. attēlā.



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

Subjektīvo vērtējumu iegūšanai tiek piedāvāta aptaujās un testos bieži lietotā Likerta ballu skala [215], 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. Metodē, vadoties pēc standartu [175, 205, 208, 209] vadlīnijām un noskaidrotajiem apgērba trūkumiem, paredzēts iekļaut vērtējuma skalu par vispārīgiem lielumatbilstības jautājumiem (3.6. att.), piemēram, uzvilšanas/novilkšanas ērtumu, izmēra atbilstību, apgērba svaru, aizdarēm un regulatoriem, kopējo vaļīgumu vai piekļāvīgumu, kustību ierobežojumiem u. c. rādītājiem.

	Izteikti par mazu	Par mazu	Atbilstošs	Par lielu	Izteikti par lielu
Izmēra atbilstība	-2	-1	0	1	2

3.6. att. Lielumatbilstības rādītāju vērtējums Likerta skalā subjektīvā vērtējuma iegūšanai.

Savukārt, vadoties pēc šo pašu standartu praksēm un pēc mērķauditorijai raksturīgo kustību noskaidrošanas, tiek iekļauta arī kustību brīvuma (ergonomiskuma) vērtējuma skala (3.7. att.).

	Ļoti viegli	Viegli	Neitrāli	Grūti	Ļoti grūti
Pietuities	-2	-1	0	1	2

3.7. att. Ergonomiskuma rādītāju vērtējums Likerta skalā subjektīvā vērtējuma iegūšanai.

8. Ergonomiskuma testi. Kustību sēriju veikšana apģērbā (piemēram, pilnā aizsargapģērba komplektā) ar izrietošu valkātāju novērtējumu par spējām tās veikt, kam veltīta iepriekš aprakstītās rakstiskās aptaujas anketas daļa “Kustību brīvuma vērtējums” ar testēšanas rezultātu Likerta skolas 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 (piemērs 3.4. att.), veicinot valkātāju spēju izvēlēties sev atbilstošu apģērbu.

Apakšnodalā aprakstītas metodes pamata algoritma sastāvdaļas (elementi un procedūras), kuru sasaiste un iegūtie rezultāti paredz visām iesaistītajām pusēm (lietotāji, pasūtītāji, ražotāji un eksperti) saprotamas un praktiski lietojamas kāda lietojumā esoša īpašuzdevumu apģērba vai IAL lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas procedūras ieviešanu.

3.2. Metodes darbība un realizācija

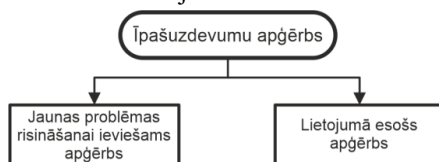
Piedāvātais koncepts paredz tādas metodes – algoritma radīšanu, kas ir vienojoša, savstarpēji atkarīgu elementu sistēma, kurā objektīvu un subjektīvu apģērba novērtēšanas metožu kombinācijas, iegūto rezultātu konverģējošās īpašības un lēmumu pieņemšanas principi par brāķējošām vērtībām tiek vērsti praktiskos principos apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma noteikšanai. Metode balstās leņķu analīzē, kad ir zināmi un apkopoti visaptveroši faktori lēmumu pieņemšanai. Principi par objektīvu un subjektīvu metožu kombinētu lietojumu ieviesti, pamatojoties uz atziņām, ka tikai kvantitatīvu mērījumu datu statistiska analīze neļauj gūt pilnu ainu par apģērba atbilstību un ergonomiskumu, jo gala lēmumu par šo rādītāju izpildīšanās pakāpi pieņem paši valkātāji.

Kopējā algoritma struktūra redzama 3.3. attēlā (pilna oriģinālā izmēra attēls saitē <https://faiiem.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 (3.9. att.).

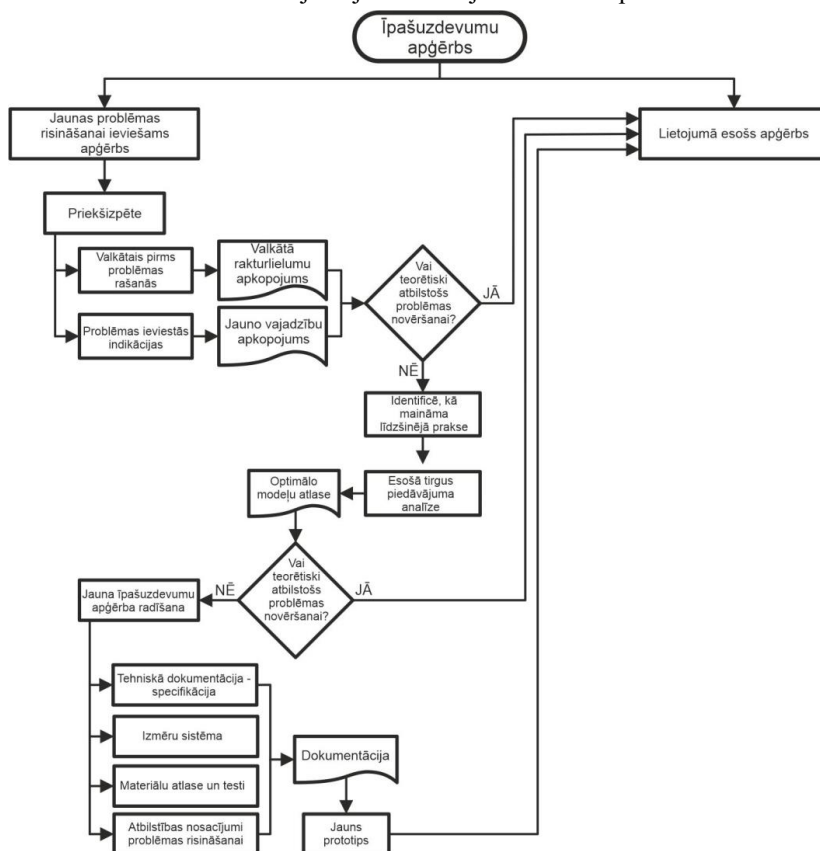
1. Lietojumā/valkāšanā esoša apģērba uzlabošanai, konstatējot nepilnības attiecībā uz lielumatbilstību un ergonomiskumu.

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



3.9. att. Divi gadījumi (atzari) metodes lietojumam apģērba atbilstības novērtēšanai.

Esoša īpašuzdevumu apģērba pilnveidošanas procesa priekšrocība ir precīziniskajā pieejā, kad vairākums trūkumu ir identificējami jau no lietojumā esošiem priekšmetiem.

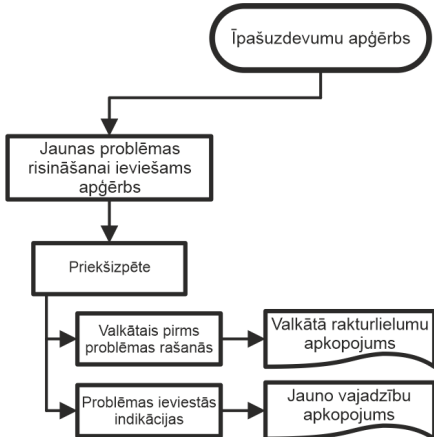
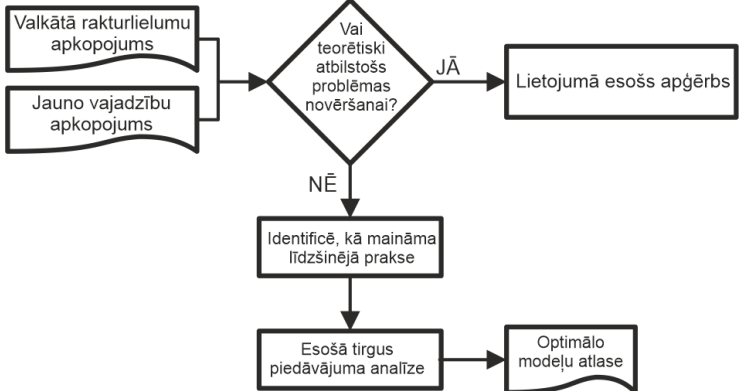


3.10. att. Algoritma daļa – jaunas problēmas risināšanai ieviešama apģērba novērtēšanas process.

Algoritma atzars (3.10. att.) ar jaunieviešama apgērbu vērtēšanas procesa posmiem apkopots un aprakstīts 3.1. tabulā. Jaunas problēmas risināšanai ieviešams īpašuzdevumu apgērbu algoritma atzars ietver vairākas 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

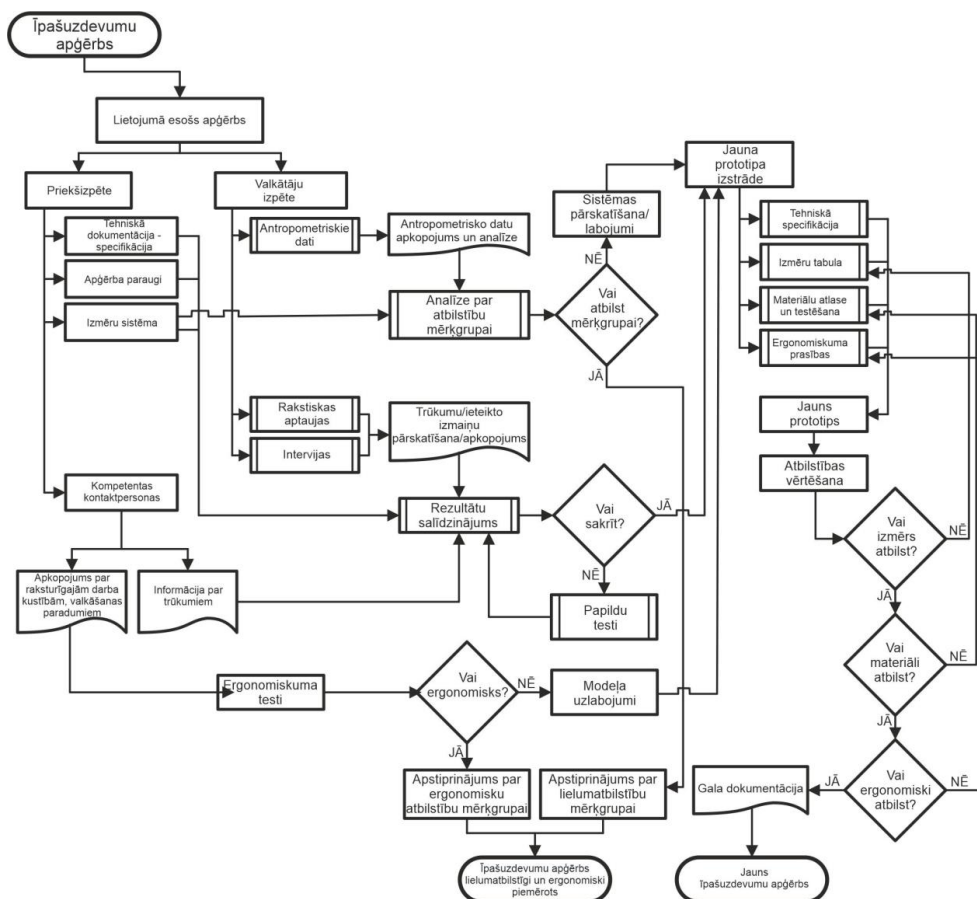
Jaunas problēmas risināšanai ieviešama apgērbu novērtēšanas process

Nr. p. k.	Procesa daļas attēls un apraksts
1.	 Priekšizpēte Vērtējuma realizēšanai veicama priekšizpēte, kas ietver: ▪ izpēti un rakturlielumu apkopojumu par valkāto pirms problēmas rašanās; ▪ problēmas ieviesto indikāciju skaidrojumu un jauno vajadzību apkopojumu.
2.	 Lēmumi priekšizpētes rezultātā par apgērbu teorētisku atbilstību problēmas novēršanai Pēc informācijas apkopojuma par valkāto apgērbu pirms jaunas problēmas rašanās un jaunajām vajadzībām tiek pieņemts lēmums par to, vai teorētiski tas ir atbilstošs problēmas risināšanai.

Nr. p. k.	Procesa daļas attēls un apraksts
	▪ Noliedzošas atbildes gadījumā (NĒ) jāidentificē, kas maināms līdzšinējā praksē, lai tiktu risināta problēma, kam seko tradicionāla pieeja – esošā tirgus piedāvājuma analīze jeb jau pastāvošo risinājumu izpēte, rezultējoties teorētiski optimālu modeļu atlasē. ▪ Apstiprinošas atbildes gadījumā (JĀ) tālāku apgērba vērtējumu veic ar algoritma daļu valkāšanā/lietošanā esoša apgērba novērtēšanai, lai konstatētu lielumatbilstības un ergonomiskuma prasību izpildi.
3.	<pre> graph TD A[Optimālo modeļu atlase] --> B{Vai teorētiski atbilstošs problēmas novēršanai?} B -- JĀ --> C[Lietojumā esošs apgērbs] B -- NĒ --> D[Jauna īpašuzdevumu apgērba radīšana] D --> E[Tehniskā dokumentācija - specifikācija] E --> F[Izmēru sistēma] F --> G[Materiālu atlase un testi] G --> H[Atbilstības nosacījumi problēmas risināšanai] H --> I[Dokumentācija] I --> J[Jauns prototips] J --> B </pre>
	Pēc optimālu modeļu atlases no esošā tirgus piedāvājuma seko lēmums par rīcībām to teorētiskas piemērotības vai nepiemērotības gadījumos. ▪ Noliedzošas atbildes gadījumā (NĒ), kad esošais piedāvājums nav piemērots problēmas risināšanai, seko lēmums par jauna īpašuzdevuma apgērba 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 apgērba novērtēšanai, lai konstatētu lielumatbilstības un ergonomiskuma prasību izpildi. ▪ Apstiprinošas atbildes gadījumā (JĀ) tālāku atlasīto modeļu vērtējumu veic ar algoritma daļu valkāšanā/lietošanā esoša apgērba novērtēšanai, lai konstatētu lielumatbilstības un ergonomiskuma prasību izpildi.

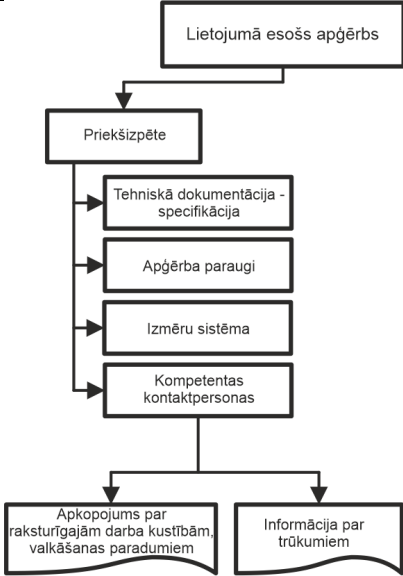
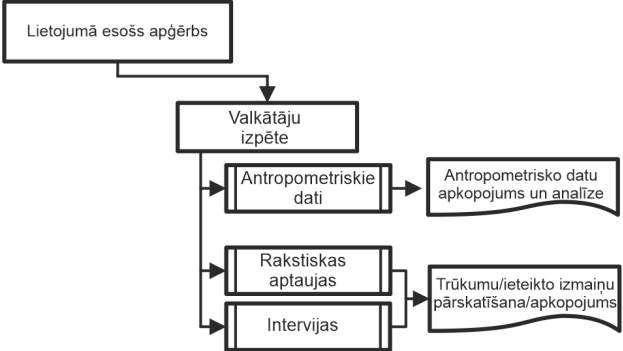
Algoritma atzars (3.11. att.) ar valkāšanā/lietošanā esoša apgērba vērtēšanas procesa posmiem apkopts un aprakstīts 3.2. tabulā. Šis algoritma atzars apraksta esoša apgērba analīzi

un antropometriskās lielumatbilstības novērtēšanas metodi arī jaunas problēmas risināšanai ieviešama īpašuzdevumu apģērba gadījumā – secīgi pēc prototipa aprobācijas.

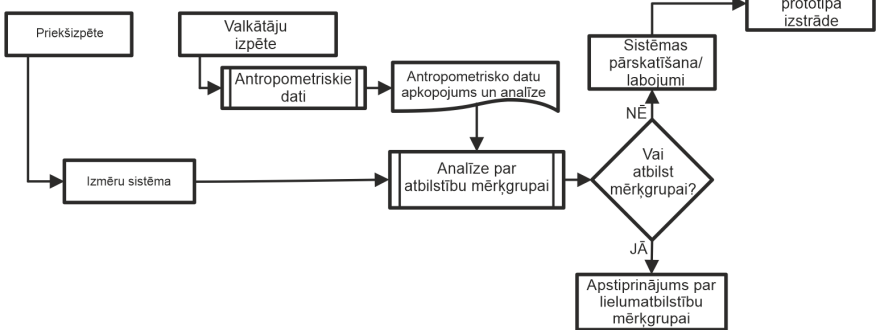
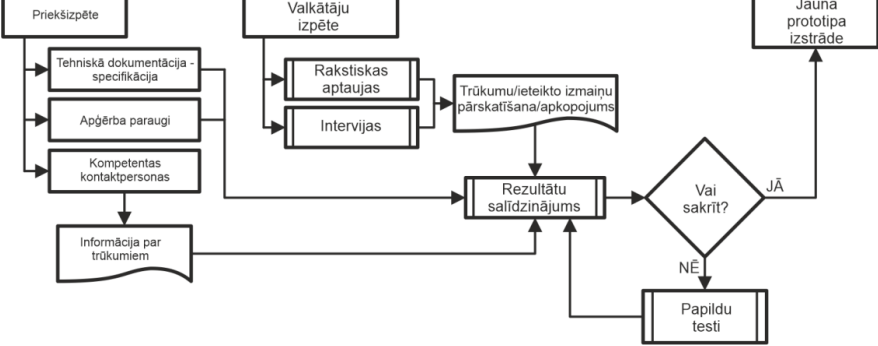


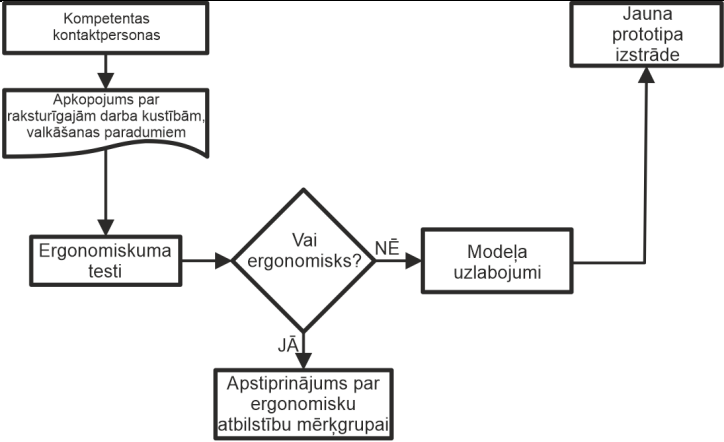
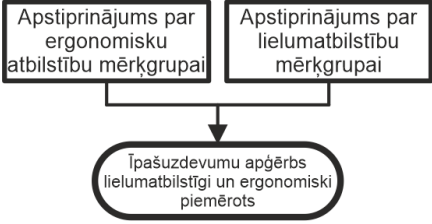
3.11. att. Algoritma daļa – valkāšanā/lietošanā esoša apģērba novērtēšanas process.

Valkāšanā/lietošanā esoša apģērba novērtēšanas process

Nr. p. k.	Procesa daļas attēls un apraksts
1.	 Priekšizpēte Vērtējuma realizēšanai veicama priekšizpēte, kas ietver: ▪ 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: ▪ antropometriskos pētījumus ar datu apkopojumu un analīzi; ▪ rakstiskas aptaujas un intervijas apģērba trūkumu un ieteikto izmaiņu pārskatīšanai un apkopojumam.

3.4. tabulas turpinājums

Nr. p. k.	Procesa daļas attēls un apraksts
	Informācija un dati par subjektiem iegūstami, apstrādājami, analizējami, kā arī rezultātu aprobācija veicama atbilstoši <i>GDPR</i> [214]. 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.	 <pre>graph LR; A[Priekšizpēte] --> C[Izmēru sistēma]; B[Valkātāju izpēte] --> D[Antropometriskie dati]; D --> E[Antropometrisku datu apkopojums un analīze]; C --> F[Analīze par atbilstību mērķgrupai]; E --> F; F --> G{Vai atbilst mērķgrupai?}; G -- JĀ --> H[Apstiprinājums par lielumatbilstību mērķgrupai]; G -- NĒ --> I[Sistēmas pārskatīšana/ labojumi]; I --> J[Jauna prototipa izstrāde];</pre> Analīze par atbilstību mērķgrupai Pēc izmēru sistēmu analīzes un antropometrisku pētījumu rezultātiem var tikt veikta analīze par apģērba atbilstību mērķgrupai un lēmumu pieņemšanu, atbildot uz jautājumu: vai apģērbs atbilst mērķgrupai. ▪ Noliedzošas 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.	 <pre>graph LR; A[Priekšizpēte] --> B[Tehniskā dokumentācija - specifikācija]; A --> C[Apģērba paraugi]; A --> D[Kompetentas kontaktpersonas]; B --> E[Informācija par trūkumiem]; C --> F[Valkātāju izpēte]; D --> F; F --> G[Rakstiskās aptaujas]; F --> H[Intervijas]; G --> I[Trūkumu/ieteikto izmaiņu pārskatīšana/apkopojs]; H --> I; E --> J[Rezultātu salīdzinājums]; I --> J; J --> K{Vai sakrīt?}; K -- JĀ --> L[Jauna prototipa izstrāde]; K -- NĒ --> M[Papildu testi]; M --> J;</pre> Salīdzināmi šādi vērtēšanas posmu rezultāti: ▪ 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.

Nr. p. k.	Procesa daļas attēls un apraksts
	Lēmumu pieņemšanai par jauna prototipa izstrādes vai papildu testu nepieciešamību: ▪ noliedzošas atbildes gadījumā (NĒ), kad novērotas nesakritības 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.	 <pre> graph TD A[Kompetentas kontaktpersonas] --> B[Apkopojums par raksturīgajām darba kustībām, valkāšanas paradumiem] B --> C[Ergonomiskuma testi] C --> D{Vai ergonomisks?} D -- NĒ --> E[Modeļa uzlabojumi] E --> F[Jauna prototipa izstrāde] D -- JĀ --> G[Apstiprinājums par ergonomisku atbilstību mērķgrupai] </pre>
	Ergonomiskuma novērtējums Izrietoši no kompetento kontaktpersonu informācijas priekšizpētes ietvaros par apģērba valkāšanas paradumiem un apģērbā veicamajām kustībām veicami ergonomiskuma novērtējuma testi. Pēc novērtējuma tiek pieņemti lēmumi, kad: ▪ noliedzošas 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.	 <pre> graph TD A[Apstiprinājums par ergonomisku atbilstību mērķgrupai] --> C([Īpašuzdevumu apģērbs lielumatbilstīgi un ergonomiski piemērots]) B[Apstiprinājums par lielumatbilstību mērķgrupai] --> C </pre> Nonākot pie apstiprinājumiem par apģērba lielumatbilstību un ergonomisku atbilstību mērķgrupai, var tikt pieņemts gala lēmums par to, ka īpašuzdevumu apģērbs ir lielumatbilstīgi un ergonomiski piemērots.

Nr. p. k.	Procesa daļas attēls un apraksts
7.	Nonākot pie lēmuma par jauna, uzlabota prototipa izstrādi, veicami šādi uzdevumi: ▪ tehniskās specifikācijas izstrāde (vai uzlabošana/pilnveidošana); ▪ izmēru tabulas izstrāde (vai esošās pārskatīšana un labošana); ▪ materiālu atlase un testēšana; ▪ ergonomiskuma prasību definēšana. Tam seko jauna prototipa izgatavošana ar tā atbilstības izvērtējumu un lēmumu pieņemšanu par šādiem rādītājiem: ▪ 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. Atzīstot jaunizstrādātā prototipa atbilstību visiem trim augstāk minētajiem rādītājiem, tiek apstiprināta gala dokumentācija un jauna īpašuzdevumu apgārba ražošana.

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

3.7. tabula

Metodes lietojuma praktisko ieguvumu apkopojums

Nr. p. k.	Process un rezultāti	Ieguvumi
1.	Priekšizpēte - Tehniskā dokumentācija - Izmēru sistēmas - Apģērba paraugi - Kontaktpersonu intervijas	- Apkopota informācija par esošo situāciju un veikta problēmu identifikācija - Sākotnējs ieskats par vajadzībām/specifiku sektorā
2.	Lietotāju/patērētāju izpēte - Antropometriskie dati - Rakstiskas aptaujas - Intervijas	- Iztvērumkopas antropometrisko 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.	Lielumatbilstības analīze - Izmēru sistēmu pārskats - Antropometrisko datu statistika	- Iztvērumkopas analīze ar secinājumiem par izmēru sistēmas un iepirkumu lielumsadalījumu adekvātumu - Lēmumu pieņemšana izmēru sistēmas pārskatīšanai/labojšanai
4.	Trūkumu analīze - Priekšizpētes secinājumi - Trūkumi/ieteikumi no kontaktpersonām - Trūkumi/ieteikumi no valkātājiem	- 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
5.	Ergonomiskuma vērtēšana - Raksturīgās darba kustības, valkāšanas paradumi no kontaktpersonām - Ergonomiskuma testi	- Skaidri, pielāgojami un adaptējami parametri ergonomiskuma vērtēšanai - Ergonomisko testu rezultāti, identificējot apģērba nepilnības - Lēmumu pieņemšana modeļa uzlabojumu nepieciešamībai
6.	Apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma gala vērtējums - Apstiprinājums par lielumatbilstību - Apstiprinājums par ergonomiskumu	Gala lēmuma pieņemšana par apģērba atbilstību pie lielumatbilstības un ergonomiskuma apstiprināšanas

Metodes realizācijai un iegūto rezultātu vēršanai praktiski izmantojamos principos apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma noteikšanai iepriekš apsverami 3.4. tabulā apkopotie aspekti un metodes realizācijas efektivitāti ietekmējošie faktori.

Aspekti par metodes realizācijas iespējām un tās efektivitāti ietekmējošie faktori

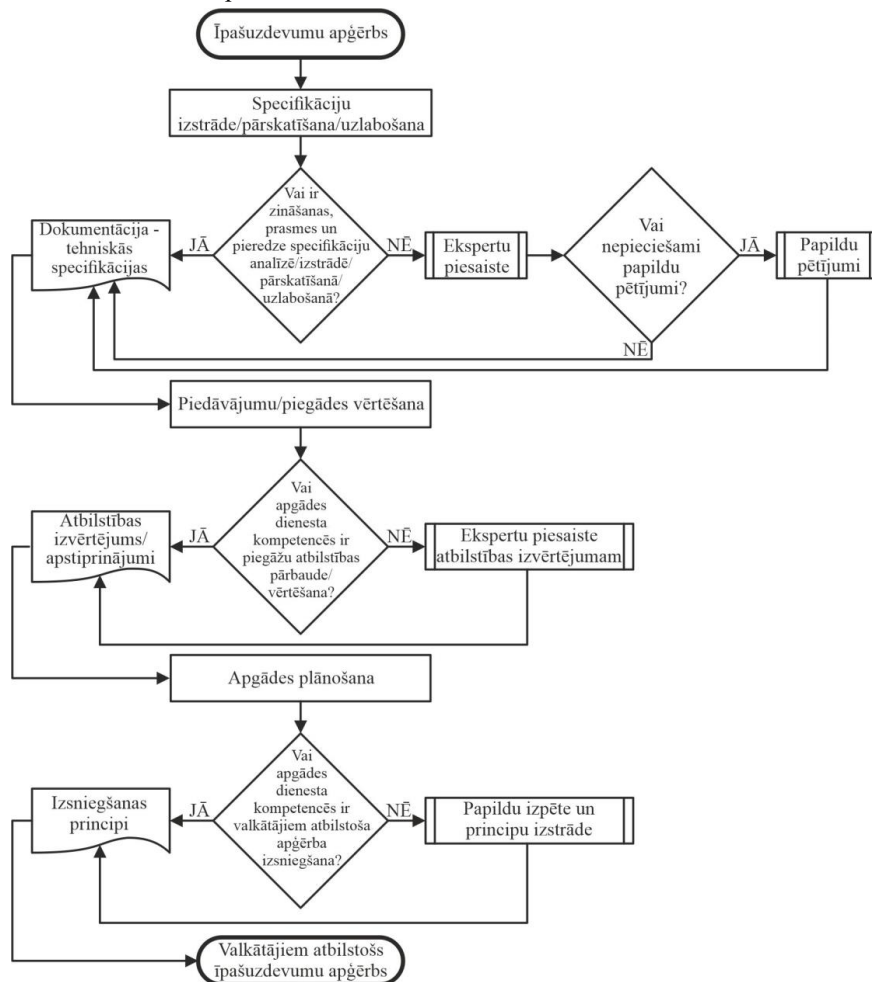
Nr. p. k.	Jautājums/faktors	Apsvērumi
1.	Kontaktpersonu iesaiste	- Kāda ir īpašuzdevumu apgērbu iegādājošos organizāciju un to dienestu izpratne un vēlmes iesaistīties, organizēt un veikt pētījumus apgērba uzlabošanai un apgādes procesu pilnveidošanai - Cik kompetentas un ieinteresētas ir atbildīgās, procesos iesaistītās personas
2.	Testpersonu pieejamība	- Kādi ir loģistikas sarežģītumi testpersonu nogādāšanai izpētei vai speciālistu nokļūšanai pie testpersonām - Kādi ir laika plānošanas sarežģītumi, ņemot vērā testpersonu ikdienas režīmu un pienākumus - Kāda ir testpersonu ieinteresētība un atvērtība dalībai pētījumos
3.	Ekspertu/speciālistu piesaiste	Vai un kādā mērā (pieejamība, uzticamība, finansiālie līdzekļi) ir nepieciešamība un iespējas piesaistīt nozares speciālistus
4.	Instrumenti un tehnoloģijas	Kādas un cik uzticamas tehnoloģijas un instrumenti pieejami dažādu izpētes posmu veikšanai
5.	Datu apstrāde un interpretācija	Vai ir zināšanas un prasmes datu apstrādē un interpretācijā
6.	Rezultātu mērķtiecīga nodošana mērķauditorijai	Kādi ir paņēmieni, līdzekļi un formas rezultātu nodošanai mērķauditorijai to reālam praktiskam pielietojumam – instruktāžas, apmācības, informatīvi materiāli

Praktiskos pētījumos, kas skar cilvēku grupu apgādi ar īpašuzdevumu apgērbu, nereti novērots apstākļu kopums, kur dienestiem trūkst zināšanu, prasmju un pieredzes sekmīgu apgādes procesu organizācijā, tam rezultējoties par daļēju iemeslu nespējai nodrošināt personālsastāvu ar atbilstošu apgērbu. Vienas institūcijas iepirkumu daļas pienākumos lielākoties ietilpst plaša klāsta priekšmetu iegāde (no iekārtām/aprikojuma, mēbelēm un automašīnām līdz apgērbam, 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, apgērba 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.

Jaunu rīcībpolitiku īpašuzdevumu apgērba apgādes procesu organizēšanā ievieš metodes principu praktisks lietojums, lēmumus balstot likumsakarībās, ka speciālu uzdevumu apgērba un IAL atbilstības vērtēšanas dažādi aspekti nevar tikt uzlūkoti atrauti un ir nepieciešama sistematiska 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. Speciālistu piesaiste var būt vienreizēja (esošo

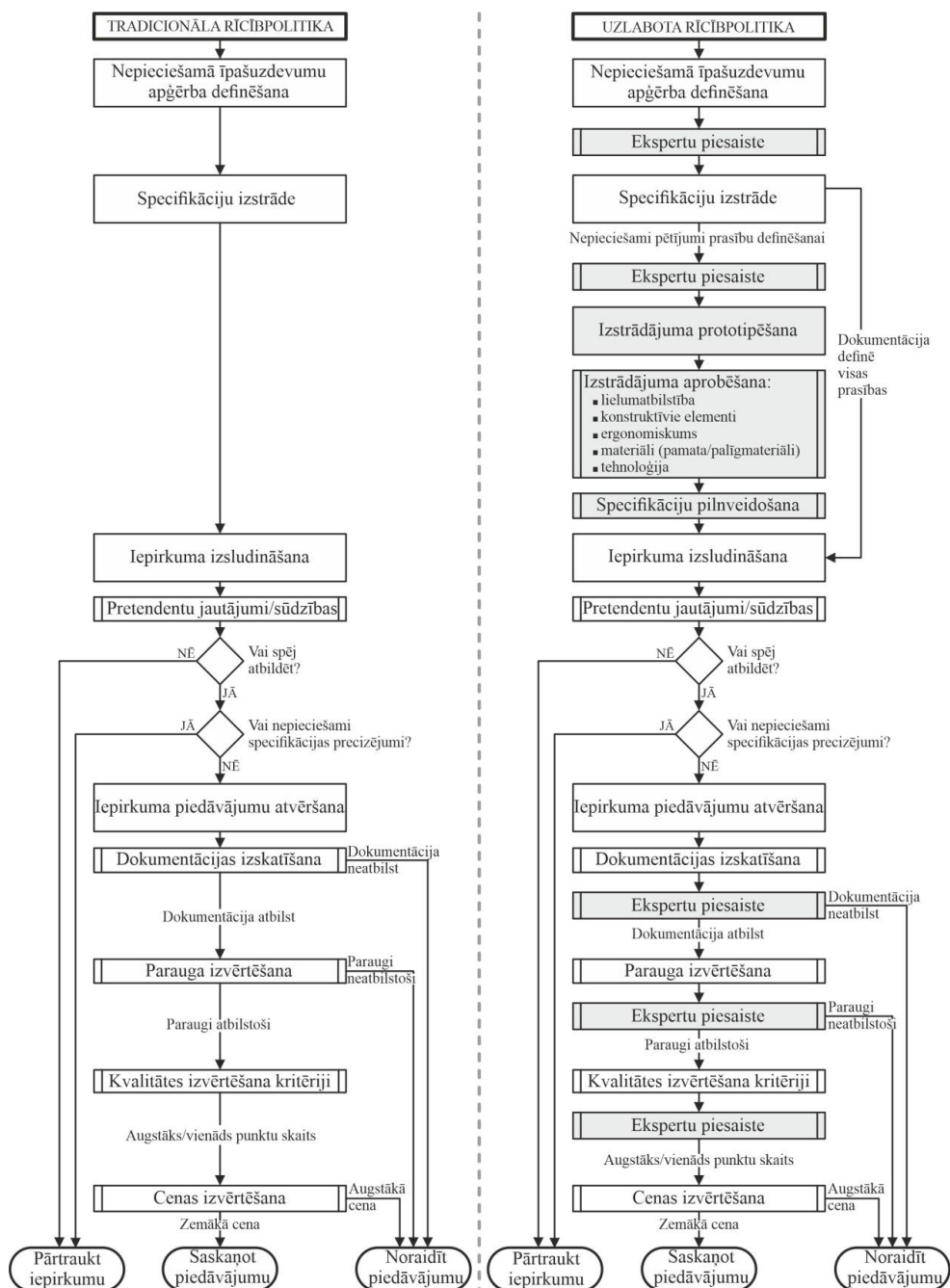
problēmu pārskatīšanai, kompetenču paaugstināšanai), periodiska (piemēram, uz iepirkumu sagatavošanas laiku) vai daļēja (atsevišķos iepirkumu posmos un/vai pētījumos).

Vispārīgas rīcības vadlīnijas 3.12. att. attēlo principus darbā ar īpašuzdevuma apgērba specifikācijām, piedāvājumiem un piegādēm, kā arī apgādēm, kad atkarībā no pašu dienestu kompetencēm pieņemami lēmumi par vajadzību piesaistīt ekspertus vai veikt papildu pētījumus un darbības kādā no šiem posmiem.



3.12. att. Vispārīgas rīcības vadlīnijas īpašuzdevuma apgērba apgādes procesā ar lēmumiem par ekspertu piesaistes nepieciešamību.

Saskaņā ar iepriekš norādītajiem vispārīgiem rīcības principiem, metodes procesu sistematiskuma izpratne maina arī īpašuzdevuma apgērba iepirkumu rīcībpolitiku (3.13. att.) un paaugstina iesaistīto speciālistu informācijprātību to turpmākajā organizēšanā, uzsverot ekspertu piesaistes nozīmīgumu. Tas veicina iepirkumu realizācijas efektivitāti ar rezultātā kvalitatīvāku iepirkuma priekšmetu, tajā skaitā valkātāju profilam lielumatbilstīgi atbilstoša un ergonomiska apgērba iegādi ar pamatotu iepriekšēju novērtējumu.



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

Praksē 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 apgērbu parametriem, aktuāliem materiāliem, tehnoloģiju sasniegumiem un zinātnes līmenim atbilstošiem risinājumiem. Tam seko apgādes dienestu nespēja un/vai neizpratne atbilstošu sniegšanā pretendentiem, kas rezultējas iepirkumu pārtraukšanā bez rezultāta. Riski nespēt iegādāties vēlamās kvalitātes izstrādājumu 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.

Uzlabotas rīcībpolitikas (3.13. att.) struktūrā, salīdzinot ar tradicionālo, ir iekļauti apakšprocesu iepirkuma procedūras pilnveidošanai un lēmumu objektivitātes veicināšanai, kas paredz ekspertu piesaisti ar zināšanām un pieredzi metodē ietvertu novērtēšanas procesu un metožu praktiskā lietojumā. 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 apgērbu 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, un tādējādi sistemātiski tiek stabilizēta sinerģija starp valkātājiem (vajadzības), apgērbu projektētāju/ražotāju/piegādātāju un apgādes dienestiem.

Trešās nodaļas kopsavilkums un secinājumi

Promocijas darba trešajā nodaļā ir izklāstīta piedāvātās apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes - algoritma koncepcija un atspoguļots algoritma grafiskais attēlojums, aprakstot uzbūvi, elementus un secīgu darbību.

Galvenie trešās nodaļas **rezultāti**

- Aprakstīta metodes koncepcija un apkopoti un aprakstīti metodes elementi un lietojamās vērtēšanas metodes. Dots metodes algoritma grafiskais attēlojums.
- Aprakstīta metodes realizācija un darbība - atainots un aprakstīts algoritma atzars par jaunieviešama apģērba vērtēšanas procesa posmiem un atzars par valkāšanā/lietošanā esoša apģērba vērtēšanas procesa posmiem.
- Teorētiski apkopoti praktiskie ieguvumi un izrietošie lēmumi metodes lietojuma rezultātā.
- Ietverti kontroljautājumi par metodes realizāciju ietekmējošiem faktoriem.
- Ietvertas vispārīgas rīcības vadlīnijas un uzlabotas rīcībpolitikas struktūra īpašuzdevuma apģērba iepirkumu procesā ar pamatojumu par ekspertu piesaistes nepieciešamību.

Trešās nodaļas **secinājumi**

- Izstrādātā metode balstās praktiskus principus apkopojošā sistēmā apģērba novērtējumam un lēmumu pieņemšanai, sekmējot valkātāju grupu apgādi ar atbilstošu īpašuzdevumu apģērbi, 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 apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metožu pieejas, izstrādātais algoritms ietver un sasaista gan procesus, gan metodes, gan lēmumu ontoloģiju apģērba atbilstības vērtēšanā, lai nodrošinātu valkātāju apgādi ar apģērbi, kas atbilst noteiktajām prasībām.
- Apģērba 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 apģērba 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 apģērbs), gan labā zara (lietojumā esošs apģērbs) reālu lietojumu ietekmēs iespējas gūt nepieciešamos datus un informāciju, kā arī to kvalitāte un interpretēšanas prasmes.

Nodaļā aprakstītās metodes izstrāde realizēta, balstoties secinājumos par apģērba atbilstības vērtēšanā praktiski un sistemātiski lietojamu principu kopumu trūkumu un tādu īpašuzdevumu apģērba raksturlielumu kā lielumatbilstība un ergonomiskums, izšķirīgumu tā valkātāju vajadzību nodrošināšanā – spējā veikt ikdienas pienākumus. Izstrādātā metode ļauj risināt

problēmas atsevišķu apgērba valkātāju apgādē ar īpašuzdevumu apgērbu un no jauna ieviešamu īpašuzdevumu apgērbu vai IAL izstrādes procesu pilnveidošanā. Sistemātiska apgērba 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 ieviesušas papildinājumus metodes vispārinājumam.

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 vispārīnājumu nepieciešams aprobēt citai iztvērumkopai.

Izstrādātā metode – algoritms paredzēta lietojumam dažāda veida īpašuzdevumu apģērba vērtēšanai attiecībā uz antropometrisko atbilstību un ergonomiskumu, un algoritma labās puses zara aprobācija notikusi, vērtējot Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienesta (turpmāk – VUGD) dežūruniformas. Promocijas darba eksperimentālās daļas izstrādes norises 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 valkātājiem (skatīt VUGD atbalsta vēstuli pētījumiem promocijas darba 1. pielikumā).

Algoritma atzars, kad nav pieejams īpašuzdevuma apģērbs, bet tas 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, izstrādātas, izplatītas un apstrādātas aptaujas anketas medicīnas darbiniekiem – funkcionālajiem speciālistiem, t.sk. fizioterapeitiem, viedokļa noskaidrošanai par specifisku individuālo aizsargtērpu izstrādes kritērijiem materiālu izvēlē un modelēšanā, nodrošinot profesionālo pienākumu veikšanu un nepieciešamo aizsardzību no inficēšanās ar vīrusiem.

4.1. Metodi validējošs eksperiments

Metodes pamatojumam pētījums neaprobežojas ar teorētisku darbības analīzi, tās sistēmas funkcionēšanas pārbaudei veicot validēšanas eksperimentus ar reālām uniformām un tā valkātājiem. Apliecinot izstrādātās koncepcijas praktisko nozīmību, aprobācija veikta ar mērķi izvērtēt apgādē ekspluatētās VUGD uniformas, vērtējumu veicot pēc labā algoritma atzara, identificējot uniformu trūkumus, analizējot to rašanās cēloņus un apzinot turpmāko apgādes procesu uzlabošanas iespējas.

Latvijā aktīvā darbā ir ap 3000 ugunsdzēsēju, kas dežūras laikā valkā dežūruniformu⁹, sastāvošu no krekļjakas (4.1. att.) un biksēm (4.2. att.). Darbinieki to valkā visa darba laika ietvaros un glābšanas darbu gadījumā izsaukumā virs šīs dežūruniformas velk ugunsaizsardzības tērpu jeb t. s. Kaujas tērpu.

⁹ Balstoties Ministru kabineta 2019. gada 1. oktobra noteikumi Nr. 464 "Noteikumi par Iekšlietu ministrijas sistēmas iestāžu un Ieslodzījuma vietu pārvaldes amatpersonu ar speciālajām dienesta pakāpēm formas tērpa un atšķirības zīmju aprakstu". <https://likumi.lv/ta/id/309800>.



4.1. att. VUGD darbinieku dežūrjakas tehniskais zīmējums.



4.2. att. VUGD darbinieku dežūrbikšu tehniskais zīmējums.

Pirms praktiskā metodes lietojuma dežūruniformu vērtējumam veikta validējošo eksperimentu procesa plānošana. Sākotnēji tā ietver pētījuma sastāvdaļu apzināšanu un apkopošanu (4.1. tab.), lai, novērojot pieejamo informāciju un materiālus, apzinātu praktiski realizējamās vērtējuma posmus un atbilstoši pielāgotu dažādus vērtēšanas elementus. Tad var sekot reālu eksperimentu organizēšana un realizācija, apkopojot rezultātus un izvērtējot metodes darbību un lietderīgumu īpašuzdevumu apgērbā – dežūruniformu lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanai.

4.1. tabula

Procesa sastāvdaļu apkopojums

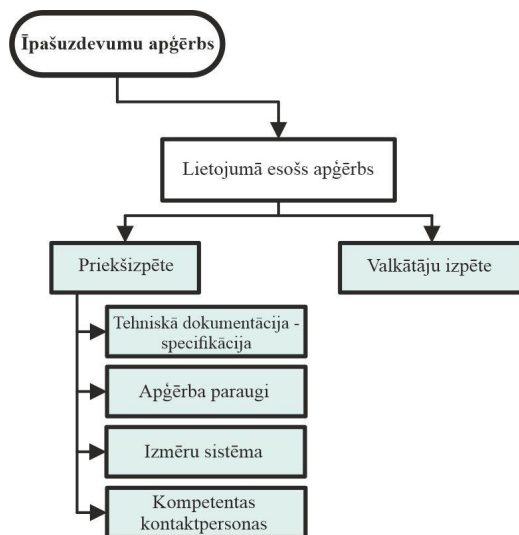
Nr. p. k.	Elements	Apraksts	Kopums pētījumā
1.	Objekti	Ikdienas darba laikā valkātas uniformas, sauktas par dežūruniformām, sastāv no virsjakas un biksēm (4.1. att. un 4.2. att.), pieļaujams arī T kreklis. Glābšanas darbu laikā tām pa virsu paredzēts vilkt ugunsdroša aizsargtērpa slāni (kaujas tērpu).	Uniformas (4. kārtas) izmēru komplekts un saraksts. Kopskaitā 84 dažādu lielumu vienības (42 jakas, 42 bikses). Saņemtie paraugi reprezentē viena apģērba iepirkuma (viens ražotājs) visu izmēru skalu ¹⁰ .
2.	Dokumentācija	Dežūruniformu tehniskā specifikācija.	Dežūruniformas jakas un bikšu apraksti.
3.	Subjekti	VUGD darbinieki, kas ikdienā veic aktīvu darbu.	59 cilvēki ¹¹ : • deviņas sievietes; • 50 vīrieši.
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 īpašuzdevumu apģērba specifikā, antropometrijā un apģērba konstruēšanā.	Trīs speciālisti.
6.	Tehnoloģijas	Antropometriskie dati iegūti ar 3D skenēšanas iekārtu <i>VitusSmart XXL®</i> (<i>Human Solutions Group GmbH</i>) ar datu apstrādes sistēmu <i>AnthroScan</i> un tradicionāliem antropometrijas instrumentiem - antropometriem, mērlentēm un kalipometriem. Subjekti skenēti apakšapģērbā un valkājot aizsargapģērbu.	

¹⁰ Metodes aprobācija veikta reālā situācijā ar konkrēto uniformu reāli pieejamo atlasī.

¹¹ Brīvprātīgi dalībnieki – aktīvā dienesta personāls, dalībnieku skaits pietuvināts piegādātajam apģērba komplektu skaitam.

4.1.1. Priekšizpēte un mērķgrupas izpēte

Atbilstoši metodei priekšizpētes posms, kam konkrētajā gadījumā piesaistīti nozares eksperti, ietver tādu elementu, kā tehniskā dokumentācijas izskatīšana, apgērbu paraugu novērtēšana, izmēru sistēmas analīze, komunikācija ar kompetentām institūcijas kontaktpersonām. Savukārt valkātāju/lietotāju izpētes posmam piesaistīti subjekti, apzinot pieejamo izpētes kopu (skatīt izceltos elementus algoritma posmā 4.3. att.).



4.3. att. Pirmais realizējamais posms algoritmā.

Izpētes nolūkiem tika izsniegti uniformu izmēru komplekti un saraksts. Vadoties pēc saraksta un uniformu marķējuma, apkopotas izmēru tabulas (jakām 4.2. un biksēm 4.3. tabula). Piegādātās uniformas tiek marķētas ar divdimensionālu apzīmējumu, norādot krūšu apkārtmēra intervāla centru un ķermeņa augstuma (auguma) intervāla robežvērtības, piemēram, 100/182-187. Tabulā krūšu apkārtmēriem ieviesta rinda ar intervālu robežvērtībām, piemēram, krūšu apkārtmēra intervāla centram 100 atbilstošās robežvērtības 98-102, veicinot izmēru izvēles uztveramību. Ņemot vērā bikšu marķējumu vērtības, secināts, ka pretēji tradicionālai praksei, par vadmēru gurnģērbiem ieviešot vidukļa apkārtmēru, konkrētajā bikšu izmēru sistēmā tāpat kā jakām par vadmēru kalpo krūšu apkārtmērs. Krūšu apkārtmērs neraksturo bikšu uzbūvi un balstvirsmas, tādējādi nav skaidrs pamatojums tā ieviešanai par vadmēru bikšu izmēru sistēmā, veicinot grūtības izvēlēties ķermeņa pazīmēm atbilstošu apgērbu. Par konstatēto neatbilstību izmēru sistēmā attiecībā uz bikšu marķēšanu informētas atbildīgās dienesta amatpersonas, ieteikts turpmāk apgādē kontrolēt, lai par vadmēru tiktu lietots vidukļa apkārtmērs. Līdz ar to pirmais priekšizpētes posms ļāvis identificēt esošās izmēru sistēmas un marķējuma trūkumus, kā arī paaugstinājis apgādes dienesta kompetences par izmēru sistēmu uzbūves pamatprincipiem.

4.2. tabula

Dežūrkaku izmēru komplekti¹²

DEŽŪRKAKA								
Krūšu apkārtmērs→ Augums ↓	92	96	100	104	108	112	116	120
	90–94	94–98	98–102	102–106	106–110	110–114	114–118	118–122
158–164								
164–170								
170–176								
176–181								
182–187								
188–193								
194–200								
200–206								
saņemtie paraugi								

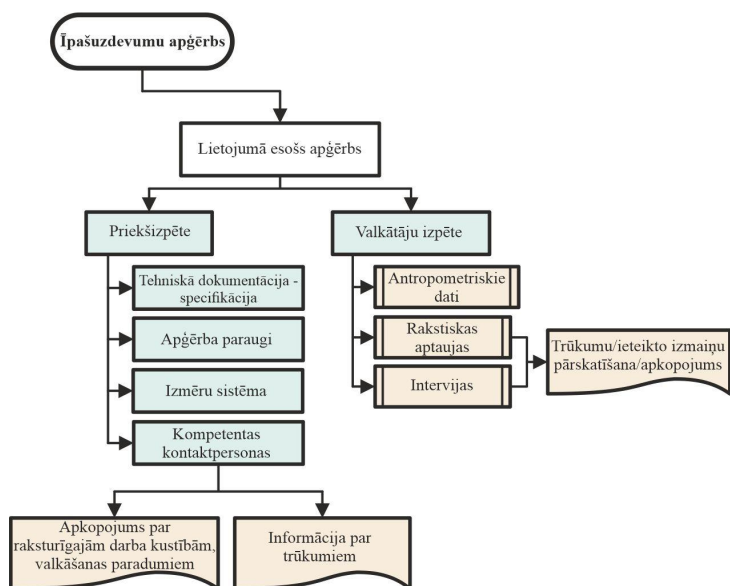
4.3. tabula

Dežūrbikšu izmēru komplekti

DEŽŪRBIKSES								
Krūšu apkārtmērs→ Augums ↓	92	96	100	104	108	112	116	120
	90–94	94–98	98–102	102–106	106–110	110–114	114–118	118–122
158–164								
164–170								
170–176								
176–181								
182–187								
188–193								
194–200								
200–206								
saņemtie paraugi								

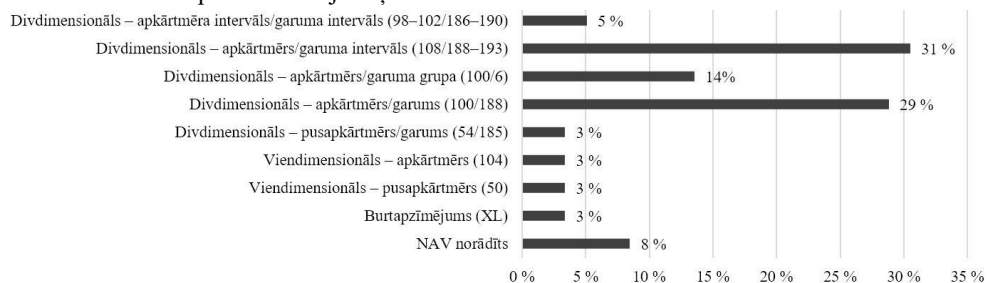
Nākamie algoritma realizēšanas posmi ietver informācijas iegūšanu par apģērba trūkumiem gan no kontaktpersonām (intervijas), gan valkātāju kopas (intervijas, rakstiskas aptaujas, reģistrēšanās protokoli), kam paralēli veikta arī antropometrisku datu iegūšana kopai, kā arī raksturīgo darba kustību raksturojuma iegūšana no kontaktpersonām (4.4.att.).

¹² Pēc abu tabulu aizpildījuma redzams, ka saņemto paraugu lielumsadalījums nav vienmērīgs un neatbilst normālsadalījumam, tādēļ tas nav pamatots un liecina par ražotāja neinformētību par mērķauditorijas antropometrisko profilu, jo ir zināms, ka specifisku, tieši iztvērumkopai mērķētu pētījumu ražotājs nav veicis.

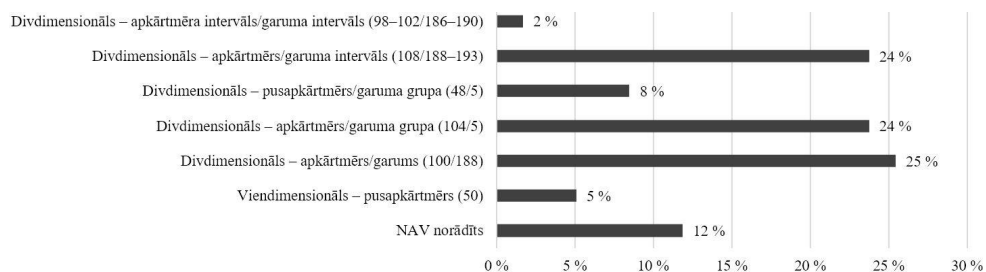


4.4. att. Otrais realizējamais posms algoritmā.

Jau priekšizpētes posmā mutisku interviju laikā ar norīkotajām kompetentajām kontaktpersonām un turpmāko testu dalībniekiem konstatēts viedoklis par neskaidrībām saistībā ar izmēru apzīmējumiem dažādu ražotāju - piegādātāju vidū, precīzāk, tādām lielumu kodējuma atšķirībām, kurās grūti rodamas loģiskas sakarības. Lielākajai daļai valkātāju nav zināms un līdz ar to saprotams kodējumu – apzīmējumu saturs jeb nozīme attiecībā uz ķermeņa mērījumiem. Atšķirīgu piegādātāju apģērbs, lai gan reizēm marķēts ar vienādiem apzīmējumiem un teorētiski paredz vienādu vai pietuvinātu atbilstību, ne vienmēr tāds arī ir, respektīvi, viena marķējuma ietvaros reālais uniformas izmērs var atšķirties pat par pāris indifferences intervāliem. Arī apkopojot reģistrācijas veidlapās testpersonu norādītos valkāto jaku un bikšu izmērus (4.5.un 4.6. att.), novērots to marķējumu daudzveidīgums, dežūrjakām kopā sastopot deviņus veidus un dežūrbiksēm septiņus veidus. Tas liecina, ka valkāšanā ir dažādos periodos piegādātas uniformas, kuru marķējumiem nav izvirzītas noteiktas prasības un atšifrēšanas veids paliek ražotāju ziņā.



4.5. att. Norādīto izmēru veidi dežūrjakām.



4.6. att. Norādīto izmēru veidi dažārbikšēm.

Tātad priekšizpētes turpinājumā apgādes dienests gūst zināšanas par apģērba izmēru marķējuma iespējamām variācijām, paredzot, ka turpmāko apgādes procesu efektivitātes paaugstināšanas nolūkā no pasūtītāja puses ir definējams vēlams specapģērba marķējuma veids, savukārt no ražotāja puses sniedzams tā uzskatāms skaidrojums. Turklāt par ieviesto risinājumu atbilstoši informējams arī personālsastāvs.

Struktūrvienībās pastāv daļēja informētība par valkātāju ķermeņa parametriem bez noteiktas un uzticamas procedūras to iegūšanai, kas tālāk izmantojami iepirkumu izmēru sadalījuma sagatavošanai. Mērījumu iegūšana tiek veikta struktūrvienību ietvaros, labākajā gadījumā noskaidrojot 4.4. tabulā apkopotās pazīmes (kopā 13), taču tradicionāli aprobežojoties ar krūšu apkārtmēra un ķermeņa augstuma mērījumiem. Turklāt intervijas liecina, ka ne vienmēr mērījumus veic kompetenti mērītāji vai, kas vēl nepieļaujāmāk, tiek veikta pašmērīšanās (persona savus mērījumus, piemēram, rokas garumu, veic pats), kas ir pretstatā ar antropometrijas pamatnostādņēm un noved pie nekorektu mērījumu datu nonākšanas pasūtījumu sastādīšanā.

4.4. tabula

VUGD darbinieku pazīmju saraksts iepirkumu sastādīšanai

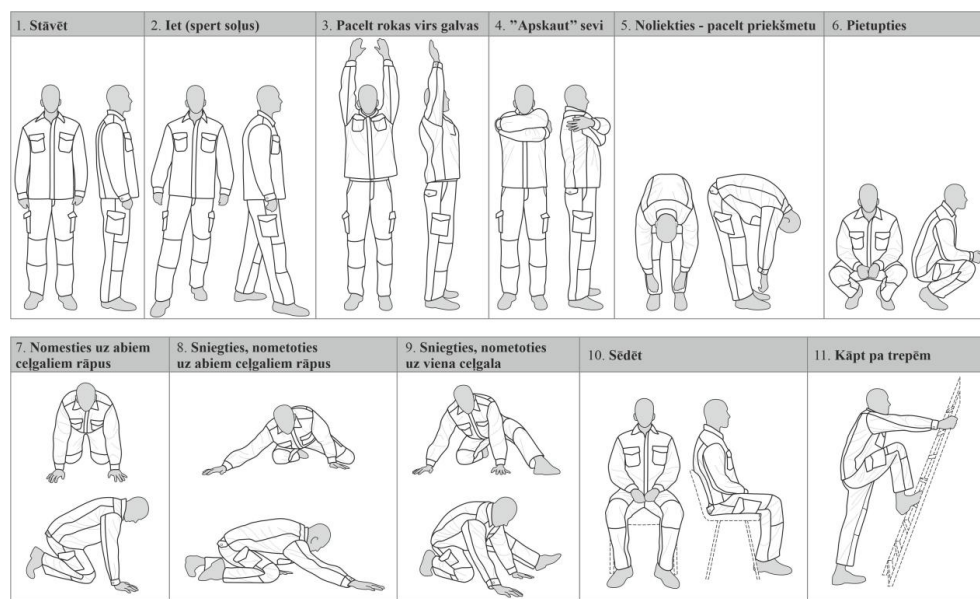
Nr. p. k.	Pazīme
1.	Krūšu apkārtmērs
2.	Vidukļa un jostas apkārtmērs
3.	Gurnu apkārtmērs
4.	Piedurknes garums
5.	Kājas garums
6.	Augums
7.	Kakla apkārtmērs
8.	Bikšu iekšējās šuves garums
9.	Pēdas pilnīgums
10.	Pēdas pacēlums
11.	Apavu izmērs
12.	Plaukstas apkārtmērs
13.	Galvas apkārtmērs

Attiecībā uz modeļu konstruktīvajiem risinājumiem un lielumatbilstību arī identificētas pašu valkātāju novērotās nesakritības, piemēram, dažādu (dažādos laika posmos) ražotāju piegādāto plecgērbi (jaku, T kreklus) garumos, platumos un piedurkņu garumos, gurngērbiem bikšu staru garumos (par garu, par īsu) un platumos cisku un apakšstilbu līmenī (par šauru, par platu), piejostas novietojumos un tās platuma pielāgojamībā, kā arī kabatu funkcionalitātē. Vairākos gadījumos valkātāji atzinuši, ka izsniegtā uniforma daļēji vai pilnībā pielāgota ķermenim to pāršujot, turklāt šuvējas pakalpojumu izmaksas sedzot no personīgajiem līdzekļiem. Lielāko daļu dalībnieku neapmierina elkoņu un ceļgala zonu ergonomiskums, arī kabatu dziļums un skaits. Tiek norādīts arī uz dizaina morālu novecošanos, pieminēti tādi defekti, kā stakles zonas plisumi, jostturu un pogu notrūkšana, arī grūtības pogu aizpogāšanā un atpogāšanā vai retos gadījumos par pogcaurumu neesamībām. Konstatētais norāda uz kvalitātes trūkumu apģērba projektēšanas un tehnoloģiskā izpildījuma ziņā, liecinot par papildu pasākumu nepieciešamību tās kontrolē un tādos organizatoriskos pasākumos, kas nepieļauj neatbilstošu apģērba nonākšanu personālsastāva lietošanā. Priekšizpētē identificēto uniformu nepilnību daudzveidība apliecina, ka vērtējumu gūšanai no reālajiem valkātājiem jāklūst par neatņemamu procesa sastāvdaļu apģērba apgādes procesā, veicinot informācijas apmaiņu starp lietotājiem un par iepirkumiem atbildīgajām amatpersonām. Metode paredz lietotāju un speciālistu norādīto trūkumu un ieteikumu pārskatīšanu un apkopošanu, kas ir sistemātisks solis turpmāko pasūtījumu specifikāciju precizēšanai un pilnveidošanai attiecībā uz kvalitātes kritērijiem, kā arī prasību izvirzīšanai jaunu, uzlabotu prototipu izstrādei.

109

atsevišķos gadījumos un pie attiecīgu resursu pieejamības nav iespējama papildu testēšana tekstilmateriālu parametru pārbaudei. Metodes sistematiskums paredz, ka, gūstot vispusīgu vērtējumu, tajā skaitā arī attiecībā uz tekstilmateriālu īpašībām, loģiska pieeja ir trūkumu analīzes turpinājums. Tad nepieciešamības gadījumā var, piemēram, mainīt tekstilmateriālu veidu vai paaugstināt kādu parametru prasības specifikācijā (tvaikcaurlaidība, krāsnoturība, pilingsliecība u. c.), lai rezultātā nonāktu pie valkātāju vajadzības apmierinoša rezultāta.

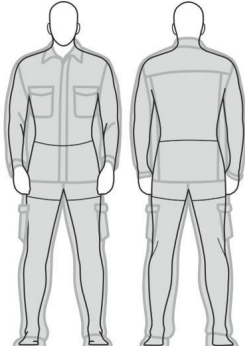
Priekšizpētes laikā nākamā vērtēšanas procesa veikšanas vajadzībām (ergonomiskuma testi) noskaidrotas raksturīgās darba kustības atbilstoši dežūruniformu valkātāju darba specifikai, lai iekļautu tās kustību brīvuma subjektīvā novērtējumā anketās (4.7. att.) valkātāju viedokļa iegūšanai par apģērba lielumatbilstību un ergonomiskumu. Kopā anketā iekļautas 11 ķermeņa kustības (un to fiksētās pozīcijas (pozas)), lai vērtētu to veikšanas brīvumu dežūruniformās. Atbilstoši ergonomiskuma vērtēšanas standartu ieteikumiem [205, 208, 209, 210, 211] dalībnieki vispirms aicināti veikt ikdienišķas kustības (skatīt 2.4. apakšnodaļā apkopotās kustības/pozas), piemēram, stāvēšana, iešana, roku kustības, noliekšanās un ietupšanās. Atlikušās kustības atbilst piesaistīto kontaktpersonu norādītajām - tieši ugunsdzēsēju ikdienas darbam raksturīgajām kustībām, kas paredz nomešanos gan uz viena, gan abiem ceļgaliem, veicot rāpošanu un stiepšanos pēc kādiem objektiem.



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

Vadoties gan pēc standartos [205, 208, 209] sastopamajiem atbilstības vērtēšanas faktoriem, gan priekšizpētē gūtajām atziņām, vērtējuma anketas ietver arī sadaļu par tādām vispārīgām apģērba atbilstību ietekmējošām pazīmēm kā uzvilšanas ērtums, individuālā izjūta par apģērba lielumatbilstību, apģērba svaru, aizdaļu un regulatoru lietošanas ērtumu, tāpat viedokli par apģērba kopējo vaļīgumu un atsevišķu daļu (piedurkņu, staru) garumu, kā arī locītavu ierobežojuma vērtējumu vēl pirms kustību izdarīšanas brīvuma testiem. Dalībniekiem

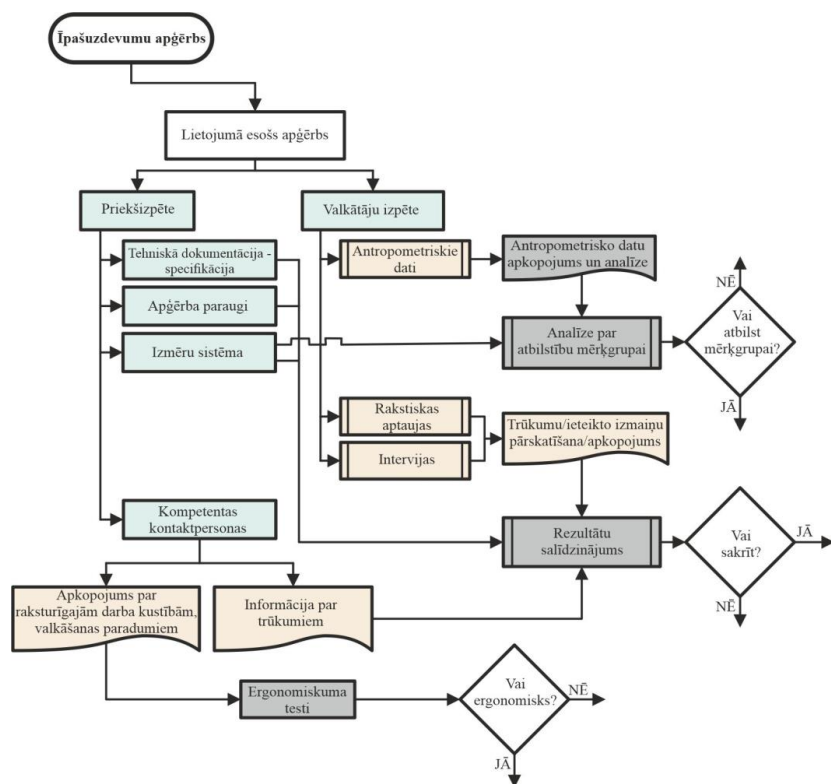
aizpildāmā anketa redzama 4.8. att. Anketa ietver arī shematisku uniformas zīmējumu uz cilvēka ķermeņa silueta, ļaujot respondentam norādīt (ar vizuālām norādēm attēlā un/vai komentāriem) tās problēmkonas (kustības ierobežojošas zonas, citas darba veikšanu ietekmējošas iedarbes), kas nav iekļautas jautājumos, taču indivīdam šķiet nozīmīgas atbilstības nodrošināšanā. Norādītais dalībnieka kods un apģērba kods (izmērs) ļauj sasaistīt un pēc antropometrisko datu iegūšanas analizēt dalībnieka valkātajā apģērba antropometrisko atbilstību.

APĢĒRBA LIELUMATBILSTĪBAS UN ERGONOMISKUMA VĒRTĒJUMS							
Datums:	Dalībnieka KODS:	Apģērba KODS:					
	APĢĒRBA ATBILSTĪBA:		Ļoti viegli	Viegli	Neitrāli	Grūti	Ļoti grūti
	Uzvilksana	-2	-1	0	1	2	
	Izteikti par mazu	Nedaudz par mazu	Atbilstošs	Nedaudz par lielu	Izteikti par lielu		
	Izmēra atbilstība	-2	-1	0	1	2	
	Ļoti viegls	Viegls	Neitrāls	Smaigs	Ļoti smaigs		
	Apģērba svars	-2	-1	0	1	2	
	Ļoti ērti	Ērti	Neitrāli	Neērti	Ļoti neērti		
	Aizdares un regulatori	-2	-1	0	1	2	
	Izteikti par ciešu	Par ciešu	Atbilstošs	Par vaļigu	Izteikti par vaļigu		
	Apģērba vaļīgums	-2	-1	0	1	2	
	Izteikti par īsu	Par īsu	Atbilstošs	Par garu	Izteikti par garu		
	Piedurkņu garums	-2	-1	0	1	2	
	Izteikti par īsu	Par īsu	Atbilstošs	Par garu	Izteikti par garu		
	Staru garums	-2	-1	0	1	2	
	Izteikti neierobežoti	Neierobežoti	Neitrāli	Ierobežoti	Izteikti ierobežoti		
Locītavu ierobežojumi	-2	-1	0	1	2		
← Attēlā papildus norādāmas un komentējamas problēmkonas – kustību ierobežojumi vai citas darba veikšanu ietekmējošas iedarbes (zonas var apvilkt, iekrāsot vai kā citādi vizuāli norādīt un komentēt tekstā).							
KUSTĪBU BRĪVUMS:		Ļoti viegli	Viegli	Neitrāli	Grūti	Ļoti 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.	Pietuņties	-2	-1	0	1	2	
7.	Nometies uz abiem ceļgaliem rāpus	-2	-1	0	1	2	
8.	Sniegties, nometies uz abiem ceļgaliem	-2	-1	0	1	2	
9.	Sniegties, nometies 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):							

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

4.1.2. Antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma izvērtējums

Trešais izvērtējuma posms ietver valkātajā demogrāfisko un antropometrisko rādītāju apkopojumu, antropometrisko datu analīzi un analīzi par valkāto uniformu izmēru sistēmas atbilstību mērķgrupai, kā arī subjektīvā vērtējuma par ergonomiskumu anketu rezultātu apkopojumu, lai atbilstoši rezultātiem, gūtu secinājumus par atbilstošiem lēmumiem apgādes procesa uzlabošanai (4.9. att.).



4.9. att. Trešais realizējams posms algoritmā.

1. Subjektu demogrāfisko un antropometrisko rādītāju apkopojums

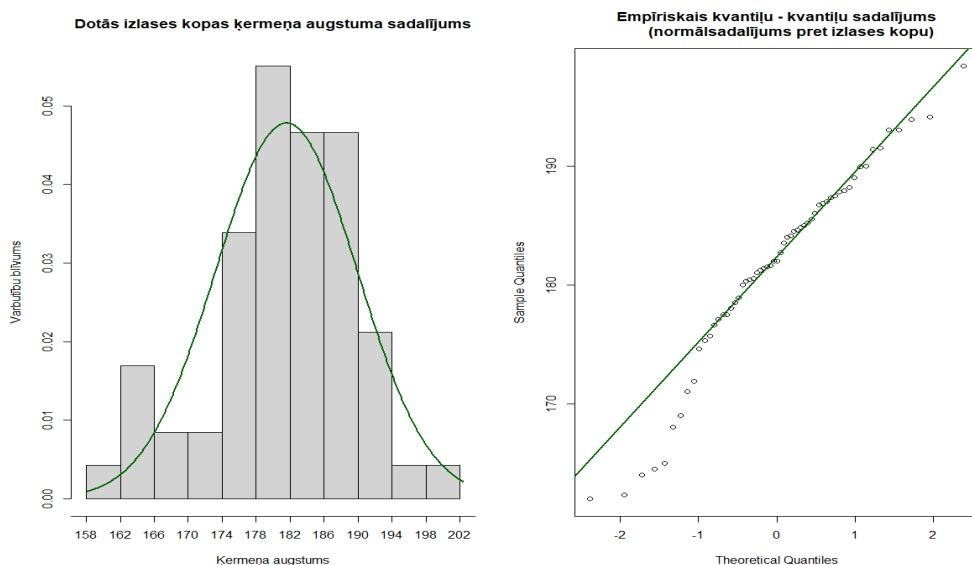
Pētījumam piesaistīti un kopā iegūti dati par 59 VUGD darbiniekiem (demogrāfisko un pamata antropometrisko rādītāju apkopojums 4.5. tabulā).

4.5. tabula

Pētījuma dalībnieku demogrāfisko un antropometrisko rādītāju apkopojums

Skaits:	59		
Sievietes:	9		
Vīrieši:	50		
Pazīme	Robežas	Vidējais	Standartnovirze (SD)
Vecums	19–49 gadi	29 gadi	9,5 gadi
Ķermeņa augstums	162–198 cm	182 cm	8,3 cm
Krūšu apkārtmērs	82–138 cm	107 cm	11,2 cm
Vidukļa apkārtmērs	63–132 cm	87 cm	13,8 cm
Gurnu apkārtmērs	92–118 cm	103 cm	6,7 cm
Svars	50–136 kg	84 kg	18,3 kg

Datu kopas vienmērīguma noteikšanai analizēts ķermeņa augstuma mērījumu sadalījums. Visas šīs datu kopas ķermeņa augstumu sadalījuma salīdzinājums ar normālsadalījuma līkni (4.10. att.) rāda, ka lielākā daļa ietilpst normālsadalījumā. Šādu sakarību parāda arī empīriskais kvantiļu – kvantiļu sadalījums (normālsadalījums pret izlases kopu), kur dati sakārtoti tuvu raksturlielnei lielākajā intervālu daļā.



4.10.att. Dotās izlases ķermeņa augstuma sadalījums un empīriskais kvantiļu-kvantiļu sadalījums (normālsadalījums pret izlases kopu) [R [216]]

Dati pārbaudīti pret 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. Tātad metodes posmā par antropometrisku datu izpēti, ņemot vērā aprobācijai pieejamās iztvērumkopas izmēru, noskaidrots, ka pilnvērtīgas izmēru sistēmas izstrādei nepieciešama pilna populācijas pārļase vai vismaz populāciju raksturojoša iztvērumkopa.

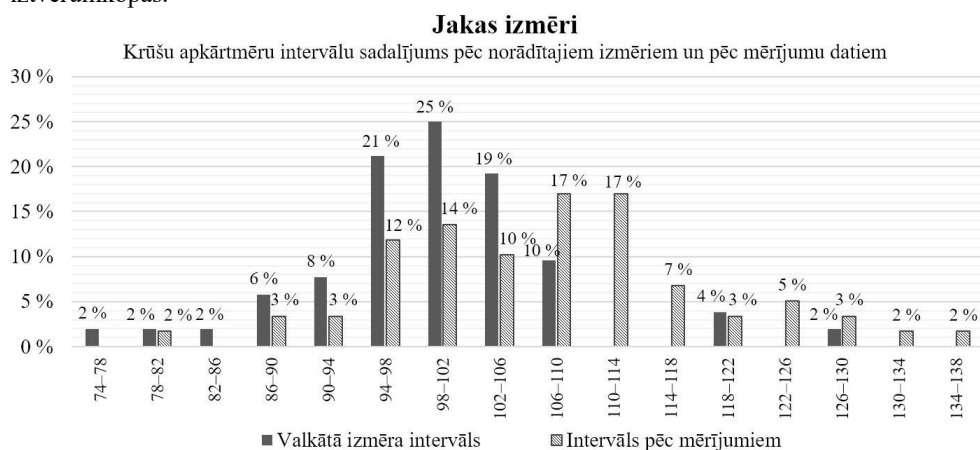
2. Izmēru sistēmas un valkāto uniformu atbilstības analīze

Pēc antropometrisku 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).

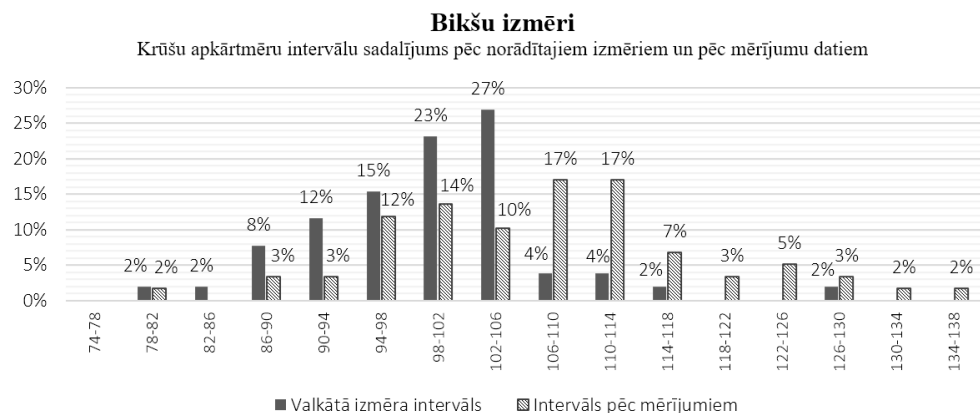
Šādi var tikt analizēta noteikta pasūtījuma/piegādes izmēru sadalījuma atbilstība personālsastāva somatopazīmēm. Vispirms salīdzināti krūšu apkārtmēru sadalījuma biežumi (vadmērs – krūšu apkārtmērs), kas gan jakām (4.11. att.), gan biksēm (4.12. att.) uzrāda nozīmīgas atšķirības, liecinot, ka konkrētā uniformu piegāde izmēru sistēmas ziņā ir

neatbilstoša, tātad – neefektīva. Identificētās nesakritības apliecina jau iepriekš konstatētās potenciālās nepilnības – valkāšanai nodotais apģērbs neatbilst valkātāju antropometriskajam profilam, un vienāda marķējuma ietvaros reālais uniformas izmērs atšķiras, tādējādi esošais izmēru sadalījums nenodrošina iespēju visam personālsastāvam piemēklēt sev lielumatbilstīgu apģērbu. Kā redzams 4.11. 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 % no iztvērumkopas.



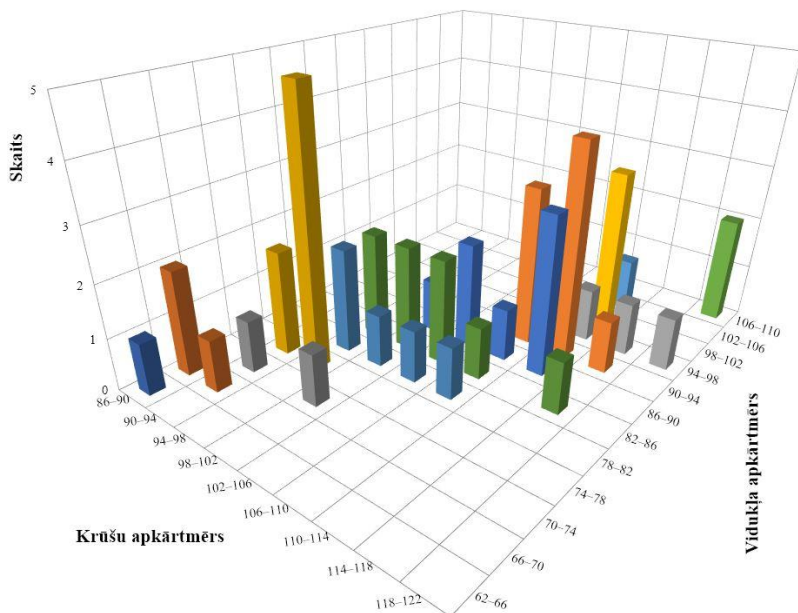
4.11. att. Jaku izmēru analīze – krūšu apkārtmēru intervālu sadalījums.

Visbiežāk sastopamais bikšu izmērs valkāšanā ir 104 (intervāls 102–106 cm), taču, kā noskaidrots pēc antropometriskajiem datiem, tiem būtu jābūt 108 (106–110 cm) un 112 (110–114 cm) izmēriem. Tomēr bikšu gadījumā šāds izvērtējums nerisina piemērotu bikšu izvēles procesus, jo principā gurnģērbu izmēru sistēma, kas balstīta uz neatbilstošiem vadmēriem (jau iepriekš minēts, ka bikšu izmēru sistēmās kā vadmērs lietojams vidukļa apkārtmērs), nevar pilnvērtīgi un gala lietotājiem izprotami funkcionēt.



4.12. att. Bikšu izmēru analīze - krūšu apkārtmēru intervālu sadalījums.

Papildinot skaidrojumu par vidukļa apkārtmēra kā piemērotākā vadmēra izvēli bikšu izmēru sistēmā, 4.13. attēlā 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 un izstrādājuma balstvirsmi (viduklim) atbilstošas bikses.



4.13. att. Vidukļa apkārtmēru sadalījums krūšu apkārtmēru grupās.

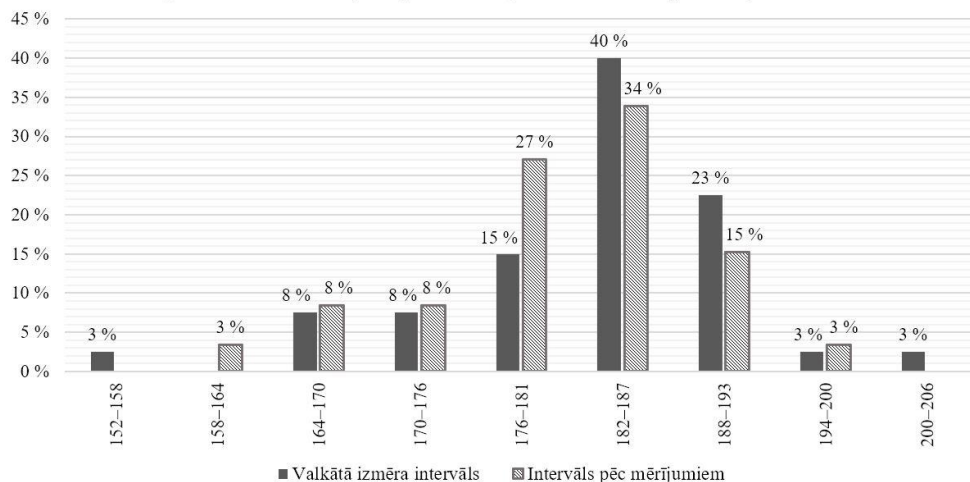
Apgādes speciālisti par krasajām nesakritībām ir informēti un guvuši pierādījumus, ka sortimentam un mērķgrupai atbilstoša izmēru sadalījuma sastādīšana ir priekšnosacījums lielumatbilstīga apģērba apgādes sekmēšanā. Turklāt tas novērš neskaidrības valkātāju vidū un nodrošina ražotājus ar precīziem datiem par ražojamo izmēru veidu un skaitu, neradot finansiālus zaudējumus papildu pasūtījumu vai piegādātā apģērba pielāgošanas gadījumos. Gūtie secinājumi sasaucas ar metodē ietverto lēmumu secīgumu, kad izmēru sistēmas neatbilstības gadījumā veicama tās pārskatīšana un labošana. Jāpiemin, ka valkātāju izpratne par sev atbilstošu apģērbu var būt arī izteikti subjektīva, piemēram, ja persona ērtāk jūtas cieši pieklāvēgā vai, pretēji, izteikti brīvā apģērbā. Tādēļ īpašuzdevumu apģērba gadījumā, kad tajā nepieciešams veikt kādas darba kustības, atbilstības vērtējumā izšķirīgi ir tieši ergonomiskuma (kustību veikspējas) testi.

Pievēršoties citu vadmēru lietojumam, salīdzinājums turpināts izmēru sadalījumiem pēc auguma garumiem, kas gan jakām (4.14. attēls), gan biksēm (4.15. attēls) ir līdzīgi, teorētiski

liecinot par labāku iespēju valkātājiem piemeklēt garumā atbilstošu apģērbu. Gan jaku, gan bikšu gadījumā visbiežāk pārstāvētais auguma garuma intervāls ir 182-187 cm.

Jakas izmēri

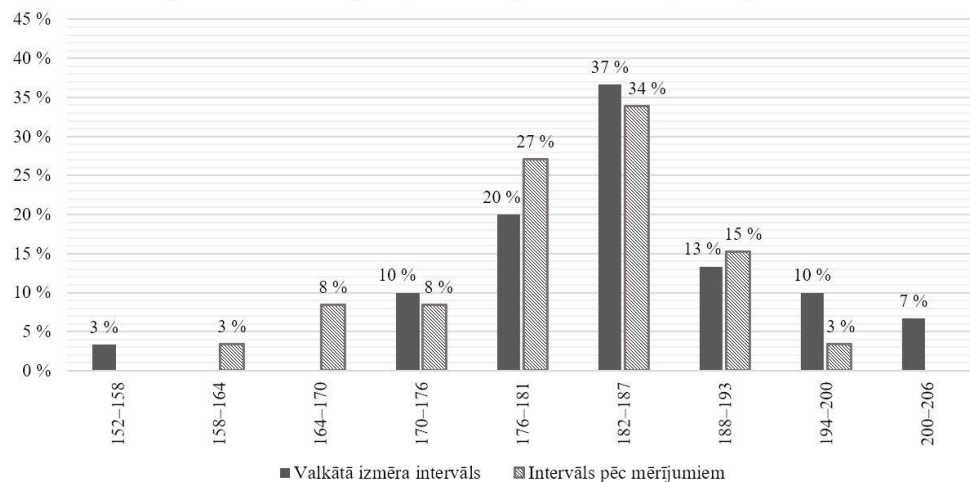
Auguma intervālu sadalījums pēc norādītajiem izmēriem un pēc mērījumu datiem



4.14. att. Jaku izmēru analīze - auguma intervālu sadalījums.

Bikšu izmēri

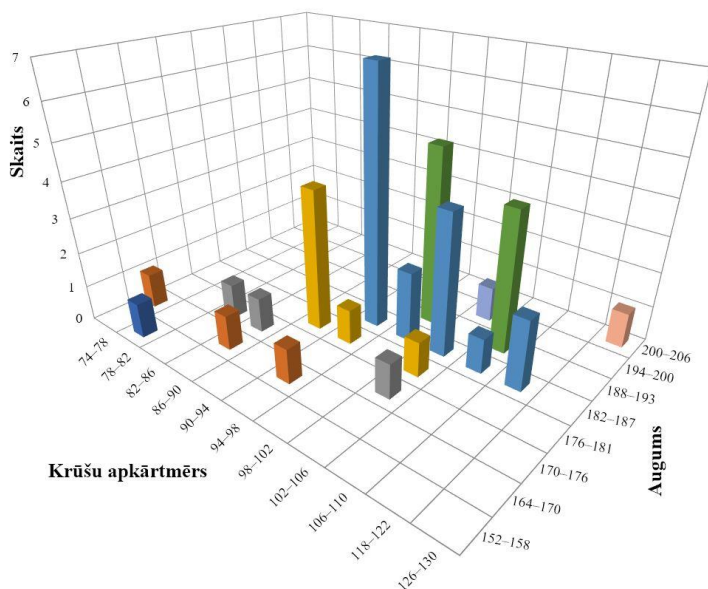
Auguma intervālu sadalījums pēc norādītajiem izmēriem un pēc mērījumu datiem



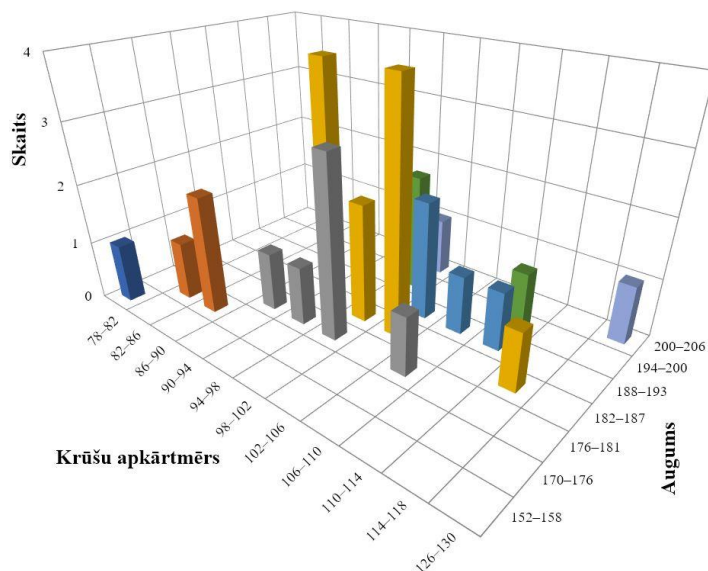
4.15. att. Bikšu izmēru analīze – auguma intervālu sadalījums.

Apkopojot un uzskatāmi atainojot iepriekš secināto par iztvērumkopas pārstāvju lietošanā esošo dežūruniformu izmēru sadrumstalotību, kas nepalīdz izdarīt secinājumus par visas populācijas apgādei nepieciešamajiem izmēru sadalījumiem, 4.16. un 4.17. attēlos izstrādāti jaku un bikšu

izmēru sadalījumi pēc diviem vadmēriem – krūšu apkārtmēra un ķermeņa augstuma (atbilstoši esošajai izmēru sistēmai).



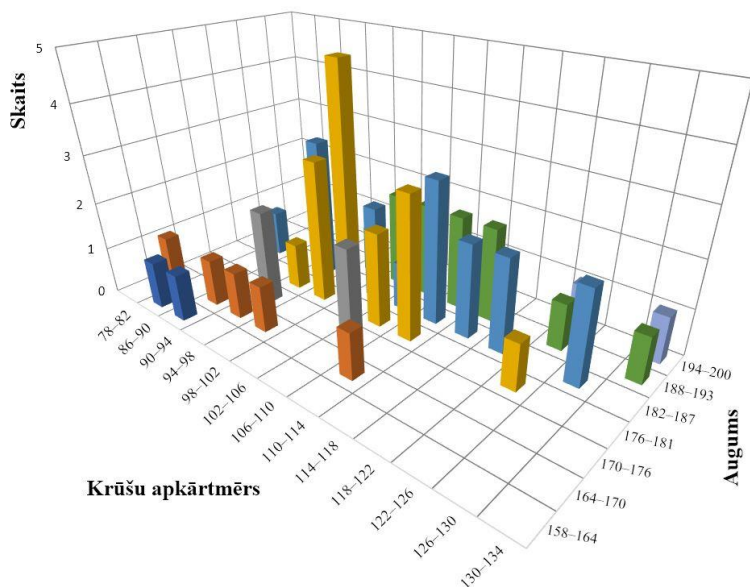
4.16. att. Jaku izmēru sadalījums pēc norādītajiem izmēriem.



4.17. att. Bikšu izmēru sadalījums pēc norādītajiem izmēriem.

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

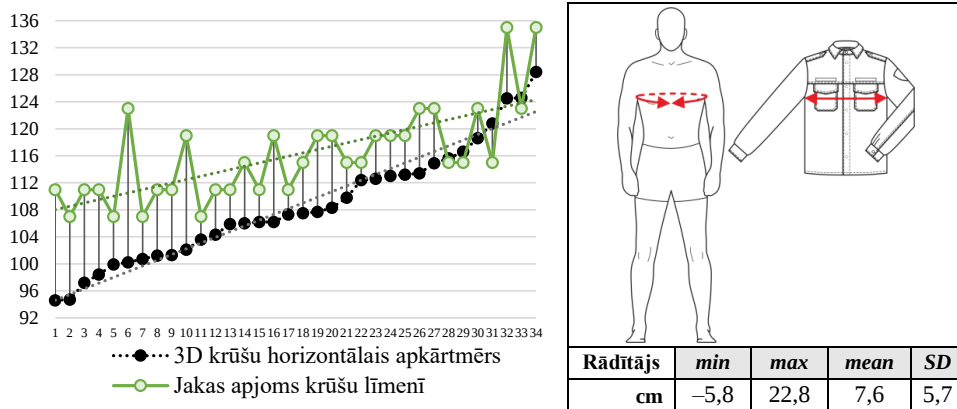
(4.18. att.). Šīs kopas sadalījumā izmēros pēc somatomērījumiem novērojama liela augumlielumu dažādība (13 krūšu apkārtmēra intervāli, septiņi auguma intervāli, kopā veidojot 91 kombinējumu iespējas) turklāt ar atšķirīgu, lielākoties mazu valkātāju īpatsvaru. Līdz ar to secināms, ka pamatotai iepirkumu politikai nepieciešama plaša mērķgrupas antropometriskā izpēte un augumlielumu sadalījumu pārskatīšana, rezultātā pasūtītājam iepērkot pietiekamu, taču arī ekonomiski pamatotu augumlielumu dažādību.



4.18. att. Izmēru sadalījums pēc iztvērumgrupas somatomērījumiem.

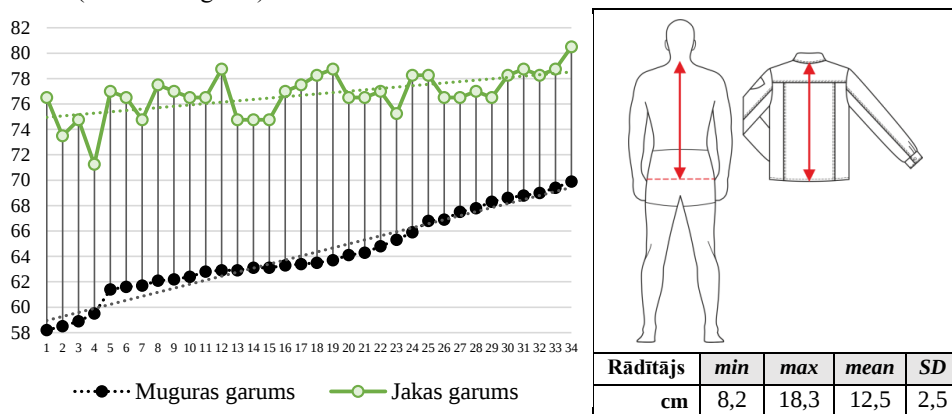
Papildu izpētei par piegādātajam apģērba sortimentam ieviesto virslaižu sistēmu – secinājumiem par atbilstību mērķgrupas somatoīpatnībām, veikti pieejamā uniformu komplekta kontrolmērījumi, noskaidrojot krūšu virslaidi jakām (rezultātā vidēji 15 cm), kā arī piedurkņu un jaku garumus atbilstošajiem izmēriem. Biksēm iegūts perimetra mērījums piejostā un šoļa vīles garums. Kontrolmērījumi analizēti sasaistē ar atbilstošajiem somatomērījumiem, kas tradicionāli lietotajam konstrukciju izstrādē. Noskaidrotas mazākās, lielākās, vidējās un standarta novirzes vērtības starpībām starp šiem mērījumiem.

- Jakas apjoms krūšu līmenī atbilstošajam izmēram salīdzināts ar valkātāja krūšu apkārtmēra vērtību (4.19. att.). Tendence sākuma posmā līdz krūšu apkārtmēram 116 cm parāda, ka noteiktai valkātāju daļai jakas virslaide krūšu līmenī ir pietiekama, atsevišķos gadījumos (atkarībā no izvēlēta apģērba izmēra) – pat izteikti palielināta, tādējādi liecinot par labu lielumatbilstību. Tomēr no šīs 116 cm robežas izvēlēto izmēru atbilstība krūšu līmenī mijas no pietiekamas līdz pat nepietiekamai, kad jakas apjoms krūšu līmenī ir mazāks par valkātāju krūšu horizontālo apkārtmēru. Ņemot vērā plečģērbu krūšu apjoma nozīmīgumu lielumatbilstības un ergonomiskuma nodrošināšanai, novirzes liecina par lielumošanas sistēmas pārskatīšanas un/vai apgādes procesu kontrolējuma nepieciešamību, informējot valkātājus par lielumatbilstīga apģērba pazīmēm.



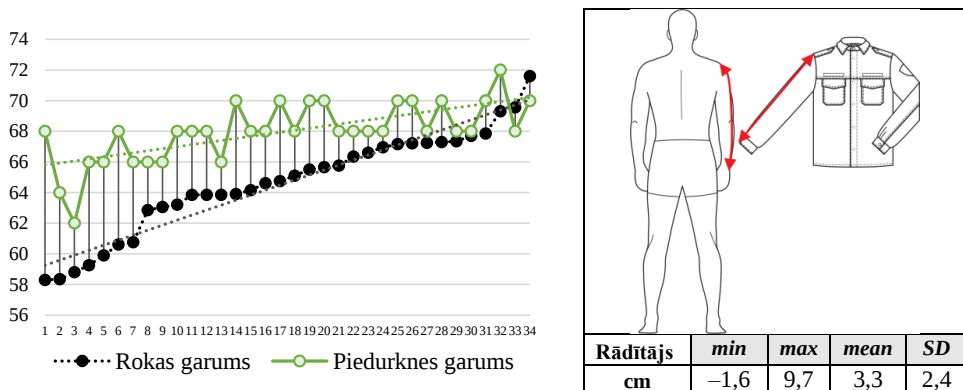
4.19. att. Dežūrjakas krūšu virslaižu analīze.

▪ Jakas garums atbilstošajam izmēram salīdzināts ar valkātāja muguras garuma (garums no kakla 7. skriemeļa līdz gurnu līmenim) vērtību (4.20. att.). Secināms, ka jakas garuma virslaide visas kopas ietvaros ir pietiekama (jaka pārsniedz muguras garumu) un nelielās novirzes (nevienmērīgums) nav kritiskas lielumatbilstības nodrošināšanā.



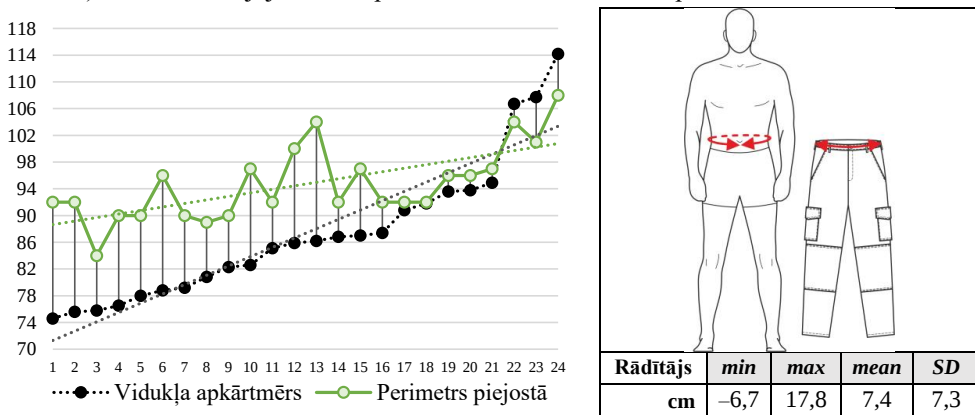
4.20. att. Dežūrjakas garuma virslaižu analīze.

▪ Jakas piedurknes garums atbilstošajam izmēram salīdzināts ar valkātāja rokas garuma (garums no plecgala līdz plaukstamatam) vērtību (4.21. att.). Attiecībā uz piedurknes garuma virslaižu vērojama līdzīga tendence kā krūšu virslaižu gadījumā, kad sākuma posmā, rokas garumam sasniedzot robežu 66 cm, virslaide ir pietiekama un pat palielināta, taču pēc šīs robežas virslaide variē no nepietiekamas un ļoti mazas līdz pietiekamai tikai atsevišķos gadījumos. Nepietiekams piedurknes garums var ietekmēt gan uniformas vizuālo izskatu, gan valkātāja kustības, kuru laikā turklāt var pastiprināti atsegties pasargājamās ķermeņa daļas (apakšdelms). Ja kopējā lielumošanas sistēmā piedurknes garuma virslaižu mākslīgs palielinājums nebūs pamatots, tad kā risinājums jāizskata individualizēta apģērba pielāgošana personām ar izteikti garām rokām.



4.21. att. Dežūrjakas piedurknes garuma virslaides analīze.

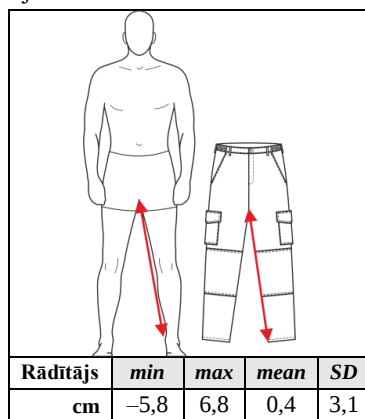
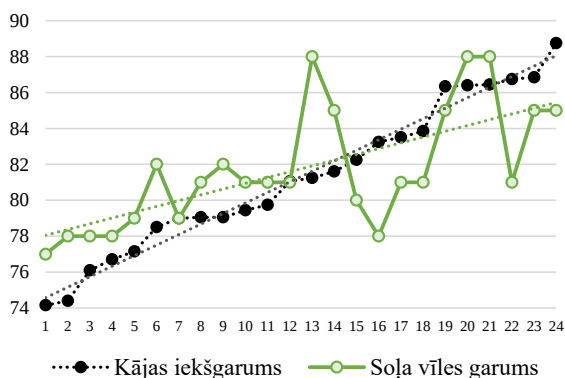
▪ Bikšu piejostas perimetrs atbilstošajam izmēram salīdzināts ar valkātāja vidukļa apkārtmēra vērtību (4.22. att.). Tendence liecina, ka piejostas virslaides vērtība ir pietiekama un pārsniegta vidukļa apkārtmēriem robežās 70–90 cm, pēc kuras tā ir ļoti maza vai nepietiekama, un, sasniedzot vidukļa apkārtmēru 106 cm, uzrāda tikai nepietiekamu virslaiades apjomu. Līdz ar to, jau sākot no 90 cm robežas, bikses viduklī var būt lielumneatbilstīgas, radot valkātājam diskomfortu, ierobežojot spēju kustēties un kalpojot par iemeslu defektiem. Konstatētās problēmas risināšanai bikšu izmēru sistēmas izstrādē jāievieš atbilstoši vadmēri (secinot no izmēru sistēmas analīzes), projektēšanā jālieto adekvātas virslaiades, kā arī jādomā par bikšu piejostas apjoma pielāgošanas elementiem (savilktni, elastīgu gumijotu lentu strēmeles), turklāt lietotāji jāinformē par bikšu lielumatbilstības aspektiem.



4.22. att. Dežūrbikšu piejostas apkārtmēra virslaiades analīze.

▪ Bikšu soļa vīles garums atbilstošajam izmēram salīdzināts ar valkātāja kājas iekšgaruma vērtību (4.23. att.). Analizējot soļa vīles garuma virslaidi, secināms, ka šis parametrs ir atbilstošs lielumatbilstības nodrošināšanai valkātājiem ar kāju garumu līdz 82 cm robežai, taču jau pie lielāka kāju garuma soļa vīles garums lielākoties ir par mazu. Tas var izraisīt potītes daļas atsegšanos kustību laikā, kā arī ietekmēt bikšu staru garumu vizuālo atbilstību. Pietiekamas populācijas daļas antropometriskā apsekojuma rezultātā var tikt pieņemts lēmums

par vadmēru bikšu izmēru sistēmā ieviest kājas iekšgarumu, nodrošinot lielumatbilstīgu bikšu piemeklēšanu lietotājiem ar atšķirīgām kāju garuma proporcijām.



4.23. att. Dežūrbikšu soļa vīles garuma virslaides analīze.

Metodē iekļautie procesi – izmēru sistēmas un apģērba paraugu izpēte, kā arī valkātāju subjektīvā vērtējuma iegūšana par apģērba trūkumiem, nepieciešami sistemātiskai apgādes procesu uzlabojumu virzienu apzināšanai. Esošās situācijas izpēte un veiktais atziņu apkopojums par dežūruniformu izmēru sistēmas uzbūvi un lielumošanas principiem ļauj izsecināt kopējās tendences un nepilnības izmēru sistēmā un lielumošanas procesā, tajā pašā laikā arī vērtējot valkātāju spēju izvēlēties ķermeņa pazīmēm atbilstošu uniformu. Izpētes rezultātā izdarīti šādi secinājumi:

- Lietotāju vidū novērojams apjukums par apģērba marķējumu un tā nozīmi, liedzot izvēlēties sev atbilstošu apģērbu;
- Ja valkāšanā nodotas dažādos laikos un no dažādiem piegādātājiem saņemtas uniformas, izmēru sistēmas un lietotās virslaiides var atšķirties, izraisot nesakritības un pārpratumus atbilstoša apģērba izvēlē;
- Apgādes dienestam nav pietiekami plašas un uzticamā veidā iegūtas informācijas par lietotāju ķermeņa pazīmēm, tās nepārzina arī pats personālsastāvs. Tas var novest pie situācijas, kad lielākā daļa piegādāto apģērbu nav atbilstīga mērķgrupai. Arī t. s. “izlēcēju” (netipāla ķermeņa uzbūve) apzināšana labākajā gadījumā notiek tikai komandējošā sastāva ietvaros, kas nozīmē iztrūkstošu apģērba individualizāciju glābējiem, kas neietilpst tipizācijā.
- Jāpārskata un visās struktūrvienībās jāsaskaņo valkātāju antropometrisko datu iegūšanas metodes, nodrošinot datu saskaņotību;
- Apģērba iepircējam (apgādes dienestam) ir jāpiedāvā/jādefinē izmēru sistēmas struktūra un apģērba marķēšanas veids, novēršot ražotāja patvaļu.
- Veiktā dežūruniformu izmēru sistēmas un paraugu izpēte paralēli trūkumu identificēšanai ir izglītojošs process apgādes dienestiem, atklājot iepriekš nezināmus problēmjautājumus un to cēloņsakarības.

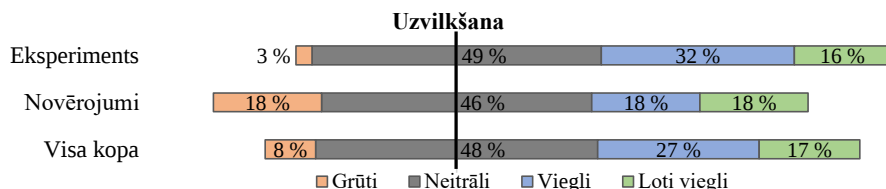
- Pilnvērtīgs apģērba lielumatbilstības novērtējums noteiktai mērķgrupai ir realizējams pie nosacījuma, tiek veikta pilna populācijas pārlase, lietotā izmēru sistēma ir adekvāta, visām pusēm saprotama un pielāgojama, kā arī pieejams subjektīvs vērtējums par apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma trūkumiem.

3. Subjektīvā vērtējuma anketu rezultāti

Subjektīvais vērtējums iegūts ar vērtējuma anketa palīdzību (skatīt 4.1.1. apakšnodaļā Apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma subjektīvā vērtējuma anketa). 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 apģērba valkāšanā, līdzīgi spriežot par apģērba lielumatbilstību un ergonomiskumu. Savukārt eksperimentālās kopas dalībnieki ir kadeti, kas salīdzinoši nesn sākuši valkāt dežūruniformas, līdz ar to viedokļus ietekmē mazāka pieredze.

Likerta skalu rezultāti apkopti un atainoti joslu diagrammās (t. s. joslu grēdās) valkātāju viedokļu analīzei par uniformu lielumatbilstības un ergonomiskuma rādītājiem. Vērtējumi analizēti un vienkopus atainoti gan visas pētījuma iztvērumkopas ievāros, gan apkopojot novērojumos iegūtos vērtējumus, kā arī analizējot eksperimenta kopas datus.

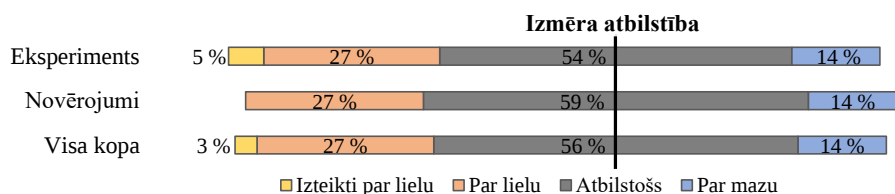
- Subjektīvs uniformu uzvilšanas/novilkšanas ērtuma vērtējums (4.24. att.) visos trīs gadījumos norāda uz neitrālu viedokli, tuvojoties 50 % atzīmei. Atlikušās daļas to vērtē kā viegli vai ļoti viegli uzvelkamu/novelkamu, vien 22 glābēju novērojumos atklājot 18 % viedokli par grūtībām. Neviens no respondentiem nav vērtējis apģērbu kā ļoti grūti uzvelkamu/novelkamu. Tātad konkrētā uniformu sortimenta aspektā šis faktors vērtējams kā atbilstošs, kas ir loģiski, ņemot vērā, ka glābēju dežūruniformu dizains ir pietuvināts vienkāršam ikdienā valkājamam apģērbam un neiekļauj specifiskas aizdares vai uzvilšanas/novilkšanas nosacījumus kā tas var būt cita īpašiem uzdevumiem projektēta apģērba gadījumā.



4.24. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu uzvilšanas ērtumu.

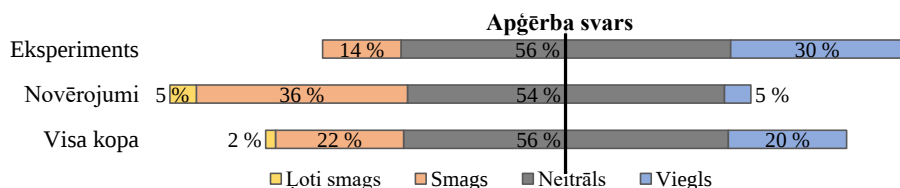
- Vērtējumā par kopējām sajūtām attiecībā uz apģērba lielumatbilstību (4.25. att.) lielākā daļa (visos trīs gadījumos virs 50 %) ir ar šo rādītāju apmierināta. Vienādi visās trīs kopās 27 % norāda, ka dežūruniformas ir par lielu, savukārt, 14 %, ka par mazu. Neviens no respondentiem

nenorāda, ka uniforma ir izteikti par mazu, taču atsevišķos gadījumos atklājas, ka uniforma bijusi izteikti par lielu. Turklāt anketēšanā šajos atsevišķajos gadījumos norādīts, ka valkātājiem nācies pilnībā vai daļēji pāršūt uniformas. Neskatoties uz vairākuma apmierinātību, proporcija ar vērtējumiem par lielumneatbilstību ir vērā ņemama un atkārtoti liecina par nepilnībām zināšanās par glābēju antropometriskajiem profiliem un problēmām atbilstoša izmēru veida un skaita izvēlē.



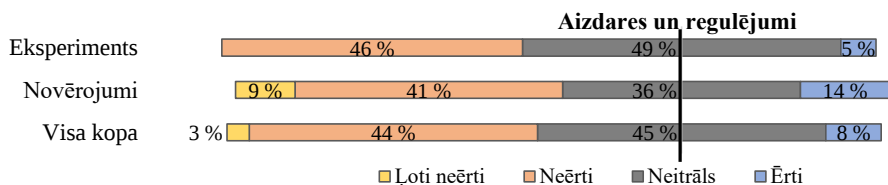
4.25. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu izmēra atbilstību.

▪ Vērtējums par apģērba svaru (4.26. att.) lielākoties tas ir neitrāls (virs 50 %), taču novērojumos nozīmīga daļa (36 %) to vērtē kā smagu, savukārt, eksperimentā pretēji – 30 % to vērtē kā vieglu. Visas kopas vērtējuma procentuālais sadalījums izlīdzinās, gan vērtējumam “smags”, gan “viegls” sasniedzot 20 %. Ņemot vērā kopējo rezultātu, konkrētajā gadījumā šis rādītājs var tikt uzskatīts par nenozīmīgu, un līdzīga sortimenta testēšanai to var neiekļaut vērtējumā, tomēr paturot prātā, ka vieglāki risinājumi vienmēr būs valkātājiem pieņemamāki.



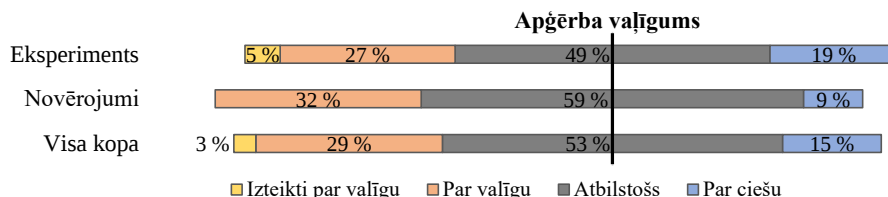
4.26. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu svaru.

▪ Lai gan kopējais uzvilšanas/novilkšanas ērtums novērtēts neitrāli, pretrunīgs ir novērtējums par aizdarēm un regulatoriem (4.27. att.), kad līdzīgā apjomā tiek norādīts gan neitrāls vērtējums (36–49 %), gan atzinums, ka tie ir neērti (41–46 %). Klātienes novērtējuma procedūras un paraugu analīze apliecina, ka pogu aizdares nav ērtas un prasa papildu piepūli to atvēršanā un aizvēršanā, un tas apgrūtina glābējus dežūruniformas ikdienišķas lietošanas laikā. Līdz ar to ir identificēts parametrs, kas papildus detalizējams turpmāko iepirkumu sastādīšanā.



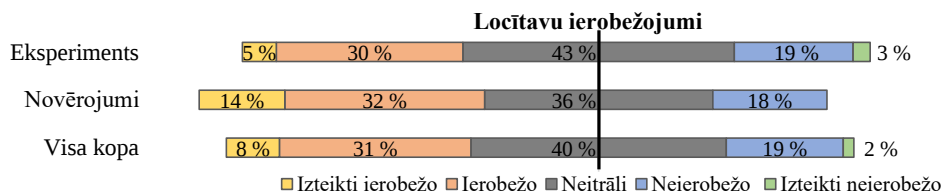
4.27. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu aizdarņu un regulatoru ērtumu.

▪ Apģērba vaļīgums (4.28. att.) lielākoties tiek vērtēts neitrāli (ap 50 un vairāk %), taču, sakrītot ar izmēra atbilstības vērtējuma rezultātiem, novērojams, ka tas ir attiecīgi par vaļīgu (izmērs par lielu) vai par ciešu (izmērs par mazu). Šajā gadījumā vērtējums atkal liek atgriezties pie izmēru sistēmas uzlabojumiem, caur atbilstošām virslaidēm nodrošinot tādu uniformu pieklāvīgumu, kas primāri nodrošina adekvātu lielumatbilstību.



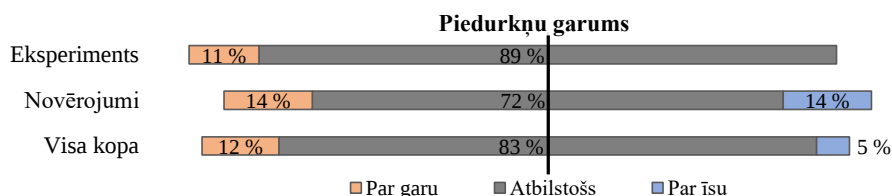
4.28. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu vaļīgumu.

▪ Locītavu kustību ierobežojumus (4.29. att.) visos trīs gadījumos neitrāli vērtē ap 40 % glābēju, taču nozīmīga daļa (ap 30 %) norāda par kustību ierobežojumiem, daļa – par izteiktiem ierobežojumiem. Tajā pašā laikā pietiekami liela daļa (ap 19 %) vērtē, ka apģērbs neierobežo kustības, pat norādot, ka izteikti neierobežo. Detalizētu ainu par kustību ierobežojumiem sniedz ergonomiskuma testi, kur izpildāmas noteiktas kustības ar sekojoši vērtējumu, taču šajā vērtēšanas posmā atkārtoti rodama sasaiste ar nepilnībām izmēru sistēmā un attiecīgi uniformu vispārējo lielumneatbilstību.



4.29. att. Subjektīvs vērtējums par locītavu ierobežojumiem.

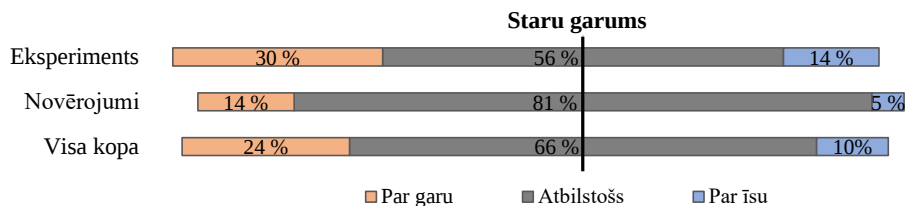
▪ Piedurkņu garums (4.30. att.) izteikti tiek vērtēts kā atbilstošs, vien neliels virs 10 % robežas tās vērtējot kā pārlietu garas, kas savukārt ir risināms ar regulējumiem aproču daļā.



4.30. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu piedurkņu un staru garumu.

▪ Bikšu staru garums (4.31. att.) pārsvarā (56–81 %) tiek vērtēts kā atbilstošs, taču nozīmīga daļbnieku daļa norāda, ka staras ir par garu (14–30 %), un neliels mazāka, ka par īsu (5–14 %). Subjektīvā vērtējuma rezultāti saskan ar apģērba paraugu komplekta izvērtējuma sadaļā secināto – daļai no aprobācijas eksperimenta dalībniekiem staru garumi nav atbilstoši,

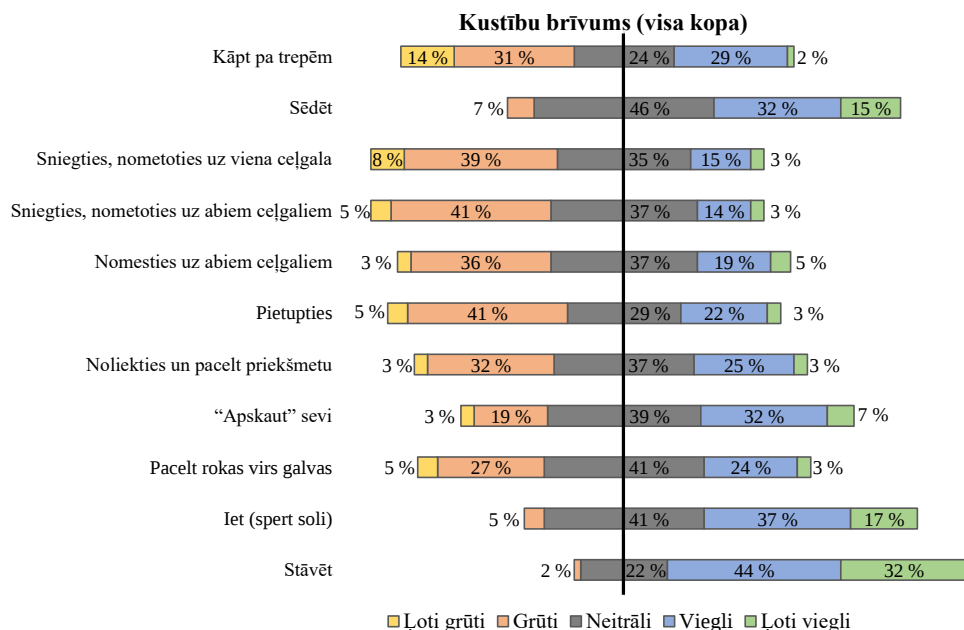
un cēloņi visdrīzāk skaidrojami ar kāju garumu proporciju atšķirībām vai tūkumiem izmēru sistēmā ieviestajā vadmēru kombinējumā.



4.31. att. Subjektīvs vērtējums par uniformu piedurkņu un staru garumu.

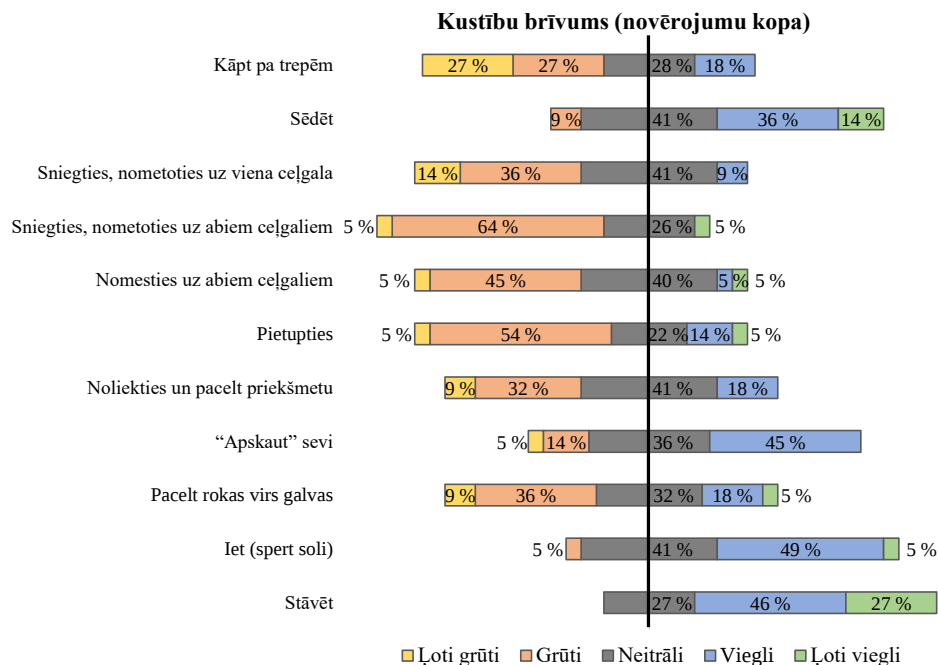
Atbilstoši anketas otrai sadaļai un izstrādātajiem kustību attēliem (4.1.1. apakšnodaļa Apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma subjektīvā vērtējuma anketa un Ķermeņa pozas/kustības dežūruniformu ergonomiskuma vērtēšanai) valkātāji vērtējuši kustību brīvumu dežūruniformās. Viedokļi par kustību brīvumu dežūruniformās atsevišķi apkopoti visas kopai (4.32. att.), novērojumu kopai (4.33. att.) un eksperimentālajai kopai (4.34. att.).

Analizējot visas kopas vērtējumu par kustību brīvumu dežūruniformās, uzskatāmi secināms (4.32. att.), ka pie viegli veicamām pozām pieder stāvēšana, sēdēšana un iešana; jau grūtāk glābējiem veicama poza “apskaust” sevi; tai seko virkne vēl vairāk ierobežotu kustību – tajā skaitā kāpt pa trepēm, noliekties, paceļot priekšmetu, pacelt rokas un nomesties uz abiem ceļgaliem; pie visvairāk ierobežotajām kustībām pieskaita sniegšanos, nometoties uz viena vai abiem ceļgaliem, ka arī pietupšanos, turklāt pēdējās kustības raksturīgas glābēju darba specifikai.



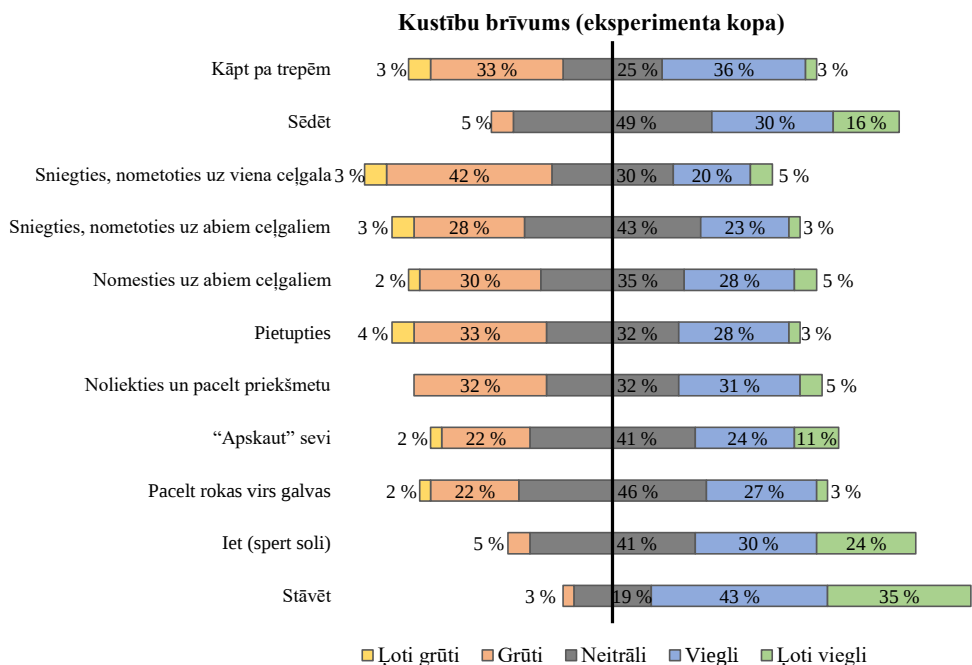
4.32. att. Subjektīvo vērtējumu rezultātu apkopojums, visa kopa (59 dalībnieki).

Novērojumu kopas dalībnieki ergonomiskuma vērtējumā (4.33. att.) kā maz ierobežotas pozas norāda stāvēšanu, sēdēšanu un iešanu, kas saskan ar visas kopas rezultātiem. Grūtāk veicama, taču mazākā mērā kā visai kopai ir poza “apskaut” sevi; un atkal tuvināti kopējam rezultātam ierobežojumu pieauguma ziņā seko pozas: noliekties paceļot priekšmetu, pacelt rokas virs galvas, kāp pa trepēm, sniegties nometoties uz viena ceļgala, nomesties uz abiem ceļgaliem, pietupties un kā ierobežotākā – sniegšanās nometoties uz abiem ceļgaliem. Šai kopai raksturīgas lielākas vērtības vērtējumā skalas sadaļā “grūts”, kas skaidrojams ar kopas dalībnieku (pieredzējuši glābēji) jau laika gaitā gūto priekšstatu par dežūruniformu ergonomiskumu darba veikšanas laikā.



4.33. att. Subjektīvo vērtējumu rezultātu apkopojums - novērojumu kopa (22 dalībnieki).

Tāpat kā iepriekšējo divu kopu gadījumos arī eksperimentu kopas vērtējums (4.34.att.) kā neierobežotas pozas iedala stāvēšanu, sēdēšanu un iešanu. Līdzīgas grūtības rada pozas “apskaut” sevi un pacelt rokas; tām seko ierobežotākas – kāpšana pa trepēm, nomešanās uz abiem ceļgaliem un noliekšanās paceļot priekšmetu; un kā visvairāk ierobežoto vērtējot sniegšanos nometoties uz viena vai abiem ceļgaliem, kā arī pietupšanos, kas saskan ar kopējo (visas kopas) rezultātu. Salīdzinot ar novērojumu kopu, eksperimentu kopai raksturīga lielāka novirze uz skalas vērtējumu “viegli”, ko izskaidro ierobežotā pieredze, jo to pārstāv glābēji kadeti.



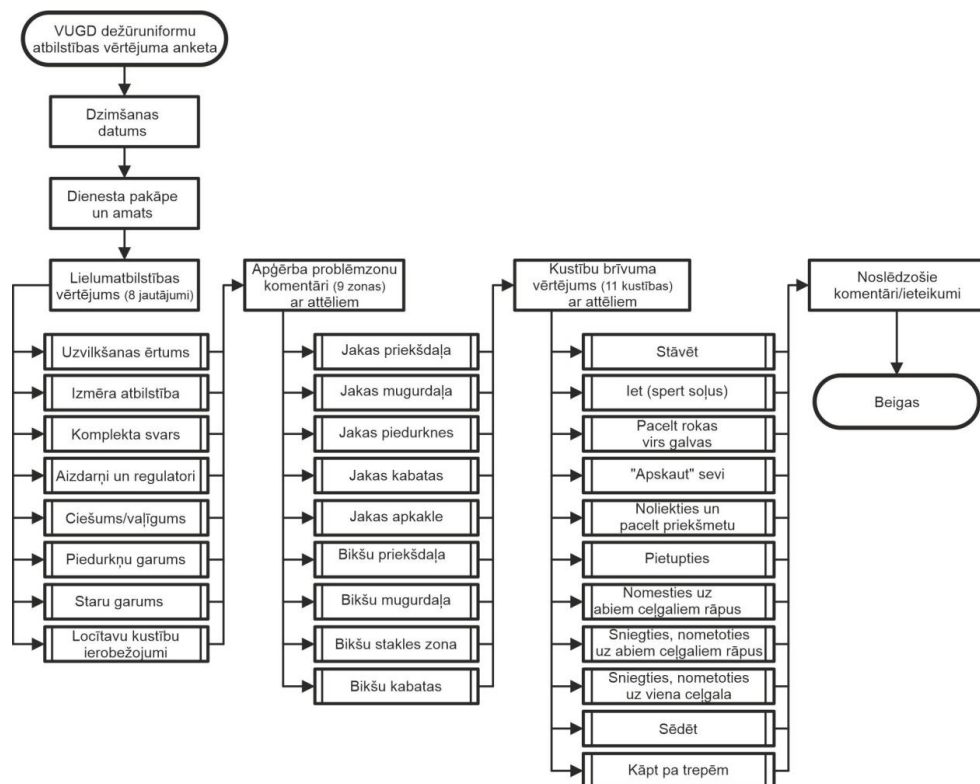
4.34. att. Subjektīvo vērtējumu rezultātu apkopojums, eksperimentu kopa (37 dalībnieki).

Dežūruniformu ergonomiskuma vērtējumu veikšanas rezultātā izdarīti šādi secinājumi:

- Vērtējums palīdz identificēt apģērba problemātiskās zonas un rādītājus.
- Papildu komentāru iespējas nodrošina atsauksmju iegūšanu par apģērba problēmām, kas nav iekļautas vērtējumā, tādējādi sniedzot iepriekš nezināmu informāciju, kas var būt noderīga cita sortimenta apģērba vērtēšanā.
- Pirms reālu eksperimentu veikšanas, kā arī jau pašu kustību veikspēju testu laikā jāparedz valkātāju instruēšana, uzsverot, ka uzdevums nav demonstrēt fiziskās dotības (spēku un izturību), bet gan apģērba ergonomiskuma novērtējums – vēršot uzmanību uz apģērba ietekmēm uz spējām veikt kustības, nevis fizisku spēju tās veikt vispār.
- Instrukcijas ir jādetalizē parazītkustību izskaušanai, kas ieviesušās lietojot ergonomiskuma prasībām neatbilstošas uniformas.

Apzinoties, ka visas interesējošās izpētes kopas (ap 3000 aktīvie VUGD ugunsdzēsēji) viedokļu pārlase klātienē aizpildot vērtējuma anketas objektīvi nav realizējama (pētījuma laikietilpība un VUGD dalībnieku nokļūšana testēšanas laboratorijā gan izmaksu, gan darba noslodzes dēļ), VUGD rīcībā nodota apģērba vērtēšanas anketa tiešsaistes formā “VUGD dežūruniformu atbilstības vērtējums” (darbības pamatshēmu skatīt 4.35. att.). Tas pieļauj plaša valkātāju subjektīvā viedokļa iegūšanu, attālināti izpētes procesā piedaloties arī tiem darbiniekiem, kuri nav iesaistīti tiešajos testos. Ievadā skaidrots pētījuma mērķis un potenciālie praktiskie ieguvumi – iespējamo darbības virzienu apzināšana uniformu projektēšanas procesu uzlabojumiem un izmēru skalu pārstrukturēšanai, kā arī gala lietotāju resursu ietaupījumu, uniformu individualizācijas un ilgmūžības nodrošinājumam. Tāpat dalībnieki informēti par

datu izmantošanu atbilstoši Vispārīgajai datu aizsardzības regulai (GDPR). Ar anketas saturu, kas kopumā ietver 12 sadaļas gan ar vispārīgas informācijas norādīšanu (dzimšanas dati, dienesta pakāpe un amats), gan ar testēšanas anketā iekļautajiem jautājumiem par atbilstību, problēmzonām un ergonomiskumu, kā komentāru sadaļu brīvā formā, var iepazīties darba Pielikumā Nr. 2.



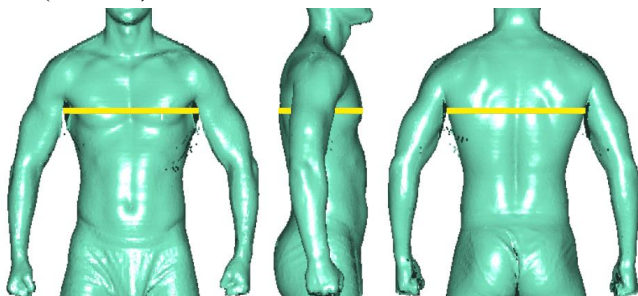
4.35. att. Apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma subjektīvā vērtējuma anketas vispārīga shēma.

Pēc tam, kad ir konstatētas ierobežotās kustības (ikdienas un darbam specifiskās), par ko ir informēti gan apgādes dienesta speciālisti, gan apģērba projektētāji (ražotāji), seko sarežģīts novērtējuma rezultātu interpretācijas process, kad visām iesaistītajām pusēm ar atbilstošu rīcībpolitiku ir jāspēj vienoties un nonākt pie optimāliem risinājumiem uzlabotu apģērba modeļu izstrādē. Tomēr ir jābūt izpratnei, ka, ja pamatā apģērbs nav lielumatbilstīgs, tad papildu ergonomisku risinājumu ieviešana ir vāji pamatojama – vispirms atbilstoši nozares zināšanām un ražošanas labākajām praksēm ir ieviešama populācijai piemērota izmēru sistēma, lai nepieciešamības gadījumā materiālu un konstruktīvu risinājumu izpildījumā strādātu pie ergonomiskuma nodrošināšanas aspekta.

4.2. Manuālo un bezkontakta somatomērījumu salīdzinājums

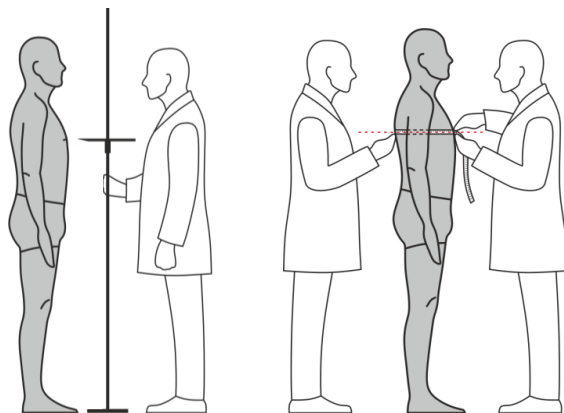
Autores pieredze antropometriskajā izpētē [212, 220] iezīmējusi novērojumus par manuālu un bezkontakta somatomērījumu atšķirībām, tajā skaitā krūšu horizontālā apkārtmēra datus. Mērījumu salīdzinājums norāda uz tādām atšķirībām un/vai novirzēm, kas pie izmantošanas apģērba konstruēšanā vai gatava apģērba izvēlē pēc ražotāju izmēru skalām var būt izšķirošas tā atbilstībā valkātājam.

Pēc definīcijas krūšu horizontālais apkārtmērs ir rumpja lielākais horizontālais perimetrs krūtsgalu līmenī, kura skaitlisko vērtību nosaka ar mērlenti, savietojot aptvēruma atskaites un nolasījuma punktus (4.36. att.).



4.36. att. Ilustratīvi – krūšu horizontālā apkārtmēra novietojums.

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. Bezkontakta mēru iegūšanas metodes, tai skaitā 3D skenēšanas tehnoloģijas, bet neaprobežojoties ar tām, ļauj iegūt 3D horizontālo ķermeņa perimetru noteiktā līmenī, ģeometriski balstoties krūts gala vai visvairāk izvirzītajā krūts muskuļa punktā, par atskaites līmeni ņemot plantāro plakni un mērījumu novietojot paralēli tai, līdz ar to krūšu horizontālo apkārtmēru iespējams iegūt atbilstoši definīcijai. Savukārt manuāli krūšu perimetrs tiek iegūts, ar mērlenti nosakot divdimensiju mērījuma apjomu un izmantojot antropometru mērījuma horizontalitātes nodrošināšanai. Rodas pamatotas šaubas par mērītāja spēju iegūt tieši horizontālu krūšu apkārtmēra mērījumu – tas atkarīgs no mērītāja profesionalitātes, spējas vienlaikus kontrolēt gan mērlentes horizontālo pozīciju attiecībā pret plantāro plakni, gan arī mērlentes apklāvumu ķermenim: to nav pieļaujams nospriegot un tādējādi radīt ietekmi uz mīkstajiem audiem. Mērījuma atbilstību ietekmē mērāmās personas rumpja sasvērums, jo, veicot mērījumus ar manuālām metodēm, ne vienmēr ir iespējams novērtēt un kontrolēt mērlentes horizontālumu (arī vertikālumu) attiecībā pret plantāro/grīdas plakni. Procedūra var tikt pārskatīta un stabilizēta, piemēram, to veicot diviem speciālistiem, iepriekš ar antropometra palīdzību fiksējot antropometriskos punktus apbus ķermenim (krūtsgali priekšā un tas pats līmenis mugurpusē), tādējādi kontrolējot mērījuma horizontālumu (4.37. att.).



4.37. att. Ilustratīvi – krūšu horizontālā somatomērījuma iegūšanas paņēmieni [221].

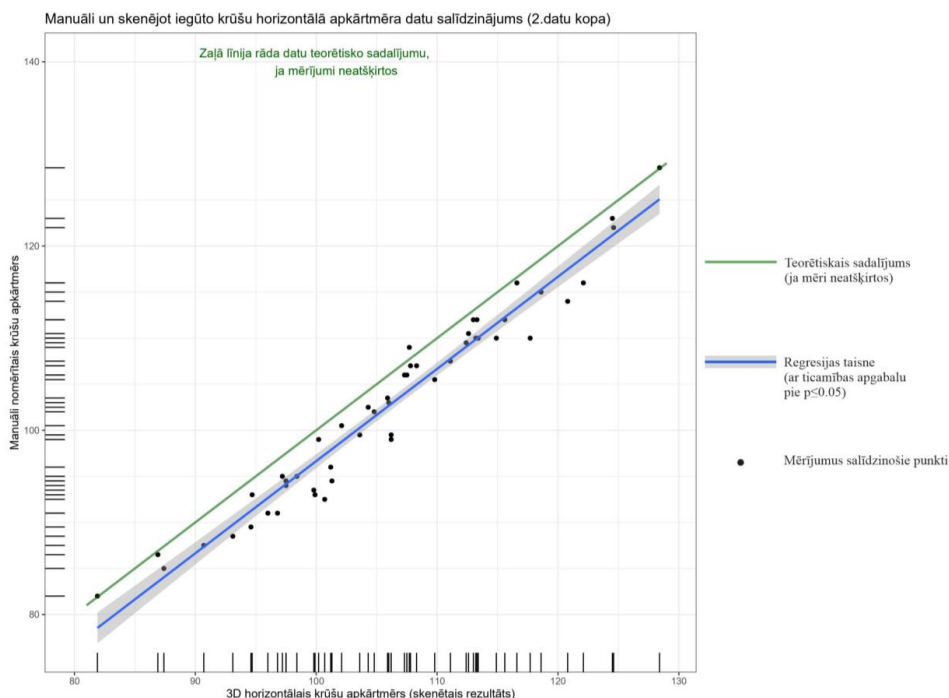
Tāpat mērījumu atbilstība ir ļoti atkarīga no mērāmās virsmas morfoloģijas, mīksto audu īpatsvara – to sadalījuma muskuļaudos un adipozajos slāņos un to novietojuma, kas ļoti atkarīgs kā no cilvēka fiziskās sagatavotības, tā vispārīgās komplekcijas un ontoģenēzes.

Tā kā līdz šim pieejamās datu bāzes veidotas no manuālajiem mērījumiem, un, attiecīgi, arī aprēķingrafiskās konstruēšanas metodes balstītas tieši šādos mērījumos, tad svarīgi noteikt bezkontakta metodē iegūto mērījumu atbilstību un lietojamību īpašuzdevumu apgērba izstrādē. Pētījuma gaitā manuāli un ar bezkontakta metodi (3D skenēšanu) iegūti krūšu horizontālā apkārtmēra dati divām iztvērumkopām:

1. 42 sieviešu kopa, kuru darbošanās īpašuzdevums neprasa labu fizisko sagatavotību, turklāt šīs kopas izpētes motivācija ir liela krūšu apkārtmēra amplitūda (horizontālais krūšu apkārtmērs no 89 līdz 139 cm).
2. Aprobācijā analizētā 51 cilvēku kopa, kurā ir fiziski aktīvi cilvēki (VUGD aktīvais dienests).

Vadoties pēc standartu [98] norādījumiem somatomērījumu uzticamības un atbilstības veicināšanai, manuālos mērījumus veicis viens eksperts ar zināšanām un pieredzi antropometrijas metodēs. Manuāli iegūts t. s. “drēbnieku” mērījums, kad mērītājs, balstoties personīgajā pieredzē, iegūst krūšu horizontālā apkārtmēra mērījumu ar mērlenti bez papildu darbībām mērlentes horizontāluma kontrolei (antropometra izmantošanas, kur par pamatojumu ņemta drēbniecībā plaši piekoptā, bet antropometriski neatbilstīgā prakse visus mērījumus: gan distances, gan lokveida, iegūt ar mērlenti, antropometru kā instrumentu nemaz neizmantojot). 3D skenēšanas sistēmā iegūts krūšu horizontālais apkārtmērs, kas definēts kā apkārtmērs caur krūtsgaliem, kas mērīts paralēli stāvēšanas virsmai (plantārai plaknei). Dati iegūti ar mērķi noskaidrot to atšķirību likumsakarības.

4.38. attēlā apkopotas mērījumu atšķirības vidēji un labi trenētu cilvēku kopai, 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.

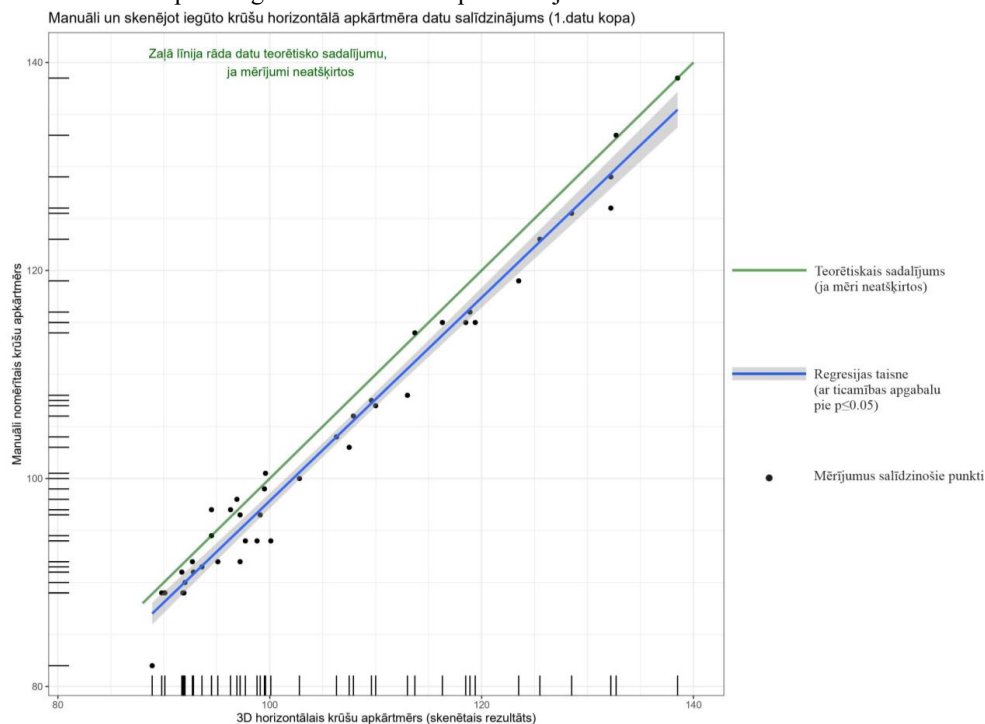


4.38. att. Bezkontakta (3D) un manuālo (drēbniecības) somatomēru salīdzinājums – 2.kopa [R [216]].

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 apgērba konstrukciju izstrādāt aptuvenu un pēc tam to pielāgot indivīda somatotipatnībām. 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 un lietojamas citu somatoparametru iegūšanai regresīvi. 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. Šāds secinājums pierāda to, ka ar mērlenti iegūt atbilstošu (nosacīti precīzu) mērījumu ir teju neiespējami rumpja krūšu virsmas un muguras platā un trapecveida muskuļu morfoloģijas dēļ. Līdz ar to mērījumu atšķirības pieskaitāmas pie mērījumu kļūdām, kad somatomērījuma manuālas iegūšanas laikā, piemēram, noslīdējusi mērlente vai nav atbilstoši nolasīta/protokolēta vērtība. Gadījumi, kad manuāli iegūtais mērījums ir bijis lielāks par 3D sistēmā iegūto uzskatāmi par cita rakstura mērījumu kļūdu – visticamāk ādas virsmas mitruma un tangenciālās pretestības dēļ. Nav saskatāma mērījuma atšķirību tendence un/vai korelācija atbilstoši tā kardinalitātei un arī ne dzimumpiederībai. Secināms, ka vienīgais ietekmējošais faktors ir tieši audu 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 iztvērumkopā iegūtu starpību amplitūda ir 8,1 cm. Īpašuzdevumu uniformas virselaidei VUGD tiek lietoti 15 cm, savukārt NBS uniformām – 28 cm. Līdz ar to viss mērījumu starpību apgabals ietilpst indifferences intervālā. Tādējādi var apgalvot, ka skenētais – bezkontakta iegūtais mērījums un tā vērtība uzskatāma par atbilstīgu tālākai lietošanai uniformu lielumatbilstības nodrošināšanā.

Turklāt, ņemot vērā, ka pētījums balstīts nelielā vingru cilvēku iztvērumkopā, dati pēc tās pašas metodes pārbaudīti citā kopā (4.39. att.). Par pamatu ņemot nejašu izlasi – sieviešu grupu ar dažādiem parametriem, tomēr ar tendenci uz paaugstinātu adipozo audu saturu ķermenī (pretstatā iepriekšējai kopai, kuras pārstāvji ir dažādu dzimumu fiziski aktīvi un/vai trenēti). Datu iegūšana notika tādā pašā metodē kā iepriekš. Taču, jau veicot manuālo apmērīšanu, tika secināts, ka ļoti liela krūšapjoma (iztvērumkopas krūšu horizontālā mērījuma minimālā vērtība ir 86 cm, maksimālā – 137 cm) pārstāvjus ir grūti apmērīt pat antropometriski pareizā metodē. Turklāt tas rada psiholoģisko diskomfortu apmērējamajam.



4.39. att. Manuālo un bezkontakta somatomēru salīdzinājums – 1.kopa [R [216]].

Tādējādi izskaidrojama daudz lielāka atšķirību variācija (arī negatīvajā apgabalā). Līdz ar to iepriekšējam secinājumam tiek pievienots secinājums, ka sarežģītu (tai skaitā lielapjoma) indivīdu mērījumi veicami bezkontakta metodē ne tikai precīzāk, bet arī neietekmējot cilvēka psiholoģisko labsajūtu un psihosomatisko reakciju.

Ceturtās nodaļas kopsavilkums un secinājumi

Ceturtajā nodaļā promocijas darbā izklāstīta piedāvātās apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes aprobācija. Metodes pamatojumam darbā ietverts validējošs eksperiments, tās efektivitātes pārbaudei realizējot vērtēšanas procedūru reāliem īpašuzdevuma apģērbiem, piesaistot valkātāju iztvērumkopu un konkrētajā sektorā kompetentas kontaktpersonas.

Galvenie ceturtais nodaļas **rezultāti**

- Realizēts praktisks pētījums ar metodes principu ieviešanu VUGD darbinieku dežūruniformu priekšizpētē un trūkumu analīzē, valkātāju iztvērumkopas analīzē un apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanā.
- Praktiskam metodes lietojumam īpašuzdevumu apģērba atbilstības vērtēšanā identificētas praksē balstītas problēmsituācijas un vispārīgas rīcības vadlīnijas īpašuzdevumu tehniskās dokumentācijas (specifikāciju) izstrādes un apgādes procesos.
- Izstrādes gaitā veikti pētījumi projektu ietvaros, aprobējot atsevišķas abu algoritma zaru daļas. Veikts pētījuma rezultātu apkopojums.
- 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, integrējot iepriekšējos rezultātus sasniedzamajā rezultātā. Tomēr vērojama uzmanība uz katras atsevišķās mērķauditorijas sagatavošanu pētījumam – nepieciešamas instrukcijas par katra soļa nozīmi mērķtiecīgai apģērba antropometriskās lielumatbilstības novērtēšanai, izslēdzot tādus aspektus kā personīgās varēšanas (dižošanās un spēka) pierādīšana, instrukciju neizpildīšana (jo nav saprotams to mērķis) u. tml.
- Aprakstīti izstrādes gaitā tapušo pētījumu novērojumi par manuālu un bezkontakta somatomērījumu atšķirībām, atainojot tradicionālo un tehnoloģisko pieeju rezultātu atšķirību ietekmes uz gala produktu lielumatbilstības rādītājiem.

Ceturtās nodaļas **secinājumi**

- Kopumā iegūtie valkātāju viedokļi ļauj novērtēt esošo uniformu trūkumus un identificēt nepieciešamus sistemātiskus antropometriskos novērojumus. Arī praktiskās aprobācijas rezultātā secināts, ka nepastāv sistemātiska pieeja apģērba 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.
- Apģērba 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 samērā maz lietoto 3D bezkontakta antropometrisko metodi, ieviešot datubāzes un izmēru sistematizāciju katram dienestam, kas lieto īpašuzdevumu apģērbus un IAL.

- Algoritma atkārtojamība un adaptējamība veicina tā variāciju izmantošanu dažāda sortimenta apģērba vērtēšanā.
- Izstrādātie principi pie apkopojošas atveidošanas informatīvos plakātos var veicināt lietotāju (valkātāji, apgādes dienesti) spēju apģērba atbilstības vērtēšanas metodi lietot ikdienišķos darba apstākļos.

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 atziņās balstīta apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas metodes algoritma koncepcija.
- Eksperimentāli pārbaudīts un aprobēts izstrādātās metodes darbības algoritms – novērtēta VUGD darbinieku dežūruniformu atbilstība gala valkātājiem, piesaistot noteiktu valkātāju iztvērumkopu, kompetentas kontaktpersonas un apgādes dienestu amatpersonas.

Pētījuma gaitā identificētas **problēmas** apģērba projektēšanas un izplatīšanas procesos, kas skar mērķgrupām lielumatbilstīga un ergonomiski atbilstoša īpašuzdevuma apģērba nodrošināšanu.

- Nozarē (ar nozari saprotot gan lietotājus, gan ražotājus) ir izpratnes trūkums par apģērba antropometrisko lielumatbilstību – tā izmēra un formas atbilstības parametriem, novērtēšanu un nodrošināšanu cilvēka ķermeņa augumlielumam un formai.
- 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 izstrādnēm 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.
- Apģērba projektēšanā tiek lietoti sen izstrādāti lekālu komplekti bez izpratnes par antropometrisku parametru lietojumu, nav skaidra virslaižu sistēma un tās ietekme uz apģērba lielumatbilstību, tādējādi atvasinātie lekāli manto iepriekšējās problēmas

- 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.
- Nav pieejama apkopota informācija par valkātāju nepieciešamībām un prasībām apģērbam konkrētos sektoros.
- Kopumā novērojams sinerģijas trūkums starp valkātāju, pasūtītāju (organizāciju) 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. Strukturētā informācija par vērtēšanas procesa elementiem un lēmumu pieņemšanas principiem paaugstina apgādes dienestu un pašu valkātāju informācijpratību par apģērba atbilstības parametriem, vērtēšanu un atbilstoša apģērba apgādi. 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. Sast. Baldunčiks, J., Pokrotniece, K. *Svešvārdu vārdnīca*. Rīga: Jumava, 1999 un 2007. 879 lpp. un 931 lpp. ISBN 9984052664 un ISBN 9789984383323.
2. 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.
3. Vinķele, R. *Medicīnas svešvārdu vārdnīca*. Rīga: Avots, 2007. 960 lpp.
4. Kavacs, G. *Populārā dabas enciklopēdija*. Rīga: Jumava, 2007. 573 lpp. ISBN 9789984382715.
5. *Mūsdienu latviešu valodas vārdnīca* [tiešsaiste]. Red. Zuicena I. LU Latviešu valodas institūts. [skatīts 2020. g. 10. apr.]. Pieejams: <http://www.tezaurs.lv/mlvv/>.
6. Guļevska, D. *Zinātnes un tehnoloģijas vārdnīca*. Rīga: Norden AB, 2001. 754 lpp. ISBN 9789984938356.
7. *LZA TK ITTEA terminu datubāze* [tiešsaiste]. Tilde, 2021 [skatīts 2020. g. 14. apr.]. Pieejams: <https://termini.gov.lv/>.
8. Red. Breslavs, G. *Psiholoģijas vārdnīca*. Rīga: Mācību grāmata, 1999. 157 lpp. ISBN 9789984182421.
9. Rudzītis, K. *Terminologia medica in duobus voluminibus* („Latīņu-krievu-latviešu medicīnas terminu vārdnīca divos sējumos”). Rīga: Liesma, 2003.–2005. gada pārstrādāts un papildināts izdevums. 1039 lpp.
10. Briška, I., Pavlovskā, A. *Lielā enciklopēdiskā vārdnīca*. Latvija: Jumava, SIA “J. L. V.”, 1993. 1147 lpp. ISBN 9789984056944.
11. *IATE, European Union terminology, European Union* [tiešsaiste]. [skatīts 2020. g. 18. apr.]. Pieejams: <https://iate.europa.eu/search/standard/result/1599832212840/1>.
12. *Populārā medicīnas enciklopēdija* [tiešsaiste]. MEDICINE.LV © SIA “Latvijas Tālrunis”, 2020 [skatīts 2020. g. 6. jūn.]. Pieejams: <https://medicine.lv/pme>.
13. Eglīte, K. *Anatomija. I daļa. Skelets un muskuļi*. Mācību līdzeklis bioloģijas, pedagoģijas, optometrijas, farmācijas un citās nemedicīnas studiju programmās. LU Akadēmiskais, 2010. 128 lpp.
14. Red. Vilks, A. *Enciklopēdiskā vārdnīca 2 sējums* [digitalizēta 2010. gadā]. Rīga: Latvijas enciklopēdiju redakcija, 1991. 447 lpp. ISBN 9785899600210.
15. Krieviņš, I. *Drēbnieciskais ieskats antropoloģijā, plastiskajā anatomijā un antropometrijā*. Rīga: RTU, 2010. 47 lpp.
16. *Vingrošanas vārdnīca* [tiešsaiste]. Red. Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmija, 2004 [skatīts 2020. g. 11. apr.]. Termini pieejami: <https://termini.gov.lv/>.
17. Ред. Коблякова, Е. Б. *Конструирование одежды с элементами САПР*. Учебное пособие. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Легпромбытиздат, 1988. 462 с.
18. *Merriam-Webster.com Dictionary* [tiešsaiste]. Merriam-Webster [skatīts 2020. g. 28. apr.]. Pieejams: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/homo%20mensura>.
19. 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.
20. 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.
 21. Watkins, S.M., Dunne, L.E. *Functional Clothing Design: From Sportswear to Spacesuits*. 1st Edition. Fairchild Books, 2015. 448 p. ISBN 9780857854674.
 22. Ed. McLoughlin, J., Sabir, T. *High-Performance Apparel*. 1st Edition. Woodhead Publishing, 2017. 504 p. ISBN 978-0081009048, <https://doi.org/10.1016/C2015-0-01391-0>.
 23. Zöller, Susan. *Mapping Individual Subjective Values to Product Design: An Attitudes-Based Approach for User Centered Design*. Doctoral Thesis. Erlangen: FAU University Press, 2019. 273 p.
 24. Scataglini, S., Danckaers, F., Huysmans, T., Sijbers, J., Andreoni G. Chapter 53, Design smart clothing using digital human models. In: Scataglini, S., Paul G., eds. *DHM and Posturography*. Academic Press, 2019, pp. 683-698. Available: doi: <https://doi.org>.
 25. Das, A., Alagirusamy, R. *Science in Clothing Comfort*. 1st Edition. India: Woodhead Publishing PVT. Ltd., 2010. 250 p. ISBN 978-1845697891.
 26. Duļevska, I., Umbraško, S. *Praktiskā antropoloģija*. Rīga: Rīgas Stradiņa universitāte, 2019. 150 lpp. ISBN 978-9934-563-17-1.
 27. *World Health Organization (WHO)* [tiešsaiste]. [skatīts 2020. g. 1. jūn.]. Pieejams: <https://www.who.int/>.
 28. *A new textiles economy: Redesigning fashion's future* [tiešsaiste]. Ellen MacArthur Foundation, 2017 [skatīts 2020. g. 6. jūn.]. Pieejams: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>.
 29. Eds. Gupta, D., Zakaria, N. *Anthropometry, Apparel Sizing and Design*. 1st Edition. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd, 2014. 368 p. ISBN 978-0857096814.
 30. Kamalha, E., Zeng, Y., Mwasiagi, J.I., Kyatuheire, S. The Comfort Dimension: A Review of Perception in Clothing. *Journal of Sensory Studies*. 2013, Volume 28, Issue 6. Available from: doi: 10.1111/joss.12070.
 31. 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.
 32. Bontoux, L., Boucher P. and Scapolo, F., Textiles and Clothing Manufacturing: Vision for 2025 and Actions Needed, EUR 28634 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-69301-4, doi:10.2760/279200, JRC106917.
 33. 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.
 34. 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.

35. LaBat K. L., Ryan, K.S. *Human Body: A Wearable Product Designer's Guide*. 1st Edition. CRC Press, 2019. 692 lpp. ISBN 978-1498755719.
36. Gupta, D. Design and engineering of functional clothing. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*. 2011, Vol. 36, pp. 327–335.
37. 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.
38. Саидова, Шоира Абдулатифовна. *Разработка метода проектирования эргономичной одежды с использованием трехмерного сканирования*. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н.Косыгина». 233 с.
39. Gupta, D. Functional clothing— Definition and classification. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2011, Vol. 36, pp. 321-326.
40. Pheasant, S., Haslegrave, C.M. *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*, Third Edition. 3rd Edition. CRC Press, 2005. 352 p. ISBN 978-0415285209.
41. *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)* [tiešsaiste]. [skatīts 2021. g. 13. febr.]. Pieejams: <https://www.isak.global/>.
42. 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.
43. 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.
44. Ed. MacLaren, Doyle, R. *The Art of the Tailor: With a Needle, a Thimble and 10,000 Stitches*. Limited edition. Sartorial Press Publications, 2005. 518 p. ISBN 9780968303924.
45. Montagna G., Carvalho C. WearAbility. In: Eds. Di Bucchianico G., Kercher P. *Advances in Design for Inclusion. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol 500. Springer, Cham, 2016. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6_22.
46. Osborne, D.J. *Ergonomics at work*. 2nd Edition. UK: Wiley, 1987. 404 p. ISBN 9780471909422.
47. 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.
48. 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>.
49. Dāboliņa, Inga. *Antropometriskie mērījumi apģērbu trīsdimensiju projektēšanai*. Promocijas darbs. Rīga: RTU, 2010. 132 lpp.
50. 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>.

51. 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>.
52. 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>.
53. 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>.
54. 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>.
55. Krieviņš, I. Apģērbu antropometriskā parametrizācija. 1. daļa: Vadmēri, lielumatbilstības intervāli un skalas. *Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija*. Nr.2, 2007, 72.-81.lpp. ISSN 1691-3132.
56. Krieviņš, I. Apģērbu antropometriskā parametrizācija. 2. daļa: Optimālais tipfigūru skaits, lielumizmēri, augumlielumu marķējuma lielumatbilstības pārbaudāmība. *Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija*. Nr.2, 2007, 82.-90.lpp. ISSN 1691-3132.
57. Winks, J. M. *Clothing Sizes: International Standardization*. UK: Manchester Textile institute, 1997. 68 p.
58. Sheldon, W.H. The somatotype, the morphophenotype and the morphogenotype. In: *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*. 1950, Vol. 15., pp. 373–382. Available: doi: 10.1101/sqb.1950.015.01.035.
59. Коблякова, Е.Б. Учет осанки при конструировании одежды. Сообщ. 1. Осанка и размерные стандарты. В: *Изв. вузов. Технология легкой промышленности*. №4. 1970, с. 81-84.
60. Ковальчик, Р. *Конструирование женской одежды*. Перевела с польского М. Л. Новикова. Минск: ОДО “Топник”, 2004. 306 с. ISBN 985-6673-71-2.
61. Янчевская, Е.А. *Конструирование одежды*. Учебник - Высшее профессиональное образование. 2-е изд. Москва: Академия, 2010. 384 с. ISBN 5-7695-2036-1.
62. Ohlendorf, D., Gerez, A., Porsch, L., Holzgreve, F., Maltry, L., Ackermann, H., Groneberg, D.A. Standard reference values of the upper body posture in healthy male adults aged between 41 and 50 years in Germany. *Scientific Reports*. 2020, Vol. 10:3823. Available from: doi.org/10.1038/s41598-020-60813-w.
63. Пищинская, Ольга Владимировна. *Автоматизация проектирования одежды с учетом осанки фигур с использованием трехмерных компьютерных технологий*. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Омск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. 141 с.
64. 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.

65. Козлова, Татьяна Евгеньевна. *Совершенствование конструктивно-композиционных решений одежды в зависимости от особенностей телосложения человека*. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва: РГБ, 2005. 235 с.
66. 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. Rēzekne: Rēzekne Academy of Technologies, 2017, 41.-46. lpp. ISSN 1691-5402. Pieejams: doi:10.17770/etr2017vol3.2519.
67. Dāboliņa, I., Lapkovska, E. 3d Digital Anthropometry in Case of Fit and Ergonomics of Army Uniform. No: *Proceedings of 3DBODY.TECH 2018 - 9th Int. Conf. and Exh. on 3D Body Scanning and Processing Technologies*, Šveice, Lugano, 16.-17. oktobris. 2018, pp.
68. *World Health Organization. Obesity* [tiešsaiste]. WHO, 2020 [skatīts 2020. g. 24. sept.]. Pieejams: <https://www.who.int/topics/obesity/en/>.
69. Liu, F., Fan, J., Lau, L. Perceived body size affected by garment and Body Mass Index. *Perceptual and Motor Skills*. 2006, 103 (1), pp. 253-264. Available from: doi.org/10.2466/PMS.103.1.253-264.
70. Boorady, L.M. Overweight and obese consumers: shape and sizing to design apparel that fits this specific market. In: Ed. Faust, M-E., Carrier, S. *Designing Apparel for Consumers. The Impact of Body Shape and Size*. Woodhead Publishing, 2014, pp. 153-168. Available from: doi.org/10.1533/9781782422150.2.153.
71. Lanka, J. *Cilvēka kustību balsta sistēmas biomehānika: muskuļu morfoloģija un mehāniskās īpašības* [tiešsaiste]. Yumpu.com, 2020 [skatīts 2020. g. 5. jūl.]. Pieejams: <https://www.yumpu.com/xx/document/view/50805909/cilveka-kustibu-balsta-sistemas-biomehanika-muskulu-morfologija->
72. Walker, R., Parker, S. *The Human Body Book: An Illustrated Guide to its Structure, Function, and Disorders*. 1st Edition. Dānija: Annotated edition, 2019. 288 p. ISBN-13: 978-1465480293.
73. Agache, P. Dermatomes. In: Ed. Humbert, P., Fanian, F., Maibach, H.I., Agache, P. *Agache's Measuring the Skin*. Switzerland: Springer, Cham, 2017, pp. 1569-1571. Available form: doi.org/10.1007/978-3-319-32383-1_153.
74. Ed. Song, G. *Improving comfort in clothing*. 1st Edition, Woodhead Publishing Series in Textiles, Number 106. England: Woodhead Publishing, 2011. 496 p. ISBN 9781845695392.
75. Lapkovska, Eva. *Dinamiskā antropometrija apģērbu projektēšanā*. Maģistra darbs. Rīga: RTU, 2016. 121 lpp.
76. 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>.
77. Jolly, K., Krzywinski, S., Rao, P. and Gupta, D. Kinematic modeling of a motorcycle rider for design of functional clothing. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 2019, Vol. 31, No. 6, pp. 856-873. Available from: doi.org/10.1108/IJCST-02-2019-0020.

78. Шершнева, Л. П., Пирязева, Т.В., Ларькина, Л.В. *Основы прикладной антропологии и биомеханики*. Москва: Издательский Дом ФОРУМ, 2018. 160 с. ISBN 978581990472-5.
79. Куршакова, Ю. С. *Размерная типология населения стран-членов СЭВ*. Москва: “Легкая индустрия”, 1974. 440 с.
80. 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/>.
81. Le Pechoux, B., Ghosh, T. K. *Apparel Sizing and Fit (Textile Progress)*. Volume 32/1. The Textile Institute, 2002. 60 p. ISBN 9781870372503.
82. 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.
83. Eds. Zakaria, N., Gupta, D. *Anthropometry, Apparel Sizing and Design*. 2nd Edition. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd, 2019. 444 p. ISBN 978-008102604.
84. Медведева, Т.В., Коблякова, Е. Б. *Пути совершенствования процесса и методов проектирования одежды на фигуры различного телосложения*. №4. Россия, Москва: Швейная промышленность, 1982.
85. Амирова, Э.К., Сакулина, О.В. *Изготовление специальной и спортивной одежды*. Москва: Легпромбытиздат, 1985. 256 с.
86. Petrak, S., Naglic, M.M. Dynamic Anthropometry – Defining Protocols for Automatic Body Measurement. *Tekstilec*. 2017, 60(4), 254-262. Available from: doi: 10.14502/Tekstilec2017.60.254-262.
87. 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.
88. Eds. Song, G., Wang, F. *Firefighters' Clothing and Equipment. Performance, Protection, and Comfort*. CRC Press, 2020. 372 p. ISBN 9780367570682.
89. Wang, Yongjin. *Pattern engineering for functional design of tight-fit running wear*. Promocijas darbs. Hong Kong Polytechnic University, 2011. 387 lpp.
90. Kroemer, K. H. E., Kroemer, H. J., Kroemer-Elbert, K. E. *Engineering Physiology. Bases of Human Factors Engineering/ Ergonomics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. 338 p. Available from: doi: 10.1007/978-3-642-12883-7.
91. Мачинская, Юлия Викторовна. *Проектирование и оценка конструктивных параметров изделий в эргономическом дизайне специальной одежды*. Promocijas darbs. Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, 2009, 189 с.

92. Keegan, J.J., Garrett, F.D. The segmental distribution of the cutaneous nerves in the limbs of man. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*. 1948, Volume 102, Issue 4, pp. 409-437. Available from: doi: doi.org/10.1.
93. Choi, J., Hong, K. 3D skin length deformation of lower body during knee joint flexion for the practical application of functional sportswear. *Applied Ergonomics*. 2015, Volume 48, pp. 186-201. Available from: doi: doi.org/10.1016/j.apergo.2014.11.016.
94. Kirk, Wm., Ibrahim, S.M. Fundamental Relationship of Fabric Extensibility to Anthropometric Requirements and Garment Performance. *Textile Research Journal*. 1966, Volume 36, Issue 1, pp. 37-47. Available from: doi: doi:10.1177/004051756603600105.
95. 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.
96. Brown, P., Rice, J. *Ready-To-Wear Apparel Analysis*. 3rd edition. USA: New Jersey, Prentice Hall, 2001. 384 p. ISBN 9780130254344.
97. O'Brien, R., Shelton, W.C. *Women's Measurements for Garment and Pattern Construction*. Volume 454. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agriculture, 1941, 73 p.
98. European Standard. (2002). *Size designation of clothes - Part 1: Terms, definitions and body measurement procedure*. (EN Standard No. 13402-1:2002).
99. European Standard. (2002). *Size designation of clothes - Part 2: Primary and secondary dimensions*. (EN Standard No. 13402-2:2002).
100. European Standard. (2017). *Size designation of clothes - Part 3: Size labelling based on body measurements and intervals*. (EN Standard No. 13402-3:2017).
101. International Organization for Standardization. (2017). *Size designation of clothes - Tights*. (ISO Standard No. 5971:2017). <https://www.iso.org/standard/67038.html>.
102. International Organization for Standardization. (2017). *Size designation of clothes - Part 2: Primary and secondary dimension indicators*. (ISO Standard No. 8559-2:2017). <https://www.iso.org/standard/64075.html>.
103. 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.
104. 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.
105. 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>.
106. Aldrich, W. Tailors' cutting manuals and the growing provision of popular clothing 1770–1870. *Textile history*. 2000, Vol.31, Issue 2, pp.163–201. Available from: doi: doi.org/10.1179/004049600793710451.

107. Stott, M. Pattern cutting for clothing using CAD, How to use Lectra Modaris pattern cutting software. *Textiles Book 137*. 1st Edition. Woodhead Publishing, 2012. 179 p. ISBN 9780857092311.
108. Douty, H.I. Objective figure analysis. *Journal of Home Economics*. 1954, Vol 46(1), pp. 24-26.
109. Douty, H.I. "Visual somatometry" in health related research. *Journal of Alabama Academy of Sciences*. 1968, Vol 39, 21-34 p.
110. Douty, H.I., Ziegler, J.E. An engineered method for fitting garments to problem figures. In: *ACPTC National Meeting Proceedings*. 1980, pp. 58-59.
111. Farrell-Beck, J.A., Pouliot, C.J. Pants alterations by graphic somatometry techniques. *Home Economics Research Journal*. 1983, Volume 12, Issue 1, pp. 95-105. Available from: doi: doi.org/10.1177/1077727X8301200112.
112. Gazzuolo, E., DeLong, M., Lohr, S., LaBat, K., Bye, E. Predicting garment pattern dimensions from photographic and anthropometric data. *Applied Ergonomics*. 1992, Volume 23, Issue 3, pp. 161-171. Available from: doi: doi.org/10.1016/0003-6870(92)90219-L.
113. Winakor, G., Beck, M.S., Park, S.H. Using geometric models to develop a pattern for the lower bodice. *Clothing and textiles research journal*. 1990, Volume 8, Issue 2, pp. 49-55.
114. Heisey, F., Brown, P., Johnson, R.F. Three-Dimensional Pattern Drafting: Part I: Projection. *Textile Research Journal*. 1990, Vol 60, Issue 11, pp. 690-696. Available from: doi: doi.org/10.1177/004051759006001110.
115. Efrat, S. *The Development of Method for Generating Patterns for Garments that conform to the Shape of the Human Body*. Promocijas darbs. School of Textile and Knitwear Technology Leicester Polytechnic, 1982. 258 p.
116. 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.
117. International Organization for Standardization. (1996). *Textiles — Determination of thickness of textiles and textile products*. (ISO Standard No. 5084:1996). <https://www.iso.org/standard/23348.html>.
118. International Organization for Standardization. (2013). *Textiles — Tensile properties of fabrics — Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method*. (ISO Standard No. 13934-1:2013). <https://www.iso.org/standard/60676.html>.
119. International Organization for Standardization. (2000). *Textiles — Tear properties of fabrics — Part 2: Determination of tear force of trouser-shaped test specimens (Single tear method)*. (ISO Standard No. 13937-2:2000). <https://www.iso.org/standard/23370.html>.
120. International Organization for Standardization. (2016). *Textiles — Determination of the abrasion resistance of fabrics by the Martindale method — Part 2: Determination of*

- specimen breakdown. (ISO Standard No. 12947-2:2016). <https://www.iso.org/standard/61058.html>.
121. International Organization for Standardization. (2012). *Textile fabrics — Determination of resistance to surface wetting (spray test)*. (ISO Standard No. 4920:2012). <https://www.iso.org/standard/50706.html>.
 122. International Organization for Standardization. (2012). *Textiles — Domestic washing and drying procedures for textile testing*. (ISO Standard No. 6330:2012). <https://www.iso.org/standard/43044.html>.
 123. International Organization for Standardization. (2007). *Textiles — Determination of dimensional change in washing and drying*. (ISO Standard No. 5077:2007). <https://www.iso.org/standard/41877.html>.
 124. International Organization for Standardization. (1995). *Textiles — Determination of the permeability of fabrics to air*. (ISO Standard No. 9237:1995). <https://www.iso.org/standard/16869.html>.
 125. International Organization for Standardization. (2014). *Textiles — Physiological effects — Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test)*. (ISO Standard No. 11092:2014). <https://www.iso.org/standard/65962.html>.
 126. International Organization for Standardization. (2010). *Textiles — Tests for colour fastness — Part C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering*. (ISO Standard No. 105-C06:2010). <https://www.iso.org/standard/51276.html>.
 127. International Organization for Standardization. (1994). *Textiles — Tests for colour fastness — Part X05: Colour fastness to organic solvents*. (ISO Standard No. 105-X05:1994). <https://www.iso.org/standard/21298.html>.
 128. International Organization for Standardization. (2016). *Textiles — Tests for colour fastness — Part X12: Colour fastness to rubbing*. (ISO Standard No. 105-X12:2016). <https://www.iso.org/standard/65207.html>.
 129. International Organization for Standardization. (2013). *Textiles — Tests for colour fastness — Part E04: Colour fastness to perspiration*. (ISO Standard No. 105-E04:2013). <https://www.iso.org/standard/57973.html>.
 130. 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.
 131. Geršak, J. A system for prediction of fabric appearance. *Textile Asia*. 2002, Vol. 33 (4), pp. 31-34.
 132. Euratex Technical Clothing Group, “Recommendations concerning characteristics and faults in fabrics to be used for clothing,” Euratex TCG Recommendations, Proposal March 2006.
 133. Beazley, A., Bond, T. *Computer-Aided Pattern Design and Product Development*. 1st Edition. England: Wiley-Blackwell, 2003. 234 p., ISBN-13: 978-1405102834.
 134. Optitex [tiešsaiste]. Optitex, 1988-2020©, [skatīts 2020. g. 3. febr.]. Pieejams: <https://optitex.com/>.

135. Assyst [tiešsaiste]. Assyst GmbH©, [skatīts 2020. g. 3. febr.]. Pieejams: <https://www.assyst.de/>.
136. Lectra [tiešsaiste]. Lectra©, [skatīts 2020. g. 6. febr.]. Pieejams: <https://www.lectra.com/en>.
137. Gerbertechnology [tiešsaiste]. Gerber Technology LLC©, 2020 [skatīts 2020. g. 6. febr.]. Pieejams: <https://gerbertechnology.com/>.
138. Grafis [tiešsaiste]. GRAFIS©, 2020 [skatīts 2020. g. 15. febr.]. Pieejams: <https://www.grafis.com/home-en>.
139. clo3d [tiešsaiste]. CLO Virtual Fashion LLC©, 2020 [skatīts 2020. g. 15. febr.]. Pieejams: <https://www.clo3d.com/>.
140. Browzwear [tiešsaiste]. Browzwear Solutions Pte Ltd©, 2020 [skatīts 2020. g. 17. febr.]. Pieejams: <https://browzwear.com/>.
141. StyleCAD [tiešsaiste]. SoftFashion, Inc.©, 2020 [skatīts 2020. g. 25. febr.]. Pieejams: <https://www.stylecad.com/>.
142. Marvelous designer [tiešsaiste]. CLO Virtual Fashion Inc.©, 2020 [skatīts 2020. g. 15. febr.]. Pieejams: <https://marvelousdesigner.com/>.
143. [TC]² [tiešsaiste]. [TC]² Labs©, 2020 [skatīts 2020. g. 15. febr.]. Pieejams: <https://www.tc2.com/>.
144. CadModellingfit [tiešsaiste]. CadModellingfit©, 2020 [skatīts 2020. g. 22. febr.]. Pieejams: <https://www.cadmodellingfit.com/en>.
145. Avalution [tiešsaiste]. Avalution GmbH, 2020 [skatīts 2020. g. 8. janv.]. Pieejams: <https://www.avalution.net/en/fashion/3d-body-scanner/index.html>.
146. International Organization for Standardization. (2016). *Clothing - Digital fittings - Vocabulary and terminology used for the virtual garment*. (ISO Standard No. 18163:2016). <https://www.iso.org/standard/61644.html>.
147. International Organization for Standardization. (2016). *Clothing - Digital fittings - Attributes of virtual garments*. (ISO Standard No. 18831:2016). <https://www.iso.org/standard/63516.html>.
148. International Organization for Standardization. (2016). *Clothing - Digital fittings - Part 1: Vocabulary and terminology used for the virtual human body*. (ISO Standard No. 18825-1:2016). <https://www.iso.org/standard/61643.html>.
149. International Organization for Standardization. (2016). *Clothing - Digital fittings - Part 2: Vocabulary and terminology used for attributes of the virtual human body*. (ISO Standard No. 18825-2:2016). <https://www.iso.org/standard/63494.html>.
150. [TC]² -19M [tiešsaiste]. [TC]² Labs©, 2020 [skatīts 2020. g. 15. febr.]. Pieejams: <https://www.tc2.com/tc2-19m-3d-body-scanner.html>.
151. Sizestream [tiešsaiste]. SIZE STREAM©, 2020 [skatīts 2020. g. 19. febr.]. Pieejams: <https://www.sizestream.com/>.
152. D'Apuzzo, N. 3D body scanning technology for fashion and apparel industry. In: *Videometrics IX, Proc. of SPIE-IS&T Electronic Imaging, USA, San Jose (CA)*. SPIE Vol. 6491. 2007. Pieejams: 10.1117/12.703785.

153. *SAE international* [tiešsaiste]. SAE International©, 2020 [skatīts 2020. g. 19. febr.]. Pieejams: <https://www.sae.org/>.
154. *SizeUK* [tiešsaiste]. Sizemic©, 2020 [skatīts 2020. g. 23. febr.]. Pieejams: <http://www.size.org/>.
155. *SizeUSA* [tiešsaiste]. TC2 Labs LLC©, 2020 [skatīts 2020. g. 23. febr.]. Pieejams: <https://www.scan2fit.com/sizeusa/index.php>.
156. *iSize* [tiešsaiste]. iSize©, 2020 [skatīts 2020. g. 23. febr.]. Pieejams: <https://portal.i-size.net/SizeWeb/pages/home.seam>.
157. *HQL* [tiešsaiste]. iSize©, HQL, 1999-2017 [skatīts 2020. g. 25. febr.]. Pieejams: <https://www.hql.jp/>.
158. *University of South Australia* [tiešsaiste]. University of South Australia© [skatīts 2020. g. 25. febr.]. Pieejams: <https://www.unisa.edu.au/>.
159. *SMPL* [tiešsaiste]. Max-Planck-Gesellschaft© [skatīts 2020. g. 26. febr.]. Pieejams: <https://smpl.is.tue.mpg.de/en>.
160. Hinds, B.K., McCartney, J. Computer-aided garment design using three-dimensional body models. In: Ed. Fairhurst, C. *Advances in apparel production*. England: Woodhead Publishing, 2008, pp. 117-139. ISBN 9781845692957. Available from: doi: 10.1533/9781845694463.1.73.
161. 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.
162. Power, J. Fabric objective measurements for commercial 3D virtual garment simulation. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 2013, Vol. 25 (6), pp.423-439. Available from: doi:10.1108/IJCST-12-2012-0080.
163. *Akadēmiskā terminu datubāze* [tiešsaiste]. *Latvijas Zinātņu akadēmija, 2005–2020*© [skatīts 2020. g. 5. marts]. Pieejams: <http://digitalis.lv/term.php>.
164. 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.
165. LaBat, Karen Louise Lilevjen. *Consumer satisfaction-dissatisfaction with the fit of ready-to-wear clothing*. Thesis/dissertation. Minnesota: University of Minnesota, 1987. 228 p.
166. Boorady, L. M., Functional clothing – Principles of fit. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2011, Vol. 36, pp. 344–347.
167. Frost, K. *Consumer's perception of fit and comfort of pants*. Unpublished master's thesis. University of Minnesota, St. Paul., 1988.
168. 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.

169. Saeidi, Elahe *Men's Jeans Fit Based on Body Shape Categorization*. Dissertation. USA: Louisiana State University LSU Digital Commons, 2018. 183 p.
170. Bye, E., LaBat, K. An analysis of apparel industry fit sessions. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. 2005, Vol. 4 (3), 5 p.
171. Li, Y., The science of clothing comfort. *Textile Progress*. 2010, Vol. 31 (1-2), pp. 1-135. Available from: doi.org/10.1080/00405160108688951.
172. Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (ES) 2016/425 par individuālajiem aizsardzības līdzekļiem un ar ko atceļ Padomes Direktīvu 89/686/EEK. 2016. gada 9. marts. 48 lpp. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/lv/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0425>.
173. De Raeve, A., Vasile, S. Adapted Performance Sportswear. In: *Proc. of 7th Int. Conf. on 3D Body Scanning Technologies, Switzerland, Lugano, 30 nov.-1 dec.* 2016, pp. 9-15. Available from: 10.15221/16.009.
174. 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.
175. European Standard. (2007). *Personal protective equipment. Ergonomic principles*. (EN Standard No. 13921:2007).
176. Indriksone, I., Ziemele, I. Komforts apģērbā. *Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija*. 2011, Nr.6, 136.-142.lpp. ISSN 1691-3132.
177. Коблякова, Е. Б. *Структурная схема показателей, определяющих уровень качества одежды*. Москва: Швейная промышленность, 1976.
178. Darba aizsardzības likums. Latvijas Vēstnesis, 105, 06.07.2001. <https://likumi.lv/ta/id/26020>.
179. 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>.
180. *Oxford Advanced Learner's Dictionary* [tiešsaiste]. Oxford University Press, 2020 [skatīts 2019. g. 15.nov.]. Pieejams: https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/fit_1.
181. 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.
182. 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.
183. 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.
184. Ed. Mital, A., Kilbom, Å., Kumar, S. *Ergonomics guidelines and problem solving*. 1st edition, Volume 1. Elsevier Science, 2000. 492 p. ISBN 9780080436432.

185. ASTM F2668-16, Standard Practice for Determining the Physiological Responses of the Wearer to Protective Clothing Ensembles, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016, www.astm.org.
186. 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.
187. 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](https://doi.org/10.1016/0169-8141(93)90024-8).
188. Саидова, Ш.А., Петросова, И.А., Андреева, Е.Г. Обзор современных методов проектирования эргономичной одежды. *Современные проблемы науки и образования*. 2014, No.4. 13 с.
189. Huck, J., Maganga, O., Kim, Y. Protective overalls: evaluation of garment design and fit. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 1997, Vol. 9 (1), pp. 45-61. Available from: doi.org/10.1108/09556229710157876.
190. Erwin, M. D., Kinchen, L. A. *Clothing for moderns*. 6th edition. United Kingdom: Macmillan Pub Co, 1979. 493 p. ISBN: 9780023342202.
191. Branson, D., Nam, J. Material properties and fit. In: Ed. Ashdown, S., *Sizing in Clothing: Science and Technology*. 1st edition. England: Woodhead, 2007, pp. 264-276.
192. Wren, P., Gill, S. Industry fit practices and the issues that impact on good garment fit. In: *Conference proceedings 100TH Textile institute world conference, UK, Manchester, November 2-4*. Vol.3. UK: 100TH Textile institute world conference, 2010, 17 p.
193. Ashdown, S.P., Loker, S., Schoenfelder, K., Lyman-Clarke, L. Using 3D Scans for Fit Analysis. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. 2004, Vol.4(1), 12 p.
194. 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.
195. Keiser, S.J., Garner, M.B. *Beyond Design: The Synergy of Apparel Product Development*. 2nd edition. New York: Fairchild Publications, 2008. 553 p.
196. Rasband, J. *Fabulous Fit: Speed Fitting and Alterations*. 2nd edition. UK: Bloomsbury Academic & Professional, 2005. 384 p. ISBN 9781563673214.
197. International Organization for Standardization. (2008). *Textiles — Test methods for nonwovens — Part 9: Determination of drapability including drape coefficient*. (ISO Standard No. 9073-9:2008). <https://www.iso.org/standard/41375.html>.
198. 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/Ijhe.2011.12.1.87.

199. 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.
200. 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.
201. Sobel, D., Kwiatkowski, J., Ryt, A., Domzal, M., Jedrasiak, K., Janik, L. and Nawrat, A. Range of Motion Measurements Using Motion Capture Data and Augmented Reality Visualisation. In: *Computer Vision and Graphics. ICCVG 2014. Lecture Notes in Computer Science, Poland, Warsaw, September 15-17*. Vol. 8671. Springer, Cham, 2014, pp. 594-601. Available from: doi.org/10.1007/978-3-319-11331-9_71.
202. 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.
203. 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.
204. Hsiao, H. Anthropometric Procedures for Protective Equipment Sizing and Design. *Human Factors*. 2013, Vol. 55(1), pp. 6-35. Available from: 10.1177/0018720812465640.
205. International Organization for Standardization. (2013). *Protective clothing – General requirements*. (ISO Standard No. 13688:2013). <https://www.iso.org/standard/51449.html>.
206. International Organization for Standardization. (2004). *Principles for selecting and using test persons for testing anthropometric aspects of industrial products and designs*. (ISO Standard No. 15537:2004). <https://www.iso.org/standard/27581.html>.
207. 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.
208. 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.
209. 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.
210. ASTM F2669-12(2018), Standard Performance Specification for Protective Clothing Worn by Operators Applying Pesticides, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org.
211. ANSI/ISEA 101, American National Standard for Limited-Use and Disposable Coveralls—Size and Labeling Requirements, 2014.
212. Eiropas Reģionālās attīstības fonda, Interreg Baltijas jūras reģiona programmas projekts “Vieds un drošs darba apģērbs” (Smart and Safe Work Wear (SWW) #R006).

213. 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.
214. *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>.
215. Red. Mārtinsone, 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>.
216. 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).
217. 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.
218. 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/10.1177/00405175155591783.
219. 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.
220. 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](https://doi.org/10.17770/etr2019vol1.4137).
221. 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](https://doi.org/10.1088/1757-899X/459/1/012076).

PIELIKUMI

VUGD atbalsta vēstule pētījumiem



Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienests

Maskavas iela 5, Rīga, LV – 1050; tālr.: 67075824; fakss: 67223542; e-pasts: vugd@vugd.gov.lv; www.vugd.gov.lv

Rīgā

14.09.2020. Nr. 22-1.22/1410

Uz _____ Nr. _____

Rīgas Tehniskās universitātes
 Materiālzinātnes nozares
 promocijas padomei
 Kaļķu iela 1, Rīga
 LV-1658

Atsauksme par apģērba antropometriskās
 lielumatbilstības un ergonomiskuma
 novērtēšanas metodi

Ar šo apliecinu, ka Evas Lapkovskas izstrādātā metode apģērba antropometriskās lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanai tika aprobēta piedaloties Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienesta (turpmāk – VUGD) pārstāvjiem. Metode atzīstama par lietderīgu un vērtējama kā teorētisko atziņu kopums, kas dod praktisku pienesumu un informācijpratību struktūrām, kuru darba veikšanai nepieciešams specializēts apģērbs.

VUGD ir Iekšlietu ministrijas padotībā esoša valsts pārvaldes iestāde, kura sastāv no centrālā aparāta, kā arī patstāvīgajām un teritoriālajām struktūrvienībām. Visas VUGD struktūrvienības ir speciālo uzdevumu apģērba mērķauditorija – atkarībā no darba uzdevuma tiek izmantotas dažādas formas tērpa priekšmetu un speciālā apģērba kombinācijas (turpmāk kopā – formas tērps). Formas tērpa sagāde notiek centralizēti, veicot iepirkumu. Līdzšinējā prakse un pieredze uzrāda problēmas visos formas tērpa sagādes posmos, radot potenciālus finansiālus zaudējumus un personāla neapmierinātību ar iegādātiem formas tērpa priekšmetiem.

Ņemot vērā darba specifiku, VUGD atbildīgajām struktūrvienībām ir nepietiekamas zināšanas pareizai apģērba lieluma un dizaina izvēlei. Tāpat sadarbība starp formas tērpa gala lietotāju, pasūtītāju un piegādātāju nav pietiekami efektīva. Praktiski izmantojamu apģērba lielumatbilstības un ergonomiskuma vērtēšanas paņēmieni kopums sekmētu iesaistīto pušu izpratni par atbilstoša apģērba parametriem, to izvērtēšanu un lēmumu pieņemšanas gaitu.

DOKUMENTS PARAKSTĪTS AR DROŠU ELEKTRONISKO PARAKSTU UN SATUR
 LAIKA ZĪMOGU

Aprobējot izstrādāto metodi, notika sistemātisks darbs: esošās formas tērpa sagādes procedūras izpēte; VUGD personāla antropometrisku datu iegūšana gan ar manuālajām, gan bezkontakta metodēm; formas tērpa lietotāju aptauja; gatavo formas tērpa priekšmetu izpēte un lielumatbilstības parametru noteikšana. Izpētes rezultāti ļauj sistemātiski konstatēt apģērba atbilstības trūkumus, pieņemt lēmumus procesu pilnveidošanai. Izstrādātie principi apkopoti informatīvos plakātos ļaus formas tērpa gala lietotājiem un pasūtītājiem ikdienišķos darba apstākļos izvērtēt apģērba atbilstību. Realizētie dežūrformas vērtēšanas kritēriji lietderīgi iepirkumu vērtēšanas gaitā. Šādi kritēriji būtu nepieciešami visiem VUGD formas tērpa priekšmetiem.

Priekšnieks

O.Āboliņš

Lisovenko 67075841
stanislavs.lisovenko@vugd.gov.lv

DOKUMENTS PARAKSTĪTS AR DROŠU ELEKTRONISKO PARAKSTU UN SATUR
LAIKA ZĪMOGU

Subjektīvā vērtējuma anketa tiešsaistes formā dežūruniformu valkājošiem VUGD darbiniekiem

VUGD dežūruniformu atbilstības vērtējums

Lūdzu aizpildīt novērtējuma anketu ar 20 jautājumiem par pašlaik ikdienas darbā valkāto dežūruniformu atbilstību Jums kā valkātājam attiecībā uz to izmēriem, valkāšanu un ērtumu kustību veikšanai.

Vērtējuma anketa ir ANONĪMA, un dati tiks analizēti kompleksi un atbilstoši GDPR (General Data Protection Regulation).

Pētījums nepieciešams promocijas darba ietvaros izstrādātas apģērbu lielumatbilstības un ergonomiskuma novērtēšanas metodes validācijai (autore Eva Lapkovska, vadītāja Dr. sc. īng. Inga Dāboliņa).

Pētījuma praktiskais ieguvums ir iespējamo darbības virzienu apzināšana uniformu projektēšanas procesa uzlabojumiem un izmēru skalu pārstrukturizācijai, kā arī gala lietotāju resursu ietaupījumu, uniformu individualizācijas un ilgmūžības nodrošinājumam.

Pateicamies par līdzdalību!

* Obligāts

1

Lūdzu norādīt dzimšanas datumu *

Lūdzu, ievadiet datumu formātā dd.MM.yyyy

2

Lūdzu norādīt dienesta pakāpi un ieņemamo amatu *

Ievadiet savu atbildi

3

Novērtējiet pašlaik valkātās dežūruniformas uzvilšanas ērtumu *

Loti viegli Viegli Neitrāli Grūti Loti grūti

Uzvilkt uniformu ir ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4

Novērtējiet pašlaik valkātās dežūruniformas izmēra atbilstību Jūsu ķermenim *

Izteikti par mazu Par mazu Atbilstoša Par lielu Izteikti par lielu

Uniforma pēc izmēra ir ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

5

Novērtējiet pašlaik valkātās dežūruniformas komplekta svaru no valkāšanas ērtuma aspekta *

Loti viegla Viegla Neitrāla Smaga Loti smaga

Uniforma pēc svara ir ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

6

Novērtējiet pašlaik valkātās dežūruniformas aizdares (pogas, rāvējslēdzēji) un regulatorus pēc to lietošanas ērtuma *

	Ļoti ērti	Ērti	Neitrāli	Neērti	Ļoti neērti
Aizdares un regulējumi ir	☐	☐	☐	☐	☐

7

Novērtējiet pašlaik valkātās dežūruniformas kopējo ciešumu/valīgumu attiecībā pret Jūsu ķermeni *

	Izteikti par ciešu	Par ciešu	Atbilstoša	Par vaļīgu	Izteikti par vaļīgu
Uniforma ir	☐	☐	☐	☐	☐

8

Novērtējiet pašlaik valkātās dežūruniformas piedurkņu un bikšu staru garumu atbilstību Jūsu ķermenim *

	Izteikti par īsu	Par īsu	Atbilstošs	Par garu	Izteikti par garu
Piedurkņu garums ir	☐	☐	☐	☐	☐
Bikšu staru garums ir	☐	☐	☐	☐	☐

9

Novērtējiet pašlaik valkātās dežūruniformas vispārēju ietekmi uz kustību izdarīšanu locītavās (plecu daļa, elkoņi, ceļgali) *

	Izteikti neierobežoti	Neierobežoti	Neitrāli	Ierobežoti	Izteikti ierobežoti
Uniforma kustības	☐	☐	☐	☐	☐

10



No 10. līdz 18. jautājumam sniedziet komentārus (pēc brīvas izvēles) par apģērba problēmzonām, kurās uniforma ierobežo kustības vai notiek citas ikdienas un darba veikšanu ietekmējošas iedarbes (neapmierinoša kabatu un citu elementu funkcionalitāte, nobērsumi, spiediens, drānu nodilums un plīsumi u.tml.).

Papildiniet ar ieteikumiem, ja tādi radušies.

1) Jakas priekšdaļa

Ievadiet savu atbildi

11

2) Jakas mugurdāja

2)

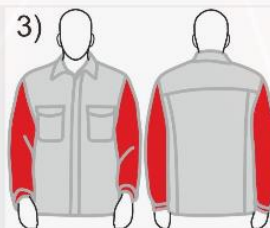


Ievadiet savu atbildi

12

3) Jakas piedurknes

3)



Ievadiet savu atbildi

13

4) Jakas kabatas

4)

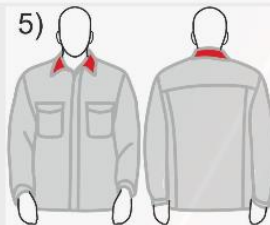


Ievadiet savu atbildi

14

5) Jakas apkakle

5)



Ievadiet savu atbildi

15

6) Bikšu priekšdaļa

6)



ievadiet savu atbildi

16

7) Bikšu mugurdaļa

7)

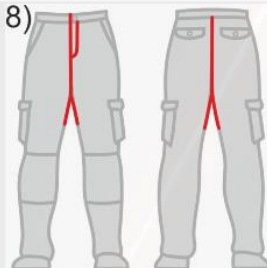


ievadiet savu atbildi

17

8) Bikšu stakles zona

8)



ievadiet savu atbildi

18

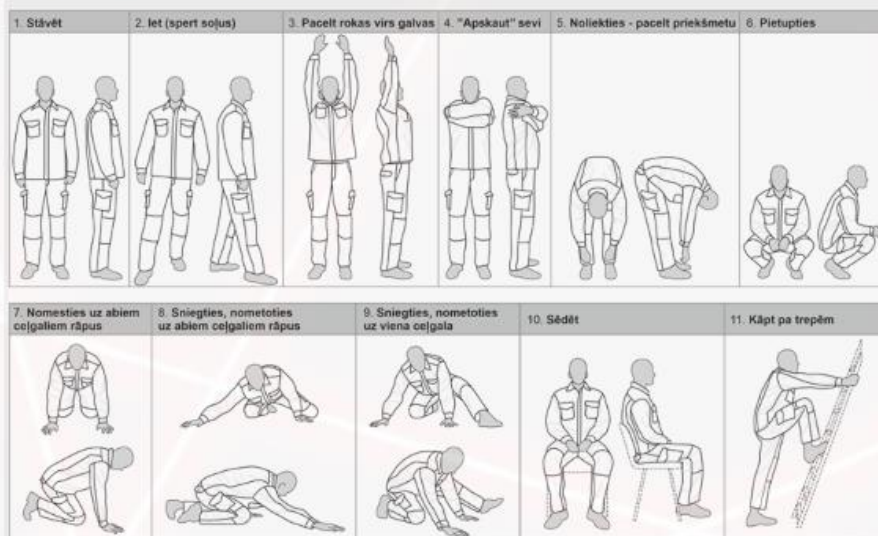
9) Bikšu kabatas

9)



ievadiet savu atbildi

Novērtējiet 5 ballu skalā kustību izdarīšanas brīvumu, valkājot dežūruniformu šādās ikdienas un darba pozās/kustībās (skatīt attēlus Nr.1-11) *



	Ļoti viegli	Viegli	Neitrāli	Grūti	Ļoti grūti
1. Stāvēt	☐	☐	☐	☐	☐
2. Iet (spert soļus)	☐	☐	☐	☐	☐
3. Pacelt rokas virs galvas	☐	☐	☐	☐	☐
4. "Apskaut" sevi	☐	☐	☐	☐	☐
5. Noliekties un pacelt priekšmetu	☐	☐	☐	☐	☐
6. Pietuities	☐	☐	☐	☐	☐
7. Nometties uz abiem ceļgaliem rāpus	☐	☐	☐	☐	☐
8. Sniegties, nometoties uz abiem ceļgaliem rāpus	☐	☐	☐	☐	☐
9. Sniegties, nometoties uz viena ceģala	☐	☐	☐	☐	☐
10. Sēdēt	☐	☐	☐	☐	☐
11. Kāpt pa trepēm	☐	☐	☐	☐	☐

Noslēdzošajā jautājumā vieta komentāriem un ieteikumiem brīvā formā par dežūruniformu vai citu funkciju ugunsdzēsēju darba apģērba uzlabošanas redzējumu no Jūsu kā gala lietotāju pieredzes. 



Ievadiet savu atbildi

Iesniegt