

VADLĪNIJAS AIZSARGAPĢĒRBA RAŽOŠANAI



Projekts Nr. VPP-COVID-2020/1-0004 “Drošu tehnoloģiju integrācija aizsardzībai pret Covid-19 veselības aprūpes un augsta riska zonās”

Saturs

levads	2
1. Individuālo aizsardzības līdzekļu (IAL) lietošana	3
2. Specifisko IAL pārbaudes regulējošie dokumenti (standarti)	6
3. Specifisku aizsargapģērbu medicīnas darbiniekiem analīze un projektēšana	17
3.1. Inficēšanās risks – indivīda aizsardzības nepieciešamība	17
3.2. IAL atbilstības vērtēšana	19
3.3. Aizsargtērpa parametru ergonomiskās izpētes novērtējums	24
3.4. Jauna aizsargapģērba prototips	29
4. Rekomendācijas	33

Ievads

Vadlīnijas aizsargapgāderba ražošanai izstrādātas Valsts pētījumu programmas projekta **Nr. VPP-COVID-2020/1-0004 “Drošu tehnoloģiju integrācija aizsardzībai pret Covid-19 veselības aprūpes un augsta riska zonās”** ietvaros.

Projekts īstenots Valsts pētījumu programmas “Covid-19 seku mazināšanai” ietvaros Rīgas Tehniskajā universitātē sadarbībā ar Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmiju, Latvijas Universitāti, Elektronikas un datorzinātņu institūtu, Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtu, Latvijas Organiskās sintēzes institūtu, Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centru, Rīgas Stradiņa universitāti, Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūtu. Pētījuma vadītājs ir RTU zinātņu prorektors akadēmiķis Tālis Juhna.

Projekta vispārējais mērķis ir uzlabot pakalpojumu noturību un kvalitāti veselības aprūpes zonās COVID-19 un citu infekcijas slimību laikā, uzlabojot un attīstot uzticamas tehnoloģijas un koncepcijas. Rezultātus var pārnest uz citām paaugstināta riska jomām, piemēram, sabiedriskām ēkām un transportu. Pētījums vērsts uz to, lai ierobežotu Covid-19 un citu slimību izplatību veselības aprūpes un augsta riska zonās, izstrādājot drošas, inovatīvas tehnoloģijas un produktus kolektīvai un individuālai iedzīvotāju un profesionāļu aizsardzībai.

Vadlīnijās apkopota informācija par individuālo aizsardzības līdzekļu (IAL) izstrādi augsta riska zonās¹, regulējošiem dokumentiem un ieteikumiem to ražošanas procesa pielāgošanai personāla vajadzībām.

ATBILDĪGIE: Inga DĀBOLIŅA, Ivars VANADZIŅŠ

DARBA GRUPA:

Jeļena RESTE
Darja KAĻUŽNAJA
Eva LAPKOVSKA
Toms MŪRNIĒKS

Liene SILIŅA
Kristofers CELMS
Rūdolfš CEŠEIKO
Laura KALNIŅA

Dārta BALČŪNA
Agnese SIMSONE
Ilze BALTIŅA
Aivars VĒTRA

¹ Paaugstināta riska apstākļi- ja tiek apdraudēta personas veselība, kādas infekciozas saslimšanas dēļ, piemēram, COVID - 19 vīrusa infekcija.

1. Individuālo aizsardzības līdzekļu (IAL) lietošana

Individuālie aizsardzības līdzekļi ir izstrādājumi, ierīces un iekārtas, kuras nodarbinātais izmanto, lai aizsargātu savu drošību un veselību pret bīstamu vai kaitīgu darba vides riska faktoru iedarbību. Izvēloties individuālos aizsardzības līdzekļus, ir jāizvērtē visi darba vietā sastopamie riska faktori². Latvijā darba aizsardzības prasības un IAL izmantošanu regulē Ministru kabineta 2002.gada 23.augusta noteikumi Nr. 372 „Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus”³. Šie noteikumi neattiecas aizsardzības līdzekļiem, ko lieto avāriju seku likvidēšanas un glābšanas dienesti vai neatliekamās medicīniskās palīdzības dienesti.

Lai izvērtētu nepieciešamos IAL ārstniecības un citu augsta riska grupu personālam, veic riska novērtējumu atbilstoši Ministru kabineta 2007.gada 2.oktobra noteikumiem Nr. 660 „Darba vides iekšējās uzraudzības veikšanas kārtība”⁴. Šie noteikumi nosaka kārtību, kādā veicama darba vides iekšējā uzraudzība (tai skaitā darba vides riska novērtēšana), pēc šo risku izvērtēšanas notiek risku izslēgšanas preventīvie pasākumi – tai skaitā, nepieciešamo IAL noteikšana un nodrošināšana nodarbinātajiem. Minētie noteikumi nosaka arī principus regulārai darba vides riska novērtēšanai un pārskatīšanai, t.sk., ja tiek identificēti jauni riska faktori vai jauni apstākļi.

Paaugstināta riska apstākļos tiek papildus izvērtēta IAL nepieciešamība un citu preventīvo līdzekļu ieviešana. MK Krīzes vadības padomes sekretariāta informatīvā ziņojuma “Kritēriji ierobežojumu pakāpeniskai atcelšanai - informatīvs ziņojums” 4. pielikumā :”Veselības aprūpes sistēmas kapacitātes un noturības raksturojums”⁵ uzskaitīti pamatprincipi, kas nosakāmi ārstniecības iestādēm un sociālās aprūpes centriem ilgtermiņā, saglabājoties Covid-19 populācijā.

² Labklājības ministrijas definīcija: <http://adm.lm.gov.lv/lv/darbiniekiem/individualie-aizsardzibas-lidzekli>

³ 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>

⁴ Ministru kabineta 2007. gada 2. oktobra noteikumi Nr. 660 "Darba vides iekšējās uzraudzības veikšanas kārtība". Latvijas Vēstnesis, 161, 05.10.2007. <https://likumi.lv/ta/id/164271>

⁵ Valsts kanceleja 2020.gada 29.aprīlis "Kritēriji ierobežojumu pakāpeniskai atcelšanai - informatīvs ziņojums" <https://www.mk.gov.lv/lv/aktualitates/kriteriji-ierobezojumu-pakapeniskai-atcelšanai-informativs-zinojums>

Līdztekus citiem nosacījumiem tiek uzskaitīts materiāltehniskais nodrošinājums^{6,7}:

- individuālie aizsardzības līdzekļi, kas nepieciešami darbam gan ar SARS-CoV2 (Covid – 19) neinficētiem, gan inficētiem pacientiem/klientiem. Tās ir ķirurģiskās maskas, respiratori (FFP2 vai FFP3 standarts), sejas aizsegi, cimdi, priekšauti, vienreizlietojamie speciālie un standarta apģērbi. Precīzi jādefinē, kādās situācijās kādi individuālie aizsardzības līdzekļi jālieto un jānodrošina visa personāla attiecīga apmācība. Ārstniecības iestādēm un sociālās aprūpes centriem jā rūpējas par individuālo aizsardzības līdzekļu rezervju un attiecīgu apmācību nodrošināšanu;
- dezinfekcijas līdzekļu pieejamība, kā arī to atbilstoša lietošana. Ārstniecības iestādes un sociālās aprūpes centri jānodrošina ar spirtu saturošām salvetēm fonendoskopu, tonometru tīrīšanai.

Nepieciešamajā komplektā ietilpst sejas maska, vēlams N95 respiratora tipa, sejas aizsargs (vizieris) un aizsargtērps, kas paredzēts izolācijas/mehāniskas barjeras veidošanai un higiēniskuma nodrošināšanai^{8,9}.

Līdztekus ārstniecības personāla un augsta riska zonu nodrošināšanai, tiek vērtēts pacientu risks, tiesības netikt inficētiem un saņemt kvalificētu medicīnisko palīdzību¹⁰. Slimību un profilakses centri iesaka COVID-19 pandēmijas laikā izmantot papildu infekcijas profilakses un kontroles

⁶ Contact tracing: public health management of persons, including healthcare workers, having had contact with COVID-19 cases in the European Union – second update https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Contacttracing-Public-health-management-persons-including-healthcare-workers-having-had-contact-with-COVID-19-cases-inthe-European-Union%E2%80%93second-update_0.pdf

⁷ Infection prevention and control and preparedness for COVID-19 in healthcare settings https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Infection-prevention-control-for-the-care-of-patients-with2019-nCoV-healthcare-settings_update-31-March-2020.pdf

⁸ Guidance for health system contingency planning during widespread transmission of SARS-CoV-2 with high impact on healthcare services <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-guidance-health-systemscontingency-planning.pdf>

⁹ https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/A_FS_HCP_COVID19_PPE.pdf
<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/using-ppe.html>

¹⁰ Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Patients with Suspected or Confirmed Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Healthcare Settings <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/infection-controlrecommendations.html>

praksi, kā arī standarta praksi, kas ieteicama kā daļa no ikdienas veselības aprūpes visiem pacientiem. Šīs prakses ir paredzētas visiem pacientiem, ne tikai tiem, kuriem ir aizdomas vai apstiprināta SARS-CoV-2 infekcija. Šī prasība un pienākums, izriet arī no ārstniecības iestāžu vispārējiem pienākumiem, to starpā jāmin “Ārstniecības likums”¹¹ (pieņemts 12.06.1997.) minētais par veselības aprūpi, kura 3. pantā noteikts, ka “... Veselības aprūpe ir veselības aprūpes pakalpojumu sniedzēju īstenots pasākumu komplekss, tajā skaitā telemedicīna un darbības ar zālēm un medicīniskajām ierīcēm, pacienta veselības nodrošināšanai, uzturēšanai un atjaunošanai”, tādējādi, SARS-CoV-2, kā arī jebkuru citu infekcijas slimību, profilakses kontekstā, ārstniecības iestāžu pienākums ir pacientu veselības stāvokļa nodrošināšana, tātad tiesības neinficēties ārstniecības iestādē, lai nepasliktinātu veselības stāvokli.

Savukārt runājot par ārstniecības procesa galveno dalībnieku – pacientu, jānorāda, ka “Pacientu tiesību likums”¹² (pieņemts: 17.12.2009.) tā 15. pants nosaka pienākumu cienīt citu pacientu tiesības, kā arī to, ka pacientam ir saistoši ārstniecības iestāžu iekšējās kārtības noteikumi un ārstniecības personu norādījumi, tai skaitā, arī, piemēram, pienākums lietot individuālos aizsardzības līdzekļus un nodrošināt attiecīgus higiēnas pasākumus.

¹¹ Ārstniecības likums. Latvijas Vēstnesis, 167/168, 01.07.1997. <https://likumi.lv/ta/id/44108>

¹² Pacientu tiesību likums. Latvijas Vēstnesis, 205, 30.12.2009. <https://likumi.lv/ta/id/203008>

2. Specifisko IAL pārbaudes regulējošie dokumenti (standarti)

Respiratorās sistēmas aizsarglīdzekļu standartu apskats veikts, lai apkopotu svarīgāko informāciju par standarta mērījumu veikšanu filtra materiālu caurlaidības noteikšanai. Īpaši svarīga ir informācija, kas saistīta ar filtra materiālu caurlaidības prasībām, standartā aprakstītajām testēšanas metodēm, testēšanas aprīkojuma prasībām, testēšanas metodoloģiju, kā arī pievērsta uzmanība pamata prasībām, kādām jāatbilst materiāla paraugam, lai būtu vērts apsvērt materiāla testēšanu.

Jāņem vērā, ka pilnvērtīga priekšstata gūšanai par materiāla efektivitāti, atbilstoši EN 149+A1:2020 standarta 7.17.3 punktam, materiāls ir izturējies, ja caurlaidības tests ir izturēts pēc aizsērēšanas testa (*clogging test*). Attiecīgi, caurlaidības testa veikšana bez aizsērēšanas testa veikšanas var radīt veltas cerības par materiāla efektivitāti. Protams, caurlaidības mērījumu veikšana ļauj izvērtēt dažādus materiāla testa paraugus materiāla izstrādes stadijā, tādēļ aprīkojuma izstrāde vai iegāde darba efektivitātes palielināšanai ir ļoti nepieciešama.

Apskatīti šādi standarti:

- LVS EN 140:1988 "Elpošanas orgānu aizsarglīdzekļi - Pusmaskas un ceturtdaļmaskas - Prasības, testēšana, marķēšana"¹³;
- LVS EN 143:2000+AC:2002 "Elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļi. Sīku piesārņojuma daļiņu filtri. Prasības, testēšana, marķēšana"¹⁴;
- LVS EN 143:2002 +AC /A1:2006 "Respiratorie aizsarglīdzekļi. Daļiņu filtri. Prasības, testēšana, marķēšana" (grozījumi);
- LVS EN 14683+AC:2020 "Medicīniskās sejas maskas. Prasības un testēšanas metodes"¹⁵;
- LVS EN 149+A1:2020 "Elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļi. Filtrējošas pusmaskas aizsardzībai pret sīkajām daļiņām. Prasības, pārbaude, marķēšana"¹⁶;

¹³ EN 140 - Respiratory protective devices - Half masks and quarter masks

¹⁴ EN 143 - Respiratory protective devices - Particle filters

¹⁵ EN 14683 Medical face masks - Requirements and test methods

¹⁶ EN 149 Respiratory protective devices - Filtering half masks to protect against particles - Requirements, testing, marking

- LVS EN 13274-7:2019 "Elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļi. Testa metodes. 7. daļa Cieto daļiņu filtra caurlaidības noteikšana"¹⁷;
- VDI¹⁸ 3491 Blatt 2 : 2017 "Measurement of Particles - Methods for Generating Test Aerosols - Dispersing Liquids".

Lai arī visiem apskatītajiem standartiem ir saistība ar filtru materiālu, respiratoru un pusmasku testēšanu, aktuālākā informācija iegūta no standartiem EN 143:2000+AC:2002 un EN 13274-7:2019. Tajos aprakstīta filtru un filtra materiālu saturošu vai no tā sastāvošu respiratoru caurlaidības testu metodoloģija un izmantojamais aprīkojums.

Apskatīts arī viens VDI standarts, kura informācija nebūtu vērā ņemama saistībā ar standarta mērījumu veikšanu, bet tas varētu būt noderīgs informācijas avots, risinot testa aerosola ģenerēšanu nestandarta relatīvo mērījumu veikšanai.

Neapskatīti, bet apzināti arī divi standarti, kuri varētu būt noderīgi testēšanas procesā un testa procesa kvalitātes nodrošināšanai:

- Mērījumu datu izvērtēšanai - mērījumu rezultātu nenoteiktības atspoguļošanai izmantojama informācija no JCGM 100 standarta;
- Daļiņu izmēra sadalījuma noteikšanai izmantojamas vadlīnijas no ISO 15900 standarta.

Filtra materiālu caurlaidības prasības

Atbilstoši standartā EN 143:2000+AC:2002 izvirzītajām prasībām, noteiktas filtra materiāla maksimālās caurlaidības vērtības, pēc kurām noteikt filtra materiāla atbilstību kādai no trijām filtra materiālu klasēm. Materiāla caurlaidības tests veicam divās dažādās metodēs - izmantojot nātrija hlorīda aerosola tehniku vai parafīna eļļas tehniku. Abām metodēm noteiktas maksimālās caurlaidības vērtības (Tabula 1.).

¹⁷ EN 13274-7 Respiratory protective devices. Methods of test. Determination of particle filter penetration

¹⁸ VDI – Verein Deutscher Ingenieure/The Association of German Engineers

Tabula 1

Filtra klase	Filtra materiāla maksimālā testa aerosolu caurlaidība (%)	
	Nātrija hlorīda tests ar plūsmas ātrumu 95 l/min	Parafīna eļļas tests ar plūsmas ātrumu 95 l/min
P1	20	20
P2	6	6
P3	0,05	0,05

Arī standartā EN 149+A1:2020 noteiktas filtra caurlaidības prasības līdzīgas tabulas formā, kurā novērojama atšķirība augstākās, 3. klases filtra efektivitātei (EN 143 standartā - 0,05%, savukārt, EN 149 standartā - 0,1%), taču, katra no tām nosaka prasības atšķirīgam produktam. EN 143 standartā noteiktas prasības filtra materiālam pēc P klasu skalas, savukārt, EN 149 standartā noteikta sīkās daļiņas filtrējošo pusmasku filtra caurlaidības efektivitāte pēc FFP klasifikācijas. Atbilstoši tam, filtra materiāla caurlaidību jānosaka atbilstoši EN 143 noteiktajām prasībām.

Paraugu izvērtēšanas kritēriji

Standarti nosaka vispārējas filtra materiāla atbilstības normas, kas ierobežo to iespēju tikt izmantotiem respiratoros vai pusmaskās, attiecīgi, izvēloties izejmateriālus filtru materiālu izveidei un paraudziņus materiālu caurlaidības testēšanai, jāņem vērā vairākas prasības, kurām materiālam būtu jāatbilst primāri:

- Atbilstoši EN 149+A1:2020 7.10. punkta norādījumiem izvērtējama filtra materiāla saderība ar ādu. Ja filtra materiālam pastāv potenciāls nonākt saskarē ar ādu (izmantotam kā respiratora pamata izejmateriālam), tas nedrīkst būt kaitīgs vai izraisīt ādas kairinājumu. Pārbaudes jāveic saskaņā ar standarta 8.4 un 8.5 punkta noteikumiem. Ja filtrācijas materiāls šai prasībai neatbilst, nav jēgas veikt tā caurlaidības testēšanu;
- Atbilstoši EN 149+A1:2020 7.11. punkta norādījumiem izvērtējama filtra materiāla liesmizturība. Filtra materiāls nedrīkst būt viegli uzliesmojošs vai kaitīgs valkātājam. Ja

materiāla paraugs neiztur standarta 8.6 punktā noteiktās prasības, nav jēgas veikt tā caurlaidības testēšanu.

Filtra materiālu paraugi

Filtra materiāla caurlaidības testu izmantojot vienu no divām metodēm, būtu jāveic izmantojot 4 filtra materiāla paraugus, kas iepriekš bijuši pakļauti citiem standartā noteiktajiem testiem. Diviem paraudziņiem jābūt iepriekš izgājušiem mehāniskās izturības testu atbilstoši EN 143:2000+AC:2002 standarta 8.3 punktam. Diviem citiem paraudziņiem jābūt iepriekš izgājušiem mehāniskās izturības testu atbilstoši standarta 8.3 punktam, kam sekojusi termiskā kondicionēšana (*temperature conditioning test*) atbilstoši 8.4 punktam.

Ja filtrus faktiskā pielietojumā paredzēts izmantot pāros, arī veicot testu iespējams testēt vienlaikus visu komplektu, vai arī, testējot vienu komplekta vienību, tai izmantojama testa gaisa plūsma, kas būtu proporcionāla filtra daļai no komplekta. Šāda gadījuma pielietojums aprakstīts EN 143:2000+AC:2002 standarta 8.5.2. punktā.

Standartā nav noteikts materiāla testa parauga izmērs. Tam jābūt atbilstošam produktā paredzētajam apjomam. Veicot dažādu filtra materiālu caurlaidības relatīvos mērījumus, būtu jā saglabā vienots izmēra formāts.

Sīkās daļiņas filtrējošu pusmasku paraugiem testēšana aprakstīta EN 149+A1:2020 standartā, savukārt, pēc 7.9.2. punktā apkopotās informācijas būtu jāveic pārbaudes saskaņā ar standarta 8.11. punkta noteikumiem, lietojot caurlaidības testu saskaņā ar EN 13274-7. Testi jāveic izmantojot abus aerosola tipus. Katram aerosola tipam testiem izmantojami 9 paraugi:

- 3 paraugi, kas nav apstrādāti;
- 3 paraugi pēc valkāšanas simulējošas apstrādes, kas aprakstīta 8.3.1. punktā;

Pārbaude saskaņā ar 8.11. punkta noteikumiem, lietojot iedarbības testu ar noteiktu testa aerosola masu 120 mg, un sīkās daļiņas filtrējošām ierīcēm, kuras tiek deklarētas par atkārtoti lietojamām, papildus veicot arī uzglabāšanas testu saskaņā ar EN 13274-7, jāveic:

- 3 paraugiem pēc mehāniskās izturības testa saskaņā ar 8.3.3. punktu, kam sekojusi termiskā kondicionēšana saskaņā ar 8.3.2. punkta noteikumiem, ja tiek testēta atkārtoti nelietojama ierīce, vai viena tīrīšanas un dezinfekcijas cikla veikšana saskaņā ar ražotāja norādījumiem (šajā gadījumā, pētnieku vai ekspertu izvērtējumu par iespējamajām tīrīšanas un dezinfekcijas metodēm), pēc diviem jau iepriekš uzskaitītajiem testiem, ja tiek testēta atkārtoti lietojama ierīce.

Filtru materiālu iestiprināšana

Atbilstoši EN 143:2000+AC:2002 standartam:

- Filtra materiālu testēšana filtriem, kuri neatrodas korpusā ar izmantojamu savienojuma vietu (atbilstoši EN 148-1 standartam), jāveic filtra ietvarā, kādā tas tiks faktiski pielietots (8.1 punkts).
- Caurlaidības testa veikšanai filtra vai filtra materiāla paraugs iestiprināms tā, lai testa aerosola plūsma plūstu tam cauri horizontāli.

Filtru materiālu caurlaidības testēšana

Filtra materiālu caurlaidības testēšana veicama atbilstoši EN 143:2000+AC:2002 standarta 8.7.2 punktam, izmantojot nātrija hlorīda aerosolu un 8.7.3 punktam - izmantojot parafīna eļļu. Šo sadaļu apakšpunktos aprakstīts izmantojamais aprīkojums un panākamie testa apstākļi, testa procedūra un kalkulācijās izmantojamās formulas.

Standartā aprakstīti abu metožu darbības principi:

- Nātrija hlorīda aerosola testa iekārtas darbības princips

Tests tiek veikts cauri filtram vai filtra materiāla paraugam velkot nātrija hlorīda aerosolu, kas radies ar 3,45 bāru saspiesta gaisa palīdzību pulverizējot destilēta ūdens šķīdumu, kurā nātrija hlorīda koncentrācija ir 1%. Izmantojot plūsmas kontroli - pievadot aerosolam sausu gaisu, tiek nodrošināta gaisa plūsma cauri paraugam ar ātrumu 95 l/min. Izmantojot liesmas fotometrus tiek mērīta aerosola koncentrācija gaisā pirms un pēc testa parauga.

- Parafīna eļļas aerosola testa iekārtas darbības princips

Tests tiek veikts cauri filtram vai filtra materiāla paraugam velkot noteiktas markas parafīna eļļas aerosolu, kas radies pulverizējot 100°C temperatūrā sakarsētu eļļu ar iepriekš sakarsēta 4 bāru spiediena saspiesta gaisa palīdzību. Iegūtais aerosols un tvaiks tiek attīrīts, izpūšot to caur sprauslām cauri lielāko pilienu atfiltrēšanai un sajaucot aerosolu ar filtrētu istabas temperatūras gaisu, liekot eļļas tvaikam nokondensēties uz kanāla sienām. Izmantojot plūsmas kontroli aerosols tiek sajaukts ar filtrētu gaisu, panākot aerosola koncentrāciju 20 +/-5 mg/m³ un plūsmas ātrumu cauri paraugam 95 l/min. Aerosola koncentrācija tiek mērīta pirms un pēc testa parauga (novietojuma izpratnē) izmantojot gaismas izkliedes fotometrus.

Testa procedūra

Aerosola koncentrācija tiek mērīta 30 +/- 3 sekundes, mērījumu uzsākot 3 minūtes pēc aerosola testa uzsākšanas. Par caurlaidību tiek uzskatīts vidējais rādītājs no šajā laika periodā ievāktajiem datiem.

Caurleidības aprēķins

Nātrija hlorīda metodē caurlaidība aprēķināma pēc formulas:

$$P(\%) = C_2 / C_1 * 100$$

, kur P = caurlaidība
C₁ = nātrija hlorīda koncentrācija pirms filtra
C₂ = nātrija hlorīda koncentrācija pēc filtra

Parafīna eļļas metodē caurlaidība aprēķināma pēc formulas:

$$P(\%) = (I_2 - I_0) / (I_1 - I_0) * 100$$

, kur P = caurlaidība
I₁ = fotometra lasījums pirms filtra
I₂ = fotometra lasījums pēc filtra
I₀ = fotometra standarta lasījums tīram gaisam

Lai arī metodoloģija testēšanas metodei, kas paredzēta filtru un filtru materiālu caurlaidības noteikšanai, atšķiras no metodoloģijas testēšanas metodei sīku daļiņu filtrējošo pusmasku

caurlaidības noteikšanai, atsevišķas izmantojamās aprīkojuma vienības šajās testēšanas metodēs ir vienādas vai līdzīgas.

Prasības medicīniskās sejas maskām

Medicīniskā sejas maska ir medicīnas ierīce, kas nosedz muti un degunu, nodrošinot barjeru, lai mazinātu infekcijas izraisīto mikroorganismu tiešu izplatīšanos starp personālu un pacientiem ķirurģisko procedūru laikā un citos medicīniskos apstākļos ar līdzīgām prasībām. Medicīniskās sejas maskas var būt paredzētas nēsāšanai arī pacientiem un citām personām, lai samazinātu infekcijas izplatīšanās risku, īpaši epidēmijas vai pandēmijas gadījumā.

Medicīniskā sejas masku parasti veido starp drānu slāņiem novietots, ielīmēts vai iepresēts filtra slānis. Paredzētās lietošanas laikā medicīniskā sejas maska nedrīkst sairt, sadalīties vai plīst.

Medicīniskai sejas maskai jābūt stiprinājumiem ar kuriem to var cieši nostiprināt pāri lietotāja degumam, mutei un zodam un kas nodrošina, ka maska cieši pieguļ sānos.

Visus standartā EN 14683+AC:2019¹⁹ paredzētos testus veic ar gataviem izstrādājumiem.

Medicīnisko masku veiktspēju novērtē pēc šādiem rādītājiem:

- Baktēriju filtrācijas efektivitāte (BFE);
- Diferenciālā spiediena;
- Izturības pret šļakatām;
- Mikrobiālās tīrības.

Baktēriju filtrācijas efektivitāte ir medicīnisko sejas masku materiāla (materiālu) efektivitāte, kalpojot par barjeru pret baktēriju penetrāciju.

Diferenciālais spiediens ir maskas gaiscaurlaidība, ko mēra, nosakot spiediena izmaiņas maskā īpašos gaisa plūsmas, temperatūras un mitruma apstākļos. Diferenciālo spiedienu nosaka pie

¹⁹ EN 14683+AC:2019 "Medicīniskās sejas maskas. Prasības un testēšanas metodes"

gaisa plūsmas 8 l/min caur parauga laukumu 4,9cm², ja paraugi pirms testēšanas vismaz 4 stundas izturēti (21±5) °C temperatūrā pie gaisa relatīvā mitruma (85±5) %.

Izturība pret šļakatām ir medicīniskās sejas maskas spēja aizturēt mākslīgo asiņu penetrāciju pie noteikta spiediena pēc standarta ISO 22609:2004²⁰.

Mikrobiālā tīrība ir dzīvotspējīgu mikroorganismu populācijas klātesamība uz izstrādājuma un/vai iepakojuma. Tests tiek veikts saskaņā ar standartu EN ISO 11737-1:2018²¹. Medicīniskās maskas mikrobioloģiskajam piesārņojumam visos gadījumos jābūt mazākam par 30kvv²²/g.

Standartā²³ medicīniskās sejas maskas tiek klasificētas divos tipos (I un II tips), ņemot vērā baktēriju filtrācijas efektivitāti, turklāt otrais tips tiek dalīts sīkāk atbilstoši tam, vai maska ir izturīga pret šļakatām. "R" apzīmē izturību pret šļakatām (Tabula 2).

Tabula 2

Prasības medicīniskajām sejas maskām

Tests	I tips ²⁴	II tips	IIR tips
Baktēriju filtrācijas efektivitāte (BFE), %	≥ 95	≥ 98	≥ 98
Diferenciālais spiediens, (Pa/cm ²)	< 40	< 40	< 60
Izturība pret šļakatām, (kPa)	NA	NA	≥ 16,0
Mikrobiālā tīrība, (kvv/g)	≤ 30	≤ 30	≤ 30

²⁰ ISO 22609:2004 "Clothing for protection against infectious agents. Medical face masks. Test method for resistance against penetration by synthetic blood (fixed volume, horizontally projected)"

²¹ EN ISO 11737-1:2018 "Veselības aprūpes produktu sterilizēšana. Mikrobioloģiskās metodes. 1.daļa: Mikroorganismu populācijas noteikšana uz produktiem"

²² Koloniju veidojošās vienības (kvv) raksturo parauga mikrobioloģisko stāvokli – cik dzīvot spējīgi mikroorganismi atrodas analizējamajā paraugā.

²³ EN 14683+AC:2019 "Medicīniskās sejas maskas. Prasības un testēšanas metodes"

²⁴ I tipa medicīniskās sejas maskas vajadzētu lietot pacientiem un citām personām, tikai lai samazinātu infekciju izplatīšanās risku, īpaši epidēmijas vai pandēmijas gadījumā. I tipa maskas nav paredzētas lietošanai veselības aprūpes speciālistiem operāciju zālē vai citos medicīniskos apstākļos ar līdzīgām prasībām.

Papildus iepriekš minētai informācijai pandēmijas laikā tika izplatīta informācija^{25,26}, ka sertificētās testēšanas laboratorijas netiek galā ar daudziem medicīnisko sejas masku testu pasūtījumiem pandēmijas laikā, bet testu rezultāti ir vajadzīgi ātri. Līdz ar to sekoja ieteikums vadīties pēc alternatīva testēšanas protokola, kas paredzēja sākotnēji testēt medicīnisko sejas masku diferenciālo spiedienu jeb gaiscaurlaidību. Pēc tam vadīties pēc šādiem apsvērumiem:

- Ja diferenciālais spiediens ir mazāks par 25Pa/cm², pastāv ļoti maza iespēja, ka bakteriālās filtrācijas efektivitāte būs lielāka par 95%. Tad pēc masku importētāja/ piegādātāja vēlmes var testēt bakteriālās filtrācijas efektivitāti. Ja tā izrādās augstāka par 95%, tad maskas var marķēt kā “medicīniskās maskas”. Ja bakteriālā filtrācijas efektivitāte netiek testēta, tad maskas marķē kā “komforta maskas²⁷”
- Ja diferenciālais spiediens ir robežās no 25 līdz 35 Pa/cm², pastāv ļoti maza korelācija starp diferenciālo spiedienu un bakteriālās filtrācijas efektivitāti. Šai gadījumā jātestē bakteriālās filtrācijas efektivitāte. Ja tā ir augstāka par 95%, tad maskas var marķēt kā “medicīniskās maskas”. Ja bakteriālās filtrācijas efektivitāte ir zemāka par 95% vai importētājs/piegādātājs nevēlas testēt bakteriālās filtrācijas efektivitāti, maskas marķē kā “komforta maskas”.
- Ja diferenciālais spiediens ir robežās no 35 līdz 65 Pa/cm², pastāv ļoti liela varbūtība, ka bakteriālās filtrācijas efektivitāte būs lielāka kā 95%. Līdz ar to testus var tālāk neveikt un marķēt maskas kā “medicīniskās maskas”.

Prasības higiēniskām sejas maskām

Higiēniskā sejas maska²⁸ - sejas maska, kas nosedz muti, degunu un zodu, un ir aprīkota ar galvas stiprinājumu pie galvas vai aiz ausīm. Higiēniskās sejas maskas nav paredzētas bērniem līdz 3 gadu vecumam. Higiēniskās sejas maska samazina runāšanas, klepošanas vai šķaudīšanas laikā izdalīto

²⁵ https://www.fagg.be/sites/default/files/content/informatie_over_het_alternativetest_protocol_atp_def.pdf

²⁶ <https://www.centexbel.be/en/news/coronavirus-atp-surgical-face-masks>

²⁷ Latvijā ieviests nosaukums higiēniskās maskas

²⁸ CWA 17553:2020 “Higiēniskās sejas maskas. Minimālās prasības, testēšanas metodes un lietošana”

siekalu pilienu, krēpu vai elpceļu sekrēta ietekmi uz vīrusu izplatību. Higiēniskā sejas maska var ierobežot ārējo (cita indivīda) elpceļu pilienu nokļūšanu lietotāja degunā un mutes dobumos, taču tā nenodrošina lietotāja aizsardzību. Tā arī neļauj lietotāja rokām saskarties ar minētajām zonām. Higiēniskās sejas maskas var būt atkārtoti vai vienreizlietojamās. Lai samazinātu ietekmi uz vidi, vienreizlietojamo sejas masku ražošanā ir ieteicams izmantot materiālu, kas ir atkārtoti pārstrādājams vai kompostējams. Materiāliem, kas tiek izmantoti higiēnisko sejas masku ražošanā, jāspēj izturēt ikdienas lietojums un nodilums visā tā kalpošanas laikā - kā norādījis ražotājs.

Izvēloties materiālus ražotājam jāņem vērā šādi kritēriji:

- gaiscaurlaidība;
- spēja uzsūkt mitrumu, lai novērstu kondensāta veidošanos uz ādas;
- materiālu, kas nonāk tiešā saskarē ar lietotāja ādu, biosavietojamība. Šie materiāli nedrīkst izraisīt kairinājumu, alerģisku reakciju vai citu toksisku efektu. Novērtējumu vajadzētu veikt, izmantojot materiālu drošības datu lapas (SMDS) analīzi izmantotajiem materiāliem, krāsvielai un apdarei, ja tāda piemērojama. Ražotājs ir atbildīgs par šo novērtējumu.
- Materiāliem, kas izmantoti higiēnisko sejas masku ražošanā, jāspēj izturēt ražotāja noteiktie tīrīšanas cikli, līdzekļi un metodes.

Higiēniskajām maskām pieņemti divi filtrācijas līmeņi saskaņā ar to filtrācijas efektivitāti daļiņām izmērā ap $3\pm 0,5\mu\text{m}$:

- 90% līmenis: lielāks vai vienāds ar 90%;
- 70% līmenis: lielāks vai vienāds ar 70%.

Filtrācijas efektivitātes prasības attiecas gan uz jauniem materiāliem, gan materiāliem, kas bijuši pakļauti vairākiem tīrīšanas cikliem, par kuriem ražotājs joprojām garantē higiēniskās sejas maksas atbilstību prasībām.

Higiēniskai sejas maskai izmantotais materiāls nedrīkst pārsniegt šādus ierobežojumus:

- Materiāla diferenciālais spiediens, kas mazāks vai vienāds ar 70 Pa/cm^2 (EN 14683), pielīdzināms apmēram $80 \text{ l/(m}\cdot\text{s)}$ pie vakuuma spiediena 100Pa (EN 9237)²⁹ vai gaiscaurlaidība lielāka vai vienāda ar $96 \text{ l/(m}\cdot\text{s)}$ pie vakuuma spiediena 100Pa .

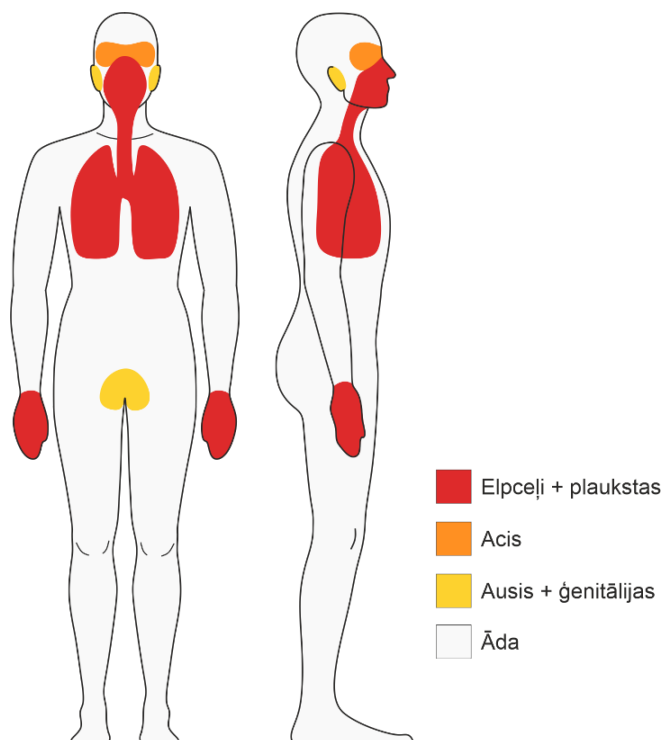
²⁹ materiāla diferenciālais spiediens 60Pa/cm^2 pielīdzināms apmēram $93 \text{ l/(m}\cdot\text{s)}$ pie vakuuma spiediena 100Pa

3. Specifisku aizsargapģērbu medicīnas darbiniekiem analīze un projektēšana

Esošā situācija pasaulē un Latvijā saistībā ar Covid-19 vīrusa izplatību liek domāt par ilgtermiņa risinājumiem ne tikai ārstu un māsu, bet arī terapeitu jeb funkcionālo speciālistu darba nodrošināšanai. Šie speciālisti aprūpē vīrusu slimību pacientus, turklāt pandēmijas situācijā inficēšanās risks ir kļuvis abpusējs. Tādējādi ir aktualizējies jautājums par īpašu individuālo aizsargtērpu izstrādi funkcionālajiem speciālistiem. Izstrādājot šādus tērpus, jāņem vērā specifiskās prasības, lai tērps būtu ergonomisks un atbilstu funkcionālo speciālistu darba specifikai – nodrošinātu nepieciešamo kustību brīvību, vajadzīgo kontaktu ar pacientu u.tml.

3.1. Inficēšanās risks – indivīda aizsardzības nepieciešamība

Ņemot vērā vīrusu infekcijas iedarbību un saslimšanas veidu, visvairāk inficēšanās riskam pakļauti ir elpceļi (skat. Att. 1.- tajā dots krāsu kods atkarībā no cilvēka ķermeņa inficēšanās riska zonas.) un rokas kā transports uz elpceļiem – pieskaroties sejai un gļotādām.



Att. 1. Inficēšanās riska zonas

Acis atrodas tiešā tuvumā elpceļiem, to kanāli ir iekšēji savienoti, turklāt arī acīs infekcijas draudi rodas no augšējām ekstremitātēm; papildu kairinājums – izelpotais gaiss nepareizi valkātas aizsargmaskas gadījumā.

Izvērtējot pārējo cilvēka ķermeņa virsmu, secināms, ka ausis un ģenitālijas ir mazāka riska zona – abas ir mazāk atklātas un vairāk pasargātas, savukārt inficēšanās risks caur ādu ir ļoti zems – tikai gadījumos, ja ir atklāti ievainojumi. Kopumā secināms, ka apklājoša aizsargkombinezona galvenā funkcija ir higiēna, kalpojot kā barjerai, kā arī kontaminēto virsmu izslēgšana no saskarsmes uzreiz pēc bīstamas vides atstāšanas (nekavējoša un higiēniska pārgērbšanās).

3.2. IAL atbilstības vērtēšana

Priekšizpēte

Lai vērtētu aizsarkombinezonu atbilstību pienākumu veikšanai, ir izstrādātas, izplatītas un apstrādātas aptaujas anketas medicīnas darbiniekiem - funkcionālajiem speciālistiem, t.sk. fizioterapeitiem, viedokļa noskaidrošanai par īpašu individuālo aizsargtērpu izstrādes kritērijiem materiālu izvēlē un modelēšanā, nodrošinot profesionālo pienākumu veikšanu un nepieciešamo aizsardzību no inficēšanās ar vīrusiem.

Pētījumā kopumā piedalījās 62 fizioterapeiti, no kuriem septiņpadsmit speciālisti ārkārtējās situācijas laikā (pavasārī) turpināja praktizēt, bet 45 pārtrauca savu praksi. Katram speciālistam, kurš ārkārtējās situācijas laikā turpināja strādāt pieejamajā aizsargtērpā, bija jāatbild uz dažiem jautājumiem, kur bija jānorāda kustību izdarīšanas brīvums pieejamajā aizsargtērpā.

Aptaujā secināts, ka pieejamie aizsargtērpi bieži neatbilst lietotāja ķermenim - vairāk nekā puse respondentu apgalvo, ka izstrādājumi ir pārāk mazi, pārāk lieli vai pat ārkārtīgi lieli (pārāk vaļīgi, lai veiktu darba kustības). Ir jāveicina izmēru atbilstība, ņemot vērā, ka gandrīz pusei respondentu aizsargapģērbs kavē darba pienākumu izpildi un noteiktas kustības. Piemēram, aizsargtērpi ierobežo pilnīgas kustības amplitūdas veidošanu dažādās ķermeņa vietās - plecos (paceļot rokas), ceļos (tupēt, ceļos), gurnos (liesās, tupēt). Dažkārt kombinezoni ir apgrūtināši pat sēdus stāvoklī. Lielākā daļa respondentu norāda nepieciešamību pēc ergonomiskiem apģērbiem atbilstoši darba specifikai. Aizsargapģērba svars lielākoties tiek vērtēts kā viegls vai neitrāls, tomēr tiek novērota paaugstināta ķermeņa sasilšana un svīšana. Tādēļ jāapsver gaisa un ūdens tvaikus caurlaidīgie materiāli, ja to izmantošana ir atļauta (nezaudējot aizsargājošās īpašības).

SAJŪTU RAKSTUROJUMS AIZSARGTĒRPĀ.

43% Apmierina apģērbs, kurā strādāju,

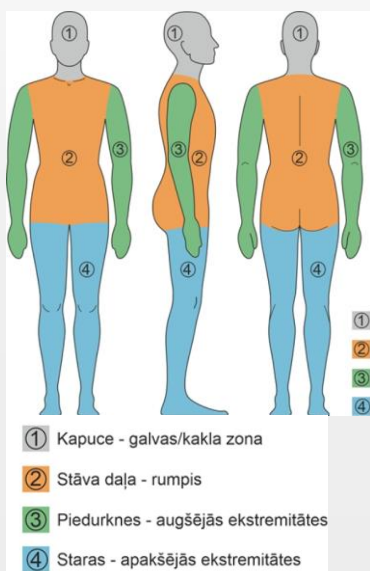
28% Esošajā apģērbā ir grūti strādāt,

28% Cits

KOMENTĀRI: *Bija karsti strādāt; Nepiemērots izmērs, tikai viena veida kreklis (manā darba specifikā būtu nepieciešams aizsargtērps arī ar garām piedurknēm); Neattiektos no uzlabojumiem; Apģērba uzvilšana un novilkšana aizņem laiku (sevišķas grūtības ir mainīt un uzglabāt apģērbu veicot darba pienākumus vairākās pacientu dzīvesvietās). Ja speciālajā apģērbā jāuzturas vairāk kā 5 h, tad ir ļoti karsti, pastiprināta svīšana (apģērbs nav pārāk elpojošs); Nav iespējams strādāt un elpot; Neapmierina tas, ka grūti dabūt piemērotu izmēru (xs, s vai m).*

Dažiem apģērba veidiem laiks tā uzvilšanai valkātājiem šķiet apgrūtināošs un laikietilpīgs, tāpēc ir jāpārskata modeļu piegriezuma un aizdarņu risinājumi. Aizdarņu (pogas, spiedpogas, rāvējslēdzēji, līpslēdzī) vērtējumā viedoklis dalās - puse respondentu tos vērtē neitrāli, savukārt pārējiem tie variē no neērtiem līdz ļoti ērtiem. Atbildes norāda, ka ir nepieciešami risinājumi, lai apģērbu pielāgotu ķermeņa formai (jostasvietā, plaukstas pamatnē, potītēs).

AIZSARGTĒRPU IZVĒRTĒJUMS



Komentāru piemēri par problēmzonām, kurās pieejamais aizsargtērps ierobežo kustības vai notiek citas ikdienu un darba veikšanu ietekmējošas iedarbes:

3 - grūti pacelt rokas / Rumpis un kāju kustības/ 2- spiež viduklī/ 2,3, 4 - par īsu, 3 neizturīga elkoņu daļa/ 4 - staras - apakšējās ekstremitātes/ 3 - Piedurknes ir par īsu, rokas netiek pasargātas/ 4 - Kājās uzvelkamais aizsargtērps traucē, neatbilst garumam (pārāk garas) un platumam (pārāk platas, krīt nost)/ 3 - pārāk šauras/ 2 - rumpja daļā viss vaļīgs, traucē kustībai, saķeras starp klientu un darbinieku, piedurknes vai uzroči par garu par puļģu aizķeras pret klientu; aizsargbrilles maska neļauj komunicēt, ķeras apakšējā mala/ 3 - piedurknes par garu/ 4 - staras par garu, jo pieejami tikai XL vai XXL, XXXL izmēra vienreizlietojamie apģērbi/ 2 - Apģērbā ir ierobežotas kustības, kas apgrūtina pacienta pozicionēšanu vai veikt plašas amplitūdas kustības/ 3 - Piedurknes ir par īsu, pie kustībām vai izstiepjot roku tās izraujas no cimdkiem - esmu spiests lietot plaukstu - elkoņu uzlikas (celofāns, ļoti sviedrējošs)/ Nav iespējams raksturot tikai vienu sadaļu, viss, pilnīgi viss ir neergonomisks, nepārdomāts un ilgstoši strādāt šādā apģērbā nav iespējams/ Kad bija jāvalkā halāts - tad piedurknes bija par garu un grūti bija aiztaisīt ap vidukli, lai tas stāvētu ciet visu laiku. Vairōgs svīda ciet un brilles arī.

Jauna prototipa izstrādē tiek ņemti vērā šādi faktori: antropometriskā atbilstība; izmēru sistematizācija; ergonomiskums - apģērbi ar tādiem konstruktīvajiem risinājumiem, kas ļauj brīvi veikt ikdienas un specifiskas darba kustības; materiālu izvēle - gaisu un ūdens tvaikus caurlaidīgi (ja pieļaujams); pielāgošanas risinājumi - aprocas, savelves u.c.; neitrāla krāsa; savietojamība ar citiem IAL (maskas, respiratori, cimdi).

APTAUJAS NOSLĒGUMA KOMENTĀRI.

PIEMĒRI: Tērpiem vajadzētu būt tādiem, lai speciālisti varētu brīvi kustēties, veikt savus ikdienas pienākumus. Funkcionālam, ērtam, elpojošam, bet tai pašā laikā aizsargājošam/ Sejas vairogs nav slikta lieta, bet varētu būt ērtak novietojams ap galvu, plānāks, fleksiblāks/ Ja risinājums turpmāk būs obligāta šo aizsarglīdzekļu lietošana, tad maksimāli ērtu, ko var valkāt arī cilvēki, kuriem ikdienā jālieto redzes korekcijas brilles, ar iespēju uzņemt pietiekami skābekli (ne pēc normas, bet subjektīvi patīkami justies). Kā arī - lai tas ir nevienreizējs/ Noteikti, ka būtu ērti nevis viegli halāta tipa aizsargtērpi, bet arī kombinezoni šāda paša principa- viegls, sasiensams, bet labi nosedzošs, kas neierobežo kāju kustības, bet ātri un ērti uzvelkams/ Galvenais-elpojošs, nekādus celofānus, maskas ar kaut kāda skābekļa apmaiņu.../ Aizsargtērpam būtu jābūt ergonomiskam elpojošam, un kustību neierobežojošam. Pēc izmēra / Aizsargtērpam vajadzētu būt elastīgākam un izturīgākam, lai tas 100 % nodrošinātu savu funkciju un būtu manai darba specifikai atbilstošs/ Būtu svarīgi ka aizsarga tērpi un maskas ir brīvi pieejami darbā!/ Svarīgi, lai var spert plašu soli (arī medicīnas halāti, kas sniedzas pāri gūžām, traucē kustību brīvībai), lai var viegli pacelt rokas un veikt muguras fleksiju, no rāpus pozīcijas viegli piecelties stāvus, veikt izklupienu/ Sejas maskas nav ērtas, runājot kustas, slīd nost, trūkst gaisa. Apģērbam jābūt tādā, lai ir iespējams ērti pietuities, apgulties uz grīdas (uz vingrošanas paklāja demonstrēt vingrojumu) vai pietuities/pieliekties, lai koriģētu vingrotāja pozu; pacelt rokas. Piedurkņu garums nedrīkst traucēt masāžas vai citu manipulāciju ar plaukstām veikšanu.

Antropometrija

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. Ja ir pieejami antropometriskie dati, tad tie jāsaista ar produktu tā projektēšanas laikā³⁰. Lielumatbilstības testēšana (*fit testing*) ar testpersonu un ekspertu iesaisti kalpo par metodi izmēru sistēmu validēšanai (sistēmas pārbaude, ko veic tās izstrādāšanas beigu posmā, lai pārliecinātos, 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 laukietilpība un materiālu izlietojums to padara par retu praksi, turklāt arī jau pēc izmēru sistēmu ieviešanas un validācijas nozīmīgs ir arī to turpmāks monitorings.

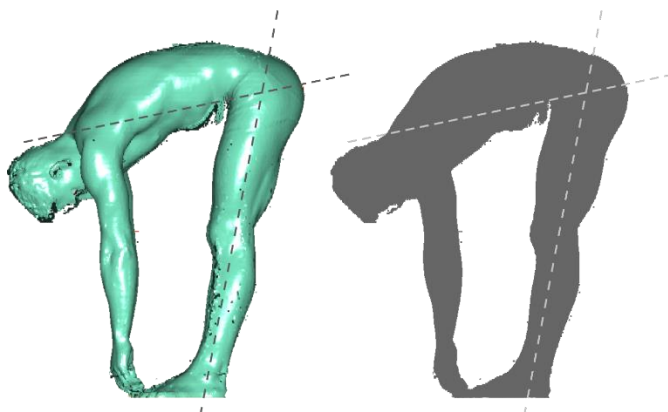
Antropometrijas datu ievākšanas laikā norādītais apģērba izmērs ļoti variē, kas liecina par lietotāju neizpratni, kā uzbūvēta izmēru sistēma (jāteic, ka jau priekšizpēte norādīja, ka sistēmas īsti nav – vienādu gabarītu tērpi var būt marķēti ar dažādiem burtapzīmējumiem).

Analizējot biežāk veiktās kustības un to galējās robežvērtības, secināms, ka apģērba konstrukcija nepieciešama pieklāvīgāka - nepieciešams noņemt lieko brīvumu, un ērtāka (nodrošina tangenciālo pārslīdi un/vai pastiepšanos) attiecīgi tajās ķermeņa vietās, kas maina gabarītus pie izvērstām amplitūdām.

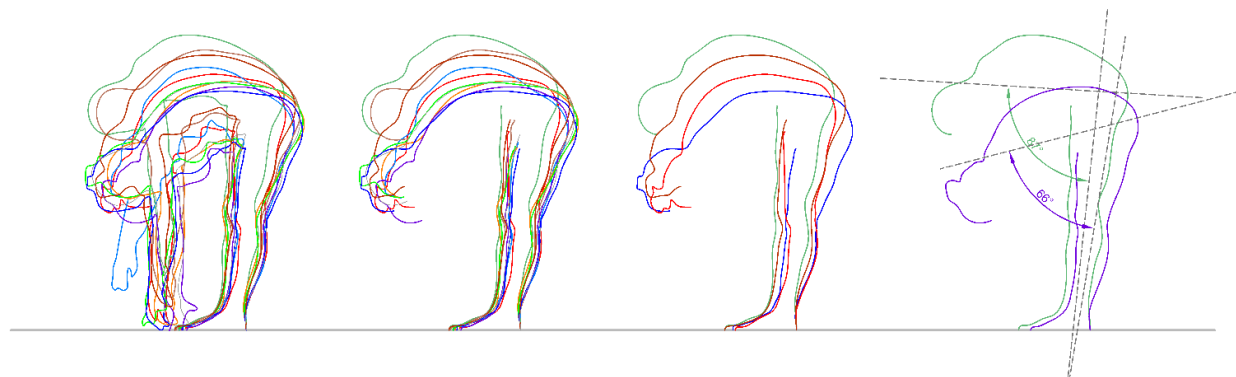
Dažādu pozu 3D skenēšanas attēli ļauj analizēt ķermeņa formas izmaiņas dinamisko kustību laikā. Asis tika izvēlētas, raksturojot ķermeņa stāvokli kustību amplitūdas kvantitatīvai raksturošanai (pēc leņķiem), un dalībnieku fizisko spēju salīdzinājums tika veikts, uzvelkot skanatāra projekcijas kontūras. Eksperimentāli tika noteiktas kustību amplitūdu atšķirības, kas norāda uz atšķirībām spējā izpildīt noteiktas pozas pat nenēsājot aizsargkombinezonu. Vērtības pozīcijā “noliekšanās”

³⁰ Paul S. Adams a and W. Monroe Keyserling, Three methods for measuring range of motion while wearing protective clothing: A comparative study, International Journal of Industrial Ergonomics, 12 (1993), Elsevier, 177-191 p.

norāda uz dažādām indivīdu spējām, noliecot rumpi uz priekšu, sniegties ar rokām līdz grīdai, savukārt, pozīcijā “pacelt rokas” pacelt tās pie pleca un elkoņa locītavām.



Att. 2 mērīšanas metodika (asis vilktas divās taisnēs: 1) caur septītā skriemeļa (CV7) punktu un vistālāk izvirzīto lielā gūžas muskuļa (*m. gluteus maximus*) punktu; 2) caur potītes mediālo asi (*medial malleolus*) un jostas piektā skriemeļa punktu (*Lumbar 5*)).

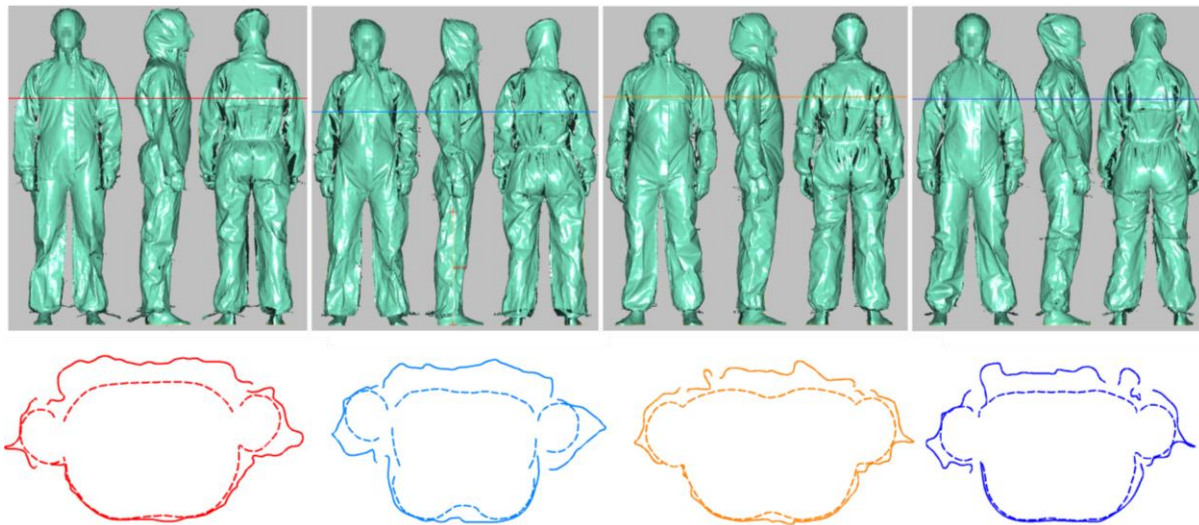


Att. 3 nomērīto testpersonu salīdzinājums pieliekšanās maksimālajā pozīcijā.

Salīdzinot, piemēram, noliekšanās pozīciju, redzams, ka šaurākais leņķis ir 66° (maksimālā amplitūda), platākais (minimālā amplitūda) 87° leņķis. Šādi salīdzināmas visas pozīcijas. Tas ļauj secināt aizsargtērpa konstrukcijā iestrādājamus elementus kustību brīvībai.

Lai analizētu apģērba slāņa mijiedarbību ar cilvēka ķermeni, tika iegūti transversāli šķēsgriezumi, savietojot apakšveļā ietērptu skanatāru un aizsargtērpā ietērptu skanatāru. Šķēsgriezums “M” izmēra kombinezona krūškurvja/krūšu līmenī (ķermeņa augstums 170–176, krūšu apkārtmērs

92–100) 4 dažādiem valkātājiem (Att. 4) norādīja uz palielinātu auduma apjomu mugurpusē un ciešu piegulumu krūšu līmenī ventrāli.



Att. 4 Savietoti skenējumi un šķērsriezumi krūšu līmenī.

Papildu apjoms (virslaides kustību brīvumam) nodrošina, ka valkātājs kustību laikā netiek ierobežots, tomēr arī pārlieks apjoms var būt traucējošs. Tāpēc aizsargapģērba projektēšanā piemērotāki varētu būt tādi risinājumi, kā elastīgs materiāls (ja tas atbilst aizsardzības prasībām) vai dažāda apjoma ieloces, lai attiecīgās zonās pielāgotu apģērba ķermeņa formas izmaiņām.

Eksperimentu laikā tika iegūts valkātāju vērtējums par kopējo kustību brīvumu un dažādu apģērba daļu iedarbēm kustību laikā. Piemēram: lai spētu veikt tupus pozīciju vai nomesties uz ceļgala/-iem, lielākā daļa valkātāju vispirms uz augšu pavelk bikšu staras augšstilba daļu. Taču pēc šo kustību veikšanas bikšu staras augšstilbu līmenī paliek sakrokotas un neatgriežas sākuma stāvoklī (būtu nepieciešama potītes apskava staru galu fiksēšanai). Jebkurā gadījumā tiek norādīts uz ciešu sajūtu ceļgalu zonā. Tika secināts, ka pietupstoties un nometoties uz ceļgala/-iem kombinezona priekšdaļas centrālās aizdares augšdaļa izdara spiedienu uz kaklu apakšzoda zonā, it īpaši, ja mugurdaļai nav projektēta pietiekama virslaide muguras garumam. Noliecoties uz priekšu, valkātāji izjūt drānas spriegumu sēdvīles zonā un sēžamvietā kopumā, kā arī ciešumu augšstilba zonā. Paceļot rokas, lielākajai daļai dalībnieku stakles daļā ir jūtams drānas spriegums un nepatīkama iegriešanās mīkstajos audos.

3.3. Aizsargtērpa parametru ergonomiskās izpētes novērtējums

Individuālā aizsargtērpa parametru ergonomiskās izpētes eksperimentu mērķis ir noskaidrot, vai tērps nodrošina tā ērtu un veselībai nekaitīgu lietošanu, t.i.:

- a) ļauj brīvi veikt kustības, kuras parasti ir nepieciešamas medicīnas personāla darba laikā,
- b) tērpa drānas nerada pastiprinātu ādas kairinājumu un bojājumus izteiktas berzes dēļ kustību laikā,
- c) nerada ķermeņa sakaršanu un pastiprinātu svīšanu,
- d) nerada kādu citu subjektīvu diskomfortu.

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, paredzēts veikt vairāku veidu aizsargtērpu ergonomisko īpašību salīdzināšanu.

Testējamie parametri:

- 1) pastiprināta siltuma produkcija, ādas kairinājums un saspiedumi aizsargtērpa materiālu berzes vietās pret ķermeni fiziskās slodzes laikā,
- 2) svīšanas intensitāte un uzkaršana fiziskās slodzes laikā,
- 3) testējamo personu subjektīva pašsajūta un diskomforta izpausmju identificēšana pēc dažādu veidu aizsargtērpu izmantošanas.

Testējamie parametri tiks noteikti 10 atlasītiem cilvēkiem, atkārtoti valkājot dažādu veidu aizsargtērpus. Parametru noteikšana tiks veikta identiskos standarta apstākļos, lai iegūtu salīdzināmos rezultātus. Iegūtie dati tiks salīdzināti savā starpā, lai noskaidrotu atšķirības starp katra aizsargtērpa veida parametriem.

Testējamo personu atlases kritēriji:

- 1) veseli, jauni cilvēki (sievietes un vīrieši),
- 2) normāla svara (ķermeņa masas indekss 18,5-24,9),
- 3) nav akūtu vai hronisku ādas slimību vai svaigu ievainojumu,
- 4) nav aktīvu iekaisumu muskuļu un skeleta sistēmas orgānos (muskuļos, locītavās u.c.),
- 5) atbilstoša fiziska sagatavotība, lai veiktu mēģinājumā paredzētos slodzes testus,

6) normāla ķermeņa temperatūra testa veikšanas dienās.

Pirms mēģinājuma, vismaz divas dienas iepriekš, testējamās personas saņems instrukcijas par uzvedību pirms testa un testa laikā.

Izmantojamās testēšanas metodes:

- 1) **Digitālā medicīniskā infrasarkanā termogrāfija** ar digitālo IS kameru ICI ETI 7320 Pro, *Infrared Cameras, Inc.* (turpmāk tekstā – termogrāfija), kura ļauj pierakstīt cilvēka ādas virsmas temperatūras zīmējumu, pateicoties infrasarkanā starojuma noteikšanai, kas nāk no cilvēka ķermeņa. Mērījumi tiek izdarīti bez tieša kontakta ar izmeklējamo personu, no attāluma. Termogrāfisko attēlu uzņemšana tiks veikta speciāli sagatavotā telpā, jo šī metode ir ļoti jutīga pret apkārtējās vides mikroklimata izmaiņām (gaisa temperatūras, mitruma, gaisa kustību ātruma u.c.), kas var ietekmēt mērījumu rezultātus. Līdztekus termogrāfisko attēlu uzņemšanai tiks veikta arī testējamo personu fotografēšana ar digitālo fotoaparātu, lai, interpretējot termogrāfiskos attēlus, varētu identificēt vizuālas ādas izmaiņas. Termogrāfija tiks veikta atbilstoši speciāli šim novērtējumam modificētajai RSU Darba drošības un vides veselības institūta izstrādātajai metodikai.

Termogrāfisko attēlu uzņemšana tiks veikta:

- pirms slodzes testu uzsākšanas apakšveļā,
- pēc slodzes apakšveļā.

Mērījumi tiks veikti 4 atsevišķās dienās, katru dienu testējot citu tērpu:

- fiziskā slodze bez aizsargtērpa (kontrolē),
- fiziskā slodze aizsargtērpā A,
- fiziskā slodze aizsargtērpā B,
- fiziskā slodze aizsargtērpā C.

Pēc attēlu iegūšanas tiks aprēķināta ādas virsmas vidējā temperatūra intereses zonās. Par intereses zonām izvēlētas empīriski noteiktās auduma pastiprinātas berzes vietas pret ķermeni, kā arī fiziskās slodzes laikā noslogotākas ķermeņa daļas. Tā tiks salīdzināta

ar atbilstošas lokalizācijas pretējās ķermeņa puses vidējo temperatūru, sekojoši izvērtējot temperatūras starpību dažādos mēģinājumos.

Tabula 3.

Aizsargtērpa novērtējumam nepieciešamā termogrāfija

Termogrāfijas intereses zonas	Termogrāfisko attēlu projekcijas	Testējamās personas attālums no objektīva
Kakla un rumpja augšdaļas, plecu priekšējā virsma	AP	
Kakla un rumpja, plecu mugurējā virsma	PA	
Augšstilbu un ceļa locītavu priekšējā virsma abpusēji	AP	
Apakšstilbu distālās daļas priekšējā virsma abpusēji	AP	
Apakšstilbu distālās daļas mugurējā virsma abpusēji	PA	
Augšstilbu un ceļa locītavu mugurējā virsma abpusēji	PA	
Elkoņa locītavu un apakšdelmu distālo daļu mugurējā virsma abpusēji	PA	
Elkoņa locītavu un apakšdelmu distālo daļu priekšējā virsma abpusēji	AP	

Prasības telpai, kurā tiks veikta termogrāfija:

Telpai jābūt pietiekami lielai (vismaz 2 x 3 m, vēlams 3 x 4 m), lai tā ļautu brīvi pārvietoties starp kameru un izmeklējamo personu.

Telpā jābūt iespējai ierobežot tiešo saules staru piekļuvi (bez logiem vai ar logu žalūzijām) un nodrošināt izmeklējamo personu privātumu (vismaz aizslietnis).

Telpā nedrīkst būt caurvējš, t.i., gaisa kustības ātrumam jābūt pēc iespējas mazākam (< 0,1 m/s).

Gaisa relatīvajam mitrumam izmeklēšanas telpā būtu jābūt robežās no 30% līdz 60% (atsevišķos gadījumos, piem., apkures sezonas laikā, pieļaujams zemāks gaisa mitrums, taču nevajadzētu pārsniegt 60% robežu, jo tas var ietekmēt mērījumu rezultātus).

Telpā nedrīkst būt izvietoti spēcīgi siltuma vai aukstuma avoti. Ja telpā ir apkures radiatori, tie drīkst atrasties ne tuvāk kā 2 m no izmeklējamās personas un IS kameras.

Ieteicams, lai telpā būtu kondicionētais gaiss ar relatīvi konstantu telpas gaisa temperatūru un mitrumu. Kondicionierim jābūt izvietotam tā, lai kondicionētais gaiss neplūstu tieši uz izmeklējamo personu vai kameru.

- 2) **Testējamo personu aptauja** par subjektīvām izjūtām, valkājot dažādu veidu aizsargtērpus.

Slodzes testu raksturojums

Testējamajām personām katrā izmēģinājuma dienā tiks piedāvāts izpildīt slodzes testus 20 minūšu garumā, lai izvērtētu slodzes ietekmi uz testējamo aizsargtērpu parametriem. Visām testējamajām personām paredzēts veikt instruktora uzraudzībā unificētu uzdevumu un vingrinājumu kompleksu vienādos, salīdzināmos apstākļos.

Parametru ergonomiskās izpētes norise:

- 1) Testējamās personas vizuāla ārsta apskate pirms testa uzsākšanas un īsa pirmsmērījumu aptauja (≈ 2 min.).
- 2) Termogrāfija apakšveļā pirms slodzes standarta projekcijās ar paralēlu fotografēšanu (≈ 10 min.).
- 3) Saģērbšanās testējamajā aizsargtērpā ($\approx 1-2$ min.).
- 4) Slodzes tests (20 min.).
- 5) Izģērbšanās līdz apakšveļai ($\approx 1-2$ min.).
- 6) Termogrāfija apakšveļā pēc slodzes ar paralēlu fotografēšanu (≈ 10 min.).
- 7) Pārģērbšanās savā apģērbā (≈ 3 min.).
- 8) Aptauja (≈ 10 min.).

Augstākminētā testēšanas procedūra tiks atkārtota 4 reizes dažādās dienās identiskos apstākļos, mainot testējamo aizsargtērpu.

Nepieciešamais aprīkojums un apstākļi:

- 1) IS kamera, dators, datorpele, statīvs, mērlente, krāsaina līmlente, digitālais fotoaparāts ar statīvu, mikroklimate mēriekārta (kas mēra gaisa temperatūru, mitrumu, gaisa kustības ātrumu), protokoli (20 gab.), pildspalva/zīmulis, parastais spirta termometrs, galds, divi krēsli.
- 2) Aptaujas anketas (20 gab.).
- 3) Atbilstoša izmēra aizsargtērpu komplekti.
- 4) Testējamo personu saraksts ar piešķirtajiem identifikācijas numuriem.
- 5) Atgādnēs testēšanas dalībniekiem (10 gab.).
- 6) Speciāli sagatavotas telpas testēšanas nodrošināšanai.

3.4. Jauna aizsargapģērba prototips

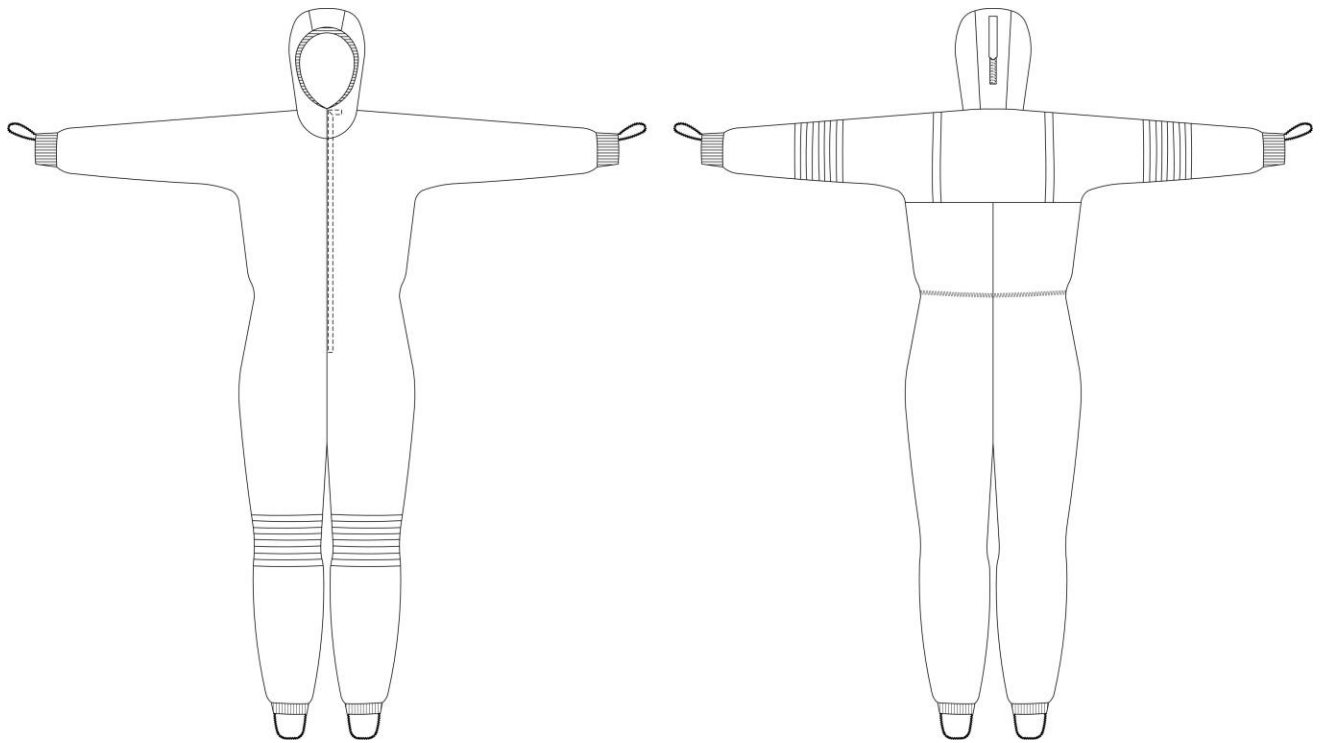
Aizsargapģērbam līdztekus aizsargājošām īpašībām jābūt piemērotiem lietotāja morfoloģijai (lielumatbilstīgiem), funkcionāliem un darba spējas neietekmējošiem dažādu rutīnas un darba kustību laikā - ergonomiskiem. Ne vienmēr ieviestā aizsargapģērba izmēru sistēma ļauj lietotājam izvēlēties atbilstošu produktu. Turklāt valkātājiem ar līdzīgām totālajām morfoloģiskajām pazīmēm var būt atšķirīgas ķermeņa kustību amplitūdas, tāpēc jāpēta šo kustību amplitūdu robežvērtības un jāatrod piemēroti konstruktīvie risinājumi apģērba piemērotības uzlabošanai. Taču, lai kritiskajās zonās ieviestu atbilstošas virslaides, ir jāiegūst plaši un ticami dati par ķermeņa lieluma un formas izmaiņām. Jēgpilni kombinējot pētījumu kvantitatīvos datus, ekspertu spriedumus un valkātāju subjektīvo novērtējumu par aizsargapģērbu, projektēšanas procesus var uzlabot, virzoties uz galalietotājam draudzīga un ergonomiska produkta radīšanu.

Apraksts:

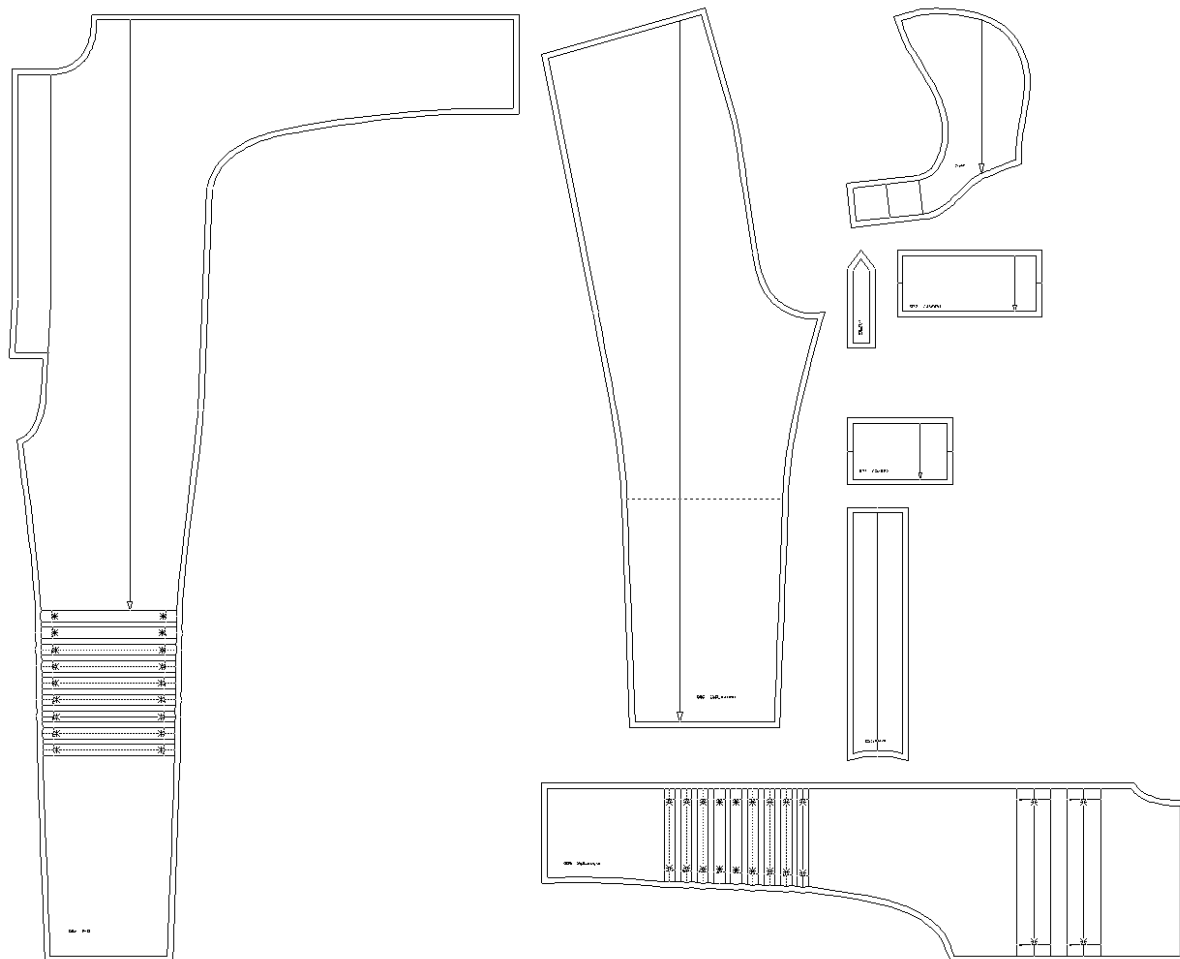
Atkārtoti lietojams, aizsargājošs, ergonomisks kombinezons valkātāja aizsardzības nodrošināšanai darba laikā. Kombinezons ir ērts - tā dizainam, piegriezumam un izmēram jānodrošina pietiekama kustību brīvība, netraucējot veikt darba pienākumus. Izmantotajam materiālam jābūt vieglam, nodrošinot labu gaisa un ūdens tvaiku caurlaidību un panākot valkātāja komfortu, vienlaikus nodrošinot labas aizsargājošās īpašības (barjera dažādiem apdraudējumiem) un nosedzot aizsargājamās ķermeņa virsmas. Tāpat kombinezonam jābūt ar stabilām izturības un nodilumizturības īpašībām paredzētajā valkāšanas laikā.

Aizsargkombinezonam ir regulējama trīs paneļu kapuce, iešūta elastīga lente vidukļa līmenī mugurpusē, centrālā līpslīdzņa aizdare priekšpusē un cieši piekļāvīgas adītas drānas aprocēs ap plaukstpamata locītavām, potītēm un tādas pašas drānas sejasmalas apmalu. Tērpa piedurkņu un staru pārslidēšanas novēršanas nolūkā aprocēm un staru apskavām piešūtas elastīgas saites, attiecīgi - īkšķu locītavu un pēdas pacēlumu ieskaušanai. Papildus kustību brīvības nodrošināšanai elkoņu un ceļgalu līmenī ir ieloces/"gofrējums", kā arī vertikālas plēšieloces no pleca vīles līdz paroces līmeņa griezumiem mugurdaļā. Ieloces rada papildu virsmas laukumu, ļaujot apģērbam kustēties kopā ar ķermeni, neradot diskomfortu un kustību ierobežojumus. Turpmākajos

pētījumos plānots eksperimentēt ar drānu virsmas teksturēšanu, tādējādi panākot papildu elastību. Šādi risinājumi ļautu samazināt aizsargapģērba gabarītu izmērus jeb kopējo apjomu un padarīt to lielumatbilstīgāku, vienlaikus nesamazinot ergonomiskuma rādītājus.



Att. 5 Aizsargkombinezona tehniskais zīmējums.



Att. 6 Aizsargkombinezona lekālu komplekts.

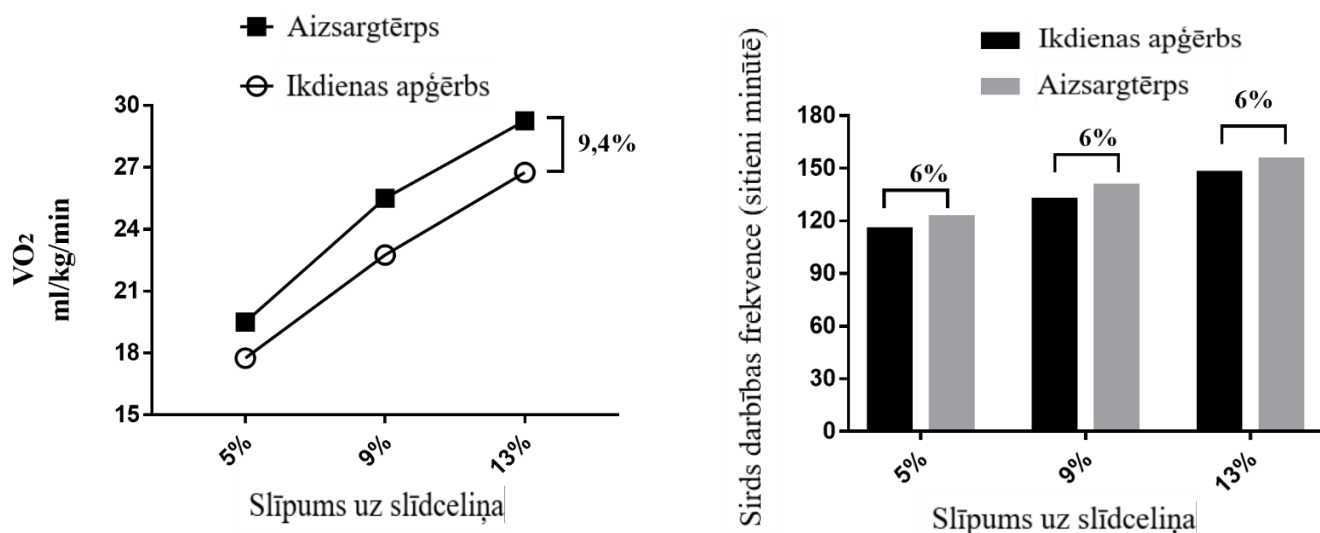


Att. 7 Aizsargkombinezona parauga prototips.

4. Rekomendācijas

Aizsargtērpi ir vissarežģītāk izvērtējamie IAL aizsardzībai pret SARS-CoV-2, jo nav vienotu standartu modeļiem, uzbūvei, izgatavošanas materiāliem. Tirgū esošo modeļu sākotnēja analīze – ļoti sliktas kvalitātes, tie ir darbu apgrūtinājoši un ar apšaubāmu efektivitāti. Ja izmantotas drānas ar labu tvaika un/vai gaisa caurlaidību – tie nenodrošina aizsardzību.

Lielumatbilstība netiek nodrošināta, to izmēru sistēma ir nesaprotama, lielumapzīmējumi variē. Neskaidrība par materiāliem, kuri izmantoti – primāri vairums ir vērsti uz aizsardzību pret putekļiem un ķīmiskām vielām. Lietotāji norāda arī uz grūtībām ar lietošanas pareizumu, kā arī inficēšanas riskiem novelkot/uzvelkot. Un jautājums – vai vispār objektīvi nepieciešami (ja maina virsvalkus, tos pareizi mazgā u.tml.). **Rekomendējams plašs pētījums un izvērtējums šādu tērpu nepieciešamībai un lietojumam.**



Att. 8 Skābekļa patēriņa izmaiņas un sirds darbības frekvences izmaiņas.

Skābekļa patēriņa izmaiņas (VO_2) izmaiņas pakāpeniski palielinot slodzi ejot uz slīdceļiņa funkcionālā speciālista ikdienas apģērbā (treniņtērps) un pieejamā aizsargtērpā, kopējais testa ilgums 17 minūtes. Aizsargtērps vidēji par ~ 10% palielina enerģijas patēriņu. Inkrementāla testa beigās enerģijas patēriņš ir par 9.4% augstāks veicot testu aizsargtērpā. Sirds darbības frekvences izmaiņas slodzes testa laikā. Veicot testu aizsargtērpā, katrā slodzes intervālā, atstājot iešanas

ātrumu nemainīgu, bet paaugstinot slīpumu par 2% katras 3 minūtes, sirds darbības frekvence paaugstinās par ~ 6%. Enerģijas patēriņš pieaug par ~ 10%, tas vērtējams kā ļoti daudz. Pirmie secinājumi: esošie tērpi ievērojami pasliktina darba spējas

Lai noskaidrotu, kādi ir fiziskie ierobežojumi un apgrūtinājumi, strādājot līdzšinējos COVID – 19 aizsargtērpos, pētnieki aptaujāja 163 veselības aprūpes speciālistus, kā arī veica klīnikās izmantojamo aizsargtērpu kustību brīvības subjektīvu testēšanu, to salīdzinot ar līdzīgām terapeitiskajām darbībām sporta apgērbā. Pētījums apstiprina, ka aizsargtērpa lietošana samazina ārstniecības personāla fiziskās spējas, palielina enerģijas patēriņu, kā arī paātrina elpošanu un sirdsdarbību. “Nesamazinot darba dienu, kas pavadīta, strādājot aizsargtērpā, mūsu ārstniecība sistēma izdegšanas dēļ var zaudēt arvien lielāku mediķu skaitu. Darbs līdz spēku izsīkumam nav perspektīvs risinājums,” uzsver RSU profesors Aivars Vētra. **Rekomendējams samazināt darba dienas garumu.**

Covid-19 izplatībai joprojām turpinoties, pieprasījums pēc medicīniskajām maskām un individuāliem aizsardzības līdzekļiem visā pasaulē joprojām ir milzīgs, **individuālo aizsardzības līdzekļu laboratorijas izveide ir ārkārtīgi svarīga**. Šobrīd Latvija, līdzīgi kā citas ES valstis, aizsarglīdzekļu pārbaudes rezultātus no akreditētām testēšanas laboratorijām spiesta gaidīt mēnešiem ilgi. Līdz ar to Latvijā ir lietderīgi veidot laboratoriju, kas nodrošinās individuālo aizsardzības līdzekļu kvalitātes izpēti un operatīvu atbilstības pārbaudi. Tā ļaus Latvijas ražotājiem operatīvi pārbaudīt savu produktu atbilstību standartiem un izsniegs dokumentāciju, lai Latvijā ražotos individuālos aizsardzības līdzekļus varētu piedāvāt visās ES valstīs.

15. decembrī valdība atbalstīja Izglītības un zinātnes ministrijas sadarbībā ar Aizsardzības ministriju un Ekonomikas ministriju izstrādāto priekšlikumu par laboratorijas izveidi individuālo aizsardzības līdzekļu akreditētai testēšanai. Jaunā laboratorija tiks veidota uz Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) bāzes. Tās izveidē iesaistīsies arī Rīgas Stradiņa universitāte, īpaši tās sastāvā esošais Darba drošības un vides veselības institūts, Latvijas Biomedicīnas pētniecības un studiju centrs, kā arī Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts «BIOR».