

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

Igors ŠITVJENKINS

**KARAVĪRA INDIVIDUĀLĀS
AIZSARDZĪBAS SISTĒMAS
PILNVEIDOŠANA**

Promocijas darba kopsavilkums

Rīga 2014

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte
Dizaina tehnoloģiju institūts

Igors ŠITVJENKINS
Doktora studiju programmas „Apģērbu un tekstila
tehnoloģija” doktorants

**KARAVĪRA INDIVIDUĀLĀS
AIZSARDZĪBAS SISTĒMAS
PILNVEIDOŠANA**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
Dr.sc.ing., profesore
Ausma VIĻUMSONE

Rīga 2014

UDK 355.351.5(043.2)

Ši 920 k

ŠITVJENKINS Igors Karavīra individuālās
aizsardzības sistēmas pilnveidošana.
Promocijas darba kopsavilkums.-R.:RTU, 2014.-48
lpp.

Iespiests saskaņā ar DT institūta 2014.gada 30.jūnija
lēmumu, protokols Nr.2

Šis darbs izstrādāts Eiropas Sociālā fonda līdzfinansētā
projekta „Starpnozaru zinātniskās grupas izveidošana
viedo tekstiliju jaunu funkcionālo īpašību attīstīšanai
un integrēšanai inovatīvos izstrādājumos“. Līguma Nr.
2009/0198/1DP/1.1.1.2.0./09/APIA/VIAA/148
ietvaros.

© Rīgas Tehniskā universitāte 2014

© Igors Šitvjenkins 2014

ISBN 978-9934-507-76-2

**PROMOCIJAS DARBS
IZVIRZĪTS INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI
RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ**

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek aizstāvēts 2014.gada 5.decembrī pl. 12:00 Zinātņu nozares Materiālzinātne apakšnozares Tekstila un apģērbu tehnoloģijas promocijas padomes RTU P-11 sēdē Rīgas Tehniskā universitātes Dizaina tehnoloģiju institūtā, Rīgā, Āzenes ielā 18, 117.telpā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesore, Dr.habil.sc.ing. Silvija Kukle
Rīgas Tehniskā universitāte, Latvija

Profesors, Dr.sc.ing. Rimvydas Milašius
Kauņas Tehnoloģiju universitāte, Lietuva

Vad.pētnieks, Dr.sc.ing. Juris Ķīplokis
Rīgas Tehniskā universitāte, Latvija

Profesors, Dr.habil.ped. Jānis Lanka
LSPA Biomehānikas un informātikas katedras vadītājs

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Igors Šitvjenkins _____

Datums: 30.jūnijā 2014.

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, satur ievadu, 3 nodaļas, secinājumus, literatūras sarakstu, 34 pielikumus, 92 attēlus, 47 tabulas, kopā pamattekstā 189 lappuses. Literatūras sarakstā ir 162 nosaukumi.

SATURS

IEVADS.....	5
1. KAUVAS INDIVIDUĀLĀ AIZSARDZĪBAS SISTĒMA	14
2. PĒTĪJUMU METODES	17
3. PĀRBAUŽU REZULTĀTI UN TO ANALĪZE	22
4. SECINĀJUMI UN REZULTĀTI.....	34
LITERATŪRAS SARAKSTS.....	37

IEVADS

Latvijas aizsardzības sistēmas un Nacionālo bruņoto spēku pastāvīgs uzdevums ir nodrošināt operacionālo gatavību un spēju valsts apdraudējuma situāciju novēršanai, tostarp piedaloties kolektīvās drošības un aizsardzības pasākumos, kā arī sniegt atbalstu valsts civilajām institūcijām. Lai to īstenotu, NBS ir nepieciešams turpināt attīstīt kā profesionāli sagatavotu, kaujas un dažādām drošības situācijām pielāgoties spējīgu, atbilstoši operacionālajām prasībām ekipētu, ar NATO militārajiem formējumiem savietojamu un standartizētu valsts aizsardzības instrumentu.¹

Mūsdienās militāro uniformu uzdevumi ir nodrošināt aizsardzību pret apkārtējās vides un cilvēka radīto apdraudējumu, nodrošināt komfortu un saglabāt karavīra darba spējas un dzīvību ilgstošā laika periodā. Galvenās tendences uniformu izstrādē ir fizioloģiskais monitorings, aukstuma un karstuma aizsardzība, vizuālā un infrasarkanā spektra maskēšana, ožas un dzirdes detektēšana, ķīmiskās un bioloģiskās aizsardzības monitorings, aizsardzība pret uguni un ārējās vides apdraudējumu, aizsardzība pret dažāda veida ieročiem.

NBS nodrošinājuma sistēmā ir iekļauts arī ekipējums karavīriem, kas veic speciālas izlūkošanas operācijas, snaiperu operācijas, kā arī speciālo uzdevumu operācijas. Šādas darbības notiek gan Latvijas Republikas teritorijā, gan Starptautiskajās militārajās operācijās. Speciālo uzdevumu operācijas ir raksturojamas ar lielu risku pašiem karavīriem mākslīgā un dabīgā apdraudējuma dēļ, kā arī lielās fiziskās slodzes, ko galvenokārt veido speciālo uzdevumu izpildei nepieciešamais pārnēsājama materiāltehnisko līdzekļu daudzums un izvietojums uz ķermeņa, striktās prasības pret pārvietošanās ātrumu, kā arī stingrās prasības maskēšanai plašā elektromagnētiskajā spektrā, jo bieži uzdevumu izpilde var notikt dziļā pretinieka aizmugurē, atrautībā no sabiedroto spēkiem. Pasaules mērogā terorisma un separātisma draudi ir pieauguši, tas rada papildus pieprasījumu pēc speciālajiem uzdevumiem iekšējās drošības jomā, tajos pielietotajiem materiāltehniskajiem līdzekļiem un to pārnēsāšanas sistēmām slēptai un atklātai pārnēsāšanai. Karavīriem, veicot speciālos uzdevumus, jāpārvar ne tikai ārējo laikapstākļu izmaiņas, bet arī

¹ http://www.mod.gov.lv/Par_aizsardzibas_nozari/Politikas_planosana.aspx¹

reljefa īpatnības un jābūt psiholoģiski noturīgiem, lai spētu izpildīt uzdevumu. Karavīra priekšlaicīga atklāšana un identificēšana var novest pie viņa bojāejas, kas var ietekmēt arī politiskus lēmumus valsts interesēs. Līdz ar to karavīra ekipējumam ir izvirzāmas paaugstinātas drošības prasības.

Promocijas darba pamatojums:

Promocijas darba tēma atbilst aktualitātēm militāro uniformu un uzkabes projektēšanas, testēšanas un apgādes jomā, līdz šim NBS karavīra individuālā aizsardzības sistēma nav pēfita kompleksi, ņemot vērā konkrētus militāro operāciju izpildes apstākļus un karavīra fizioloģisko raksturojumu.

Promocijas darba tēmas aktualitāte:

Lai aizsargātu karavīra veselību un dzīvību dienesta pienākumu izpildes laikā, nepieciešams prognozēt apģērba komplekta īpašības. Atbilstošs ekipējums pasargā karavīru kaujas darbību vai glābšanas misiju laikā. Apģērba un uzkabes sistēmas konstruktīvais risinājums ietekmē karavīra spējas ātri un efektīvi izpildīt kaujas uzdevumus. Ieviešot sistēmā jaunus elementus, jāpārliecinās par to veiktspēju un atbilstību NBS prasībām, kā arī par savietojamību ar jau izmantojamajām aizsardzības sistēmas sastāvdaļām. Uniformu un materiāli tehnisko līdzekļu (MTL) komplektācija atbilstoši paredzamajiem karavīra uzdevumiem, komplektu aizsargīpašību prognozēšana un nodrošināšana konkrētos klimatiskajos un vides apstākļos samazina karavīru ķermeņa pārkaršanas (hipertermiju) vai ķermeņa atdzišanas (hipotermiju) risku, un ļauj izvairīties no neatgriezeniskiem smadzeņu bojājumiem vai ķermeņa apsaldējumiem. Nozīmīga loma ir arī uniformas maskēšanas īpašībām- vizuālā maskēšana izpildāmās operācijas vidē ar auduma apdrukas krāsas un raksta palīdzību, kā arī siltuma izstarojuma maskēšana no nakts redzamības aprīkojuma. Piedalīšanās NATO misijās un masu nemieru neregulēšanas operācijās norādīja uz nepieciešamību nodrošināt karavīru ekipējumu ar ugunsnoturības īpašībām. Sistēmiskai un mērķtiecīgai karavīra individuālās aizsardzības sistēmas pilnveidošanai ir nepieciešams izstrādāt zinātniski pamatotas metodes atsevišķu sastāvdaļu un pilno komplektu testēšanai un novērtēšanai.

Promocijas darba mērķis:

Pilnveidot Latvijas Nacionālo Bruņoto spēku karavīra individuālās aizsardzības sistēmu, izstrādājot zinātniski pamatotus ieteikumus apģērba un

ekipējuma testēšanai un komplektēšanai atbilstoši prognozējamajai lietošanas videi un apdraudējuma līmenim.

Promocijas darba uzdevumi:

1. Kaujas individuālās aizsardzības sistēmas primāro rādītāju atlase un ranžēšana
2. NBS personāla antropometriskā izpēte
3. Uniformas drānu un paketes īpašību izpēte
4. MTL slodzes un patērētās enerģijas prognozēšana
5. Bruņu uzkabes sistēmas vērtēšanas metožu izstrāde
6. KIAS MTL maskēšanas īpašību pilnveidošana
7. Uniformas ugunsnoturības īpašību izvērtēšana
8. Siltuma dūriena prognozēšana

Promocijas darba praktiskā nozīme:

- Izstrādāta KIAS arhitektūra, uz kuras pamata var tikt testēts un komplektēts apģērbs ar uzkabes elementiem konkrētai darba videi un uzdevumiem
- Noteiktas MTL īpašības un atlasītas/ izstrādātas to testēšanas metodes NBS iepirkumu tehnisko specifikāciju uzlabošanai vai izņēmuma iepirkuma statusa pamatošanai
- Noteikti NBS personāla antropometriskie parametri, kas izmantojami apģērbu iepirkumu izmēru sortimenta definēšanai
- Noteikts uniformas komplektu vienreizīgās lietošanas laika ierobežojums, kas ļauj novērst karavīru hipotermiju
- Veikta siltuma dūriena prognoze, kas ļauj plānot raksturīgākajos uniformu komplektos ģērto karavīru konkrētos apstākļos veicamo uzdevumu intensitāti un ilgumu, nepieļaujot viņu hipertermiju
- Izstrādāti ieteikumi KIAS maskēšanas īpašību uzlabošanai
- Izstrādāti ieteikumi ugunsnoturīgo materiālu integrēšanai KIAS
- Sistēmas kompleksa ieviešana NBS būtiski uzlabos karavīra drošību un kauspējas

Promocijas darba pētījuma metodes:

Promocijas darba pētījumos izmantotas gan standartizētas, gan oriģinālas pētījumu metodes: ekspertu aptauja, karavīra individuālās

aizsardzības sistēmas (KIAS) rādītāju apriorā ranžēšana, dokumentu analīze, materiāltehnisko līdzekļu (MTL) īpašību salīdzinošā vērtēšana, kompleksās defektācijas metode, novērtējums ar lauka eksperimenta un intervijas metodi, jaunizstrādāta MTL atbilstības tests, EUROFIT tests un stepergometrijas HARVARD STEPtests, MTL slodzes ietekme uz patērētās enerģijas līmeni, apģērba kārtu siltumpretestība, ūdens tvaiku pretestība, ūdens tvaiku caurlaidības indekss, gaisa caurlaidība, vēja noturība, masa un apjoms, aprēķinātais siltumaizsardzības ilgums, KIAS un guļammaisu komplektācijas siltumizolētspējas noteikšana, siltuma dūriena prognozēšanas metode, degīpašību noteikšana, uguns noturības manekena tests, aizsardzība pret ultravioletu starojumu, KIAS maskēšanās īpašību testi. Pētījumi veikti ar RTU DTI Tekstilmateriālzinību laboratorijas aprīkojumu, uz instrumentālā termomanekena Lundas universitātē (Zviedrija), Ādažu poligonā, LSPA laboratorijā.

Promocijas darba zinātniskais jauninājums:

- Izstrādāta KIAS struktūra ar ranžētiem sistēmas parametriem
- Izstrādātas bruņu uzkabes sistēmas novērtēšanas metodes
- EUROFIT testi un HARVARD STEP tests adaptēti apģērba un uzkabes komplektu atbilstības novērtēšanai
- Izstrādāta metode maskēšanas apdrukas efektivitātes novērtēšanai
- Izstrādāta metode uniformas un uzkabes komplektu termiskā starojuma maskēšanas novērtēšanai
- Izstrādāts matemātiskais modelis apģērbu paketes siltumizolācijas noteikšanai

Promocijas darba aprobācija:

Par promocijas darba galvenajiem rezultātiem ziņots 13 starptautiskās zinātniskās **konferencēs**:

1. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Torbicka, H. Small Arms Bullets in Body Armour Testing. Starptautiska zinātniski praktiska konference „Baltic Defence Research and Technology 2009”, Latvija, Rīga, 10.-11. septembris, 2009.
2. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Baltiņa, I., Zariņa, U. Fabric Selection for the Field Uniforms. 5th International Textile Clothing and Design Conference "Magic World of Textiles" (ITC&DC): Book of Proceedings, Horvātija, Dubrovnik, 3.-6. oktobris, 2010.
3. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Baltiņa, I., Zariņa, U., Piņķe, K. Degradation of the Camouflage Pattern and Textile of the Field

- Uniforms. No: 11th World Textile Conference (AUTEX 2011): Book of Proceedings: 11th World Textile Conference (AUTEX 2011), Francija, Mulhouse, 8.-10. jūnijs, 2011.
4. 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. No: Starptautiskā zinātniskā konference sporta zinātnē, Latvija, Rīga, 26.04.2012.
 5. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Baltiņa, I., Torbicka, H., Zariņa, U., Ābele, I. Heat Transfer and Physiological Evaluation of the Flame Retard Combat Individual Protection System. No: Innovative Textile for High Future Demands: 12th World Textile Conference AUTEX, Horvātija, Zadar, 13.-15. jūnijs, 2012.
 6. Viļumsone, A., Blūms, J., Vališeviskis, A., Baltiņa, I., Krieviņš, I., Ziemele, I., Šitvjenkins, I., Terļecka, G., Parkova, I., Šahta, I., Ābele, I., Dāboliņa, I., Grecka, M. Viedie apģērbi cilvēka drošībai un veselībai. No: Apvienotais pasaules latviešu zinātnieku III kongress un Letonikas IV kongress "Zinātne, sabiedrība un nacionālā identitāte": tēžu krājums: Apvienotais pasaules latviešu zinātnieku III kongress un Letonikas IV kongress "Zinātne, sabiedrība un nacionālā identitāte", Latvija, Rīga, 24.-27. oktobris, 2011.
 7. Šitvjenkins, I., Ābele, I., Viļumsone, A., Torbicka, H. Camouflage Protection Quality of the Combat Individual Protection System within Electromagnetic Spectral Band Range of 3 μm to 12 μm TIR (thermo infra-red). No: Riga Technical University 53rd International Scientific Conference: Dedicated to the 150th Anniversary and the 1st Congress of World Engineers and Riga Polytechnical Institute, Latvija, Rīga, 11.-12. oktobris, 2012.
 8. Torbicka, H., Šitvjenkins, I., Viļumsone, A. Quality of the Procurement Models and Supplying Norms of the Combat Individual Protection System. No: Riga Technical University 53rd International Scientific Conference: Dedicated to the 150th Anniversary and the 1st Congress of World Engineers and Riga Polytechnical Institute, Latvija, Rīga, 11.-12. oktobris, 2012.
 9. Ābele, I., Viļumsone, A., Šitvjenkins, I. Selection Criteria of Sleeping Bags. No: Abstracts of Riga Technical University 54th International Scientific Conference: Section: Material Science and Applied Chemistry: Riga Technical University 54th International Scientific Conference, Latvija, Rīga, 14.-16. oktobris, 2013.
 10. Šitvjenkins, I., Kuklane, K., Viļumsone, A., Ābele, I. Development of the combat sleeping bag system of the Latvian National Armed

- Forces. No: Conference, 6th European Conference on Protective Clothing and NOKOBETEF 11, Beļģi, Bruges, 14.-16. Maijs, 2014.
11. Šitvjenkins, I., Ābele, I., Kuklane, K., Viļumsone, A. Estimation of combat sleeping bag system of Latvian National Armed Forces. No: Conference abstract, 13th International Conference on Global Research and Education, Latvija, Rīga, septembris 10.-12., 2014.
 12. Šitvjenkins, I., Ziemele, I., Ābele, I., Pazāne, I., Viļumsone, A. Evaluation of camouflage. No: Conference abstract, 13th International Conference on Global Research and Education, Latvija, Rīga, septembris 10.-12., 2014.
 13. Ābele, I., Šitvjenkins, I., Viļumsone, A. The property of military sleeping bags. No: Conference abstract, 13th International Conference on Global Research and Education, Latvija, Rīga, septembris 10.-12., 2014.

Darba **ieviešana** notiek LR Nacionālajos bruņotajos spēkos un Iekšlietu ministrijas struktūrvienībās- Valsts Policijā, Valsts Robežsardzē, Ugunsdzēsības un glābšanas dienestā. Saskaņošanas stadijā ir projekts par visu (sešu) LR militarizēto iestāžu vienotas uniformu un materiāltehnisko līdzekļu struktūras, apgādes un loģistikas ieviešanas.

Promocijas darba autors ir darbojies kā pētnieks Eiropas Sociālā fonda līdzfinansētā **zinātniskā projektā** „Starpnozaru zinātniskās grupas izveidošana viedo tekstiliju jaunu funkcionālo īpašību attīstīšanai un integrēšanai inovatīvos izstrādājumos“. Līguma Nr. . 2009/0198/1DP/1.1.1.2.0./09/APIA/VIAA/148 s.

Promocijas darba autors ir 12 **zinātniski pētniecisko publikāciju** autors. Promocijas darba ietvaros veikto pētījumu rezultāti ir atspoguļoti starptautiskos un citos Latvijas Zinātnes padomes atzītos zinātniskos izdevumos.

Publikāciju saraksts:

1. Šitvjenkins, I. Karavīra individuālā aizsardzības sistēma. Rīga : VA Tēvijas sargs, 2008. 160 lpp
2. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A. Latvijas Republikas Nacionālo bruņoto spēku karavīra individuālās aizsardzības sistēma. Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija. 4. sēj., 2009, 68.-76. lpp. ISSN 1691-3132.
3. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Torbicka, H. Small Arms Bullets in Body Armour Testing. No: Starptautiska zinātniski praktiska

- konference „Baltic Defence Research and Technology 2009”, Latvija, Rīga, 10.-11. septembris, 2009, 1.-13.lpp.
4. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Baltiņa, I., Zariņa, U. Fabric Selection for the Field Uniforms. No: 5th International Textile Clothing and Design Conference "Magic World of Textiles" (ITC&DC): Book of Proceedings, Horvātija, Dubrovnik, 3.-6. oktobris, 2010. Zagreb: University of Zagreb, 2010, 717.-722.lpp.
 5. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Torbicka, H. Small Arms Bullets in Body Armour Testing. Militārais apskats Nr. 3/4 (132/133), 2009, 96.-106. lpp. ISSN 1407-1746
 6. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Ziemele, I., Zariņa, U., Piņķe, K. Karavīra individuālās aizsardzības sistēmas ugunsnoturības atsauci ietekmējošo faktoru apriorās ranžēšanas metode. Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija. Nr.5, 2010, 47.-55.lpp. ISSN 1691-3132.
 7. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Ābele, I., Pinke, K., Torbicka, H. Bruņu uzkabes sistēmas defektu analīze. Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija. Nr.5, 2010, 56.-63.lpp. ISSN 1691-3132.
 8. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Ziemele, I., Zariņa, U., Pinke, K. Soldier Individual Protection System Aprior Ranking of Functional Replies. Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija. Nr.5, 2010, 64.-71.lpp. ISSN 1691-3132.
 9. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Baltiņa, I., Zariņa, U., Piņķe, K. Degradation of the Camouflage Pattern and Textile of the Field Uniforms. No: 11th World Textile Conference (AUTEX 2011): Book of Proceedings: 11th World Textile Conference (AUTEX 2011), Francija, Mulhouse, 8.-10. jūnijs, 2011, 1083.-1087.lpp. ISBN 9782746628588.
 10. Krēsliņš, K., Šitvjenkins, I., Viļumsone, A. Karavīra individuālās aizsardzības sistēmas funkcija sprādziena pārspiediena iedarbības mazināšanā. Militārā zinātne, 2011, Nr.2, 130.-144.lpp.
 11. Šitvjenkins I., Steinbergs G. Karavīra modulāras mugursomas sistēma. - Rīga : NBS Nodrošinājuma pavēlniecība un NBS Mācību Vadības pavēlniecība, 2011. - 12 lpp
 12. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Zariņa, U., Ābele, I. Combat Individual Protection System Evaluation of Functional Replay Thermal Resistance Rct, Water Vapour Resistance Ret and Water Vapour Permeability Index im. Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija. Nr.6, 2011, 81.-91.lpp. ISSN 1691-3132.
 13. Šitvjenkins, I., Ābele, I., Viļumsone, A., Torbicka, H. Camouflage Quality Evaluation of the Combat Individual Protection System in the

Thermal Infrared Spectrum. Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija. Nr.7, 2012, 97.-106.lpp. ISSN 1691-3132. e-ISSN 2255-8888.

14. 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, No.1, 31.-46.lpp. e-ISSN 1691-9912. ISSN 1691-7669.
15. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Baltiņa, I., Torbicka, H., Zariņa, U., Ābele, I. Heat Transfer and Physiological Evaluation of the Flame Retard Combat Individual Protection System. No: Innovative Textile for High Future Demands: 12th World Textile Conference AUTEX, Horvātija, Zadar, 13.-15. jūnijs, 2012, 1073.-1078.lpp. ISBN 97895371105440.
16. Šitvjenkins, I., Viļumsone, A., Krēsliņš, K. KIAS-Mod1-LATPAT maskēšanas apdrukas transformācija KIAS-Mod11-LATPAT (EUROPE) maskēšanas apdrukā. 1. posms - izslēgšanas eksperiments. Militārā zinātne, 2012, Nr.2 (6), 80.-89.lpp. ISSN 1691-9300.
17. Igors Šitvjenkins, Kalev Kuklane, Ausma Viļumsone, Iveta Ābele. Development of the combat sleeping bag system of the Latvian National Armed Forces. No: Conference, 6th European Conference on Protective Clothing and NOKOBETEF 11., Beļģija, Bruģe, 14.-16. Maijs, 2014.

Promocijas darba galvenie pētniecības virzieni: kaujas individuālās aizsardzības sistēmas (KIAS) kvalitātes rādītāju atlasīšana un ranžēšana, uniformas drānu un apģērbu paketes īpašību izpēte, karavīra veiktspējas un fizioloģiskā stāvokļa prognozēšana atkarībā no klimatiskajiem apstākļiem, darba intensitātes un ilguma.

Promocijas darbs sastāv no trim pamatnodaļām, ievada, rezultātiem un secinājumiem, tajā iekļauta skaidrojumu un saīsinājumu vārdnīca, kā arī attēlu un tabulu saraksts.

Ievadā dots ieskats darba problemātikā, pamatota veikto pētījumu aktualitāte, formulēts darba mērķis un uzdevumi, raksturota darba aprobācija.

Darba pirmajā ir apskatīti LR Nacionālo bruņoto spēku (NBS) politiskie uzdevumi saskaņā ar Valsts aizsardzības koncepciju, raksturots karavīra individuālo aizsardzības sistēmas stāvoklis modernizācijas sākuma posmā un noteiktas problēmas promocijas darba pētījumiem.

Otrajā daļā apkopotas darbā izmantotās pētījumu metodes: aprakstīti standartizētie testi un oriģinālas testēšanas metodes, raksturota iegūto rezultātu ticamības pārbaude.

Trešajā promocijas darba nodaļā sniegti testu rezultāti, aprakstīta to ietekme uz uniformas un ekipējuma īpašībām, kā arī uz karavīra veiktspēju un drošību.

Promocijas darba rezultāti un secinājumi ir apkopoti darba noslēguma nodaļā.

1. KAUKAS INDIVIDUĀLĀ AIZSARDZĪBAS SISTĒMA

2008.gada 19.jūnijā Latvijas Republikas Saeimā tika apstiprināta Valsts Aizsardzības koncepcija [113], saskaņā ar kuras 24.3.6.punktu, Latvijas Republikas Nacionālajiem bruņotajiem spēkiem (NBS) vidējā termiņā jānodrošina vada līmeņa vienību izvietošana un pastāvīga uzturēšanās operācijas rajonā līdz 15 000 kilometru attālumā no Latvijas robežas, rotas līmeņa vienību - līdz 5000 kilometru attālumā, divu rotu līmeņa vienību - līdz 3000 kilometru attālumā (att. 1.1.). Karavīra aizsardzība tiek veidota atbilstoši prioritāro ķermeņa daļu aizsardzības principam. Nacionālajos Bruņotajos spēkos ir izveidota Karavīra individuālā aizsardzības sistēma (KIAS), kura pamatā ir vairāku tehnisko, politisko, ekonomisko prasību kopums, atbilstoši pašreizējai pasaules ģeopolitiskai situācijai.

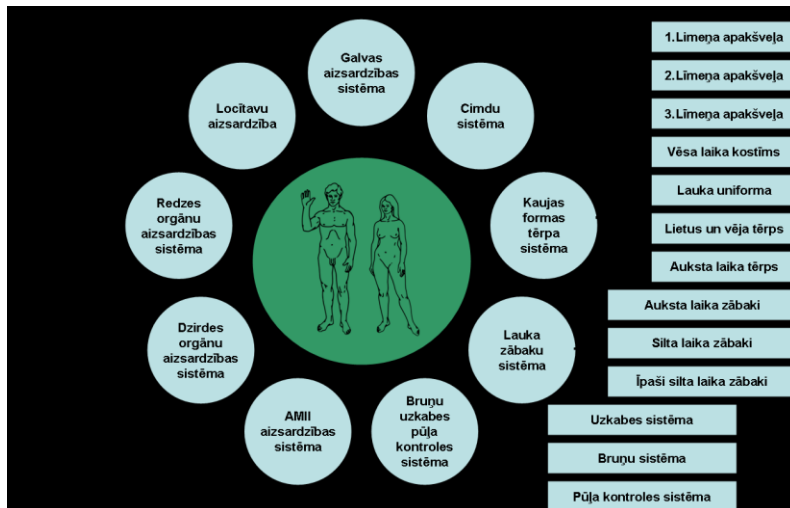
Karavīri militāro operāciju un mācību laikā ir pakļauti dabīgam un mākslīgajam apdraudējumam. Nepietiekama apdraudējumu prognozēšana var radīt kļūdas karavīru nodrošinājumā un kaujas spēju samazināšanos. Savukārt pārspīlētas apdraudējumu prognozes un nepareizi izdarīti secinājumi var novest pie nevajadzīgi liela skaita aizsardzības slāņu izveides un nepamatoti lielu finanšu līdzekļu pieprasījuma. Konkrētā uzdevumu izpildes laikā mākslīgais un dabīgais apdraudējumi var darboties vienlaicīgi, paaugstinot kopējo apdraudējumu vairākkārtīgi.

Svarīgs uzdevums individuālā ekipējuma optimizācijai vienmēr ir kopējā svara samazināšana, saglabājot izdzīvošanas un uzdevuma izpildei vajadzīgās kaujas spējas. Pārnēsājamās nastas masa tiek noteikta atkarībā no uzdevuma un paša karavīra svara. Pārāk smagas nastas strauji samazinās karavīra kaujas spējas, paaugstinās ķermeņa iekšējo temperatūru un radīs briesmas dzīvībai.

Karavīriem veicot tiešos dienesta pienākumus raksturīgākā ķermeņa siltumprodukcija sasniedz no 40 W/m² līdz 400 W/m², kas pēc ISO 11079 un ISO 8996 atbilst darbam no „atpūtas” līdz „ļoti smagu darbu izpildei” (ar ierobežojumu 1–2 stundas); atsevišķajos gadījumos – līdz 600 W/m², ievērojami pārsniedzot maksimāli pieļaujamās robežas, kas ISO 11079 un ISO 8996 definētas kā 400 W/m² divu stundu laikā.

Ņemot vērā Latvijas Republikas klimata apstākļus un siltumprodukcijas diapazonus, ir jānodrošina formas tērpa pamata komplekta atbilstība šādiem fizioloģiskās kvalitātes bāzes rādītājiem:

- komplekta maksimāla siltumizolācija ne mazāk kā $I_{cl} = 4.23 \text{ clo}$ ($0.606 \text{ m}^2\text{W/K}$);
- ūdens tvaika pretestība ne vairāk kā $Ret = 86.7 \text{ m}^2\text{Pa/W}$;
- ūdens tvaika caurlaidības indekss ne mazāk kā $im = 0.76$. saskaņā ar ISO 15831, un ASTM F 2370 eksperimenti uz instrumentāla manekena.



1.1. att. Karavīra individuālās aizsardzības sistēma [autora attēls]

Maskēšanās apdrukai ir būtiska loma noteiktas valsts karaspēka vizuālajā atpazīšanā un karavīru individuālajā aizsardzībā. Turpinās maskēšanas apdruckas modernizācija atbilstoši uzdevumam izstrādāt maskēšanas apdrucku reģionam līdz 3000 km attālumā no Latvijas Republikas teritorijas, Eiropas reģionam un kaujai bieži apbūvētās vietās (A3 – intermediate klimata reģioni atbilstoši NATO AECTP-230).

Pēdējos gados izplatību ir guvuši novērošanas līdzekļi, kas darbojas viļņu diapazonos 3 – 5 μm un 8 – 12 μm , jeb infrasarkanā (termālajā) diapazonā un paredzēti siltuma avotu identificēšanai dažādās distancēs. Tādēļ nepieciešams novērtēt KIAS maskēšanās spēju dažādā attālumā ar termālās novērošanas līdzekļiem.

Kaujas darbībā un masu nemieros būtiska nozīme ir arī KIAS spējai aizsargāt pret uguns apdraudējumu. var rasties pamata trīs veidos – atklātas liesmas termiskais apdraudējums, sekundārais apdraudējums un netīšs apdraudējums. Atklātas liesmas termisko apdraudējumu ģenerē tīša darbība no attiecīga tipa ieročiem – liesmu metēji, napalms, aizdedzinošie šķidrumi nemieru laikā un citi. Sekundārais ir apdraudējums, kas ģenerējas jau pēc ieroču un munīcijas darbības, kā, piemēram, munīcijas sprādzieni, kad apdegumus iegūst no aizdedzinātām degvielām un smērvielām, kā arī no degošiem MTL, tajā skaitā KIAS ietilpstošiem MTL. Netīšs apdraudējums rodas saskaroties ar uzkaršu virsmām, piemēram, ieroču detaļām, mašīnu elementiem un citiem, kas rada apdegumus [6]. Apdegumus mēdz iedalīt trīs līmeņos. Pirmās pakāpes apdegumiem raksturīgs apsārtums un viegls uztūkums, otrās pakāpes apdegumu gadījumā karstums skāris arī dziļākus ādas slāņus un veidojas čūlas, bet trešās pakāpes apdegumu rezultātā cieš dziļāki ķermeņa audi [24, 51, 109, 110, 112, 114, 115, 122, 133, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 147].

ASV militārie pētnieki veikuši vairāku apģērbu slāņu kombināciju kvalitātes novērtējumu atbilstībai uguns apdraudējumam uz instrumentālā manekena. Par apdraudējuma līmeni tika pieņemta siltuma plūsma 2.0 cal cm²sek, kas raksturo operācijas laikā iespējamo uguns apdraudējuma siltuma plūsmu, kurā var izdzīvot, ja iedarbības laiks ir īss. Par kvalitātes rādītāja raksturlielumu tika izvēlēts laiks sekundēs, kurā ķermenis iegūst 20% 2.pakāpes apdegumus un 5% 3.pakāpes apdegumus no ķermeņa kopējās virsmas. Neskatoties uz kvalitātes rādītāja raksturlieluma piesaisti ķermeņa kopējam virsmas laukumam, informācijas avotos norādīti papildus kritēriji apdegumu novērtēšanai hospitalizācijas nepieciešamībai. Par pamata ārējo slāni tika izvēlēts uguns noturīgs apģērbs, katrs papildus apģērba slānis nodrošina lielāku siltuma izolāciju un līdz ar to lielāku uguns noturību. ASV Armijas pētījumā tika secināts, ka nepieciešams ievest kombinezonu aizsardzībai pret uguns apdraudējumu arī sauszemes karavīriem.

Pie vienādiem apstākļiem aizsardzību pret uguns apdraudējumu galvenokārt nosaka ārējais apģērbu slānis. Materiāli ar lielāku virsmas blīvumu nodrošina labāku aizsardzību pret uguns apdraudējumu. Kombinezons nodrošina lielāku aizsardzību nekā apģērbs, kas sastāv no jakas un biksēm.

Promocijas darbā testētas KIAS sastāvdaļu īpašības un vērtētas to aizsargspējas un atbilstība definētajām prasībām.

2. PĒTĪJUMU METODES

Promocijas darbā izmantotas daudzveidīgas pētījumu metodes, kuras ļāva veikt KIAS kvalitātes rādītāju ranžēsānu un grupēšanu, noteikt atsevišķu KIAS kvalitātes rādītāju vērtības un to pilnveidošanas ceļus.

Pētījuma KIAS primāro rādītāju atlasē, bruņu uzkabes sistēmu vērtēšanā, bruņu paneļu salīdzinošajā vērtēšanā, apdrukas LATPAT (EUROPE) vērtēšanā un KIAS ugunsnoturības pilnveidošanā izmantota **ekspertu aptaujas metode**. Par ekspertu atlasē kritērijiem tika noteiktas šādas prasības – dienesta, tai skaitā kaujas pieredze un ilgums Nacionālajos Bruņotajos spēkos un dienesta pienākumu veikšana Latvijas teritorijā, ārvalstu misijās Afganistānā un Irākas teritorijā. LATPAT (EUROPE) vērtēšanā kā ekspertu papildus atlasē kritēriji tika noteikta pieredze apvidus novērošanā un maskēšanās iemaņās.

KIAS primāro rādītāju atlasē, bruņu uzkabes sistēmu vērtēšanā, bruņu paneļu salīdzinošajā vērtēšanā, LATPAT transformācija LATPAT (EUROPE), KIAS ugunsnoturības pilnveidošanā izmantota rādītāju **ranžēšanas metode** [132]. Aptaujas rezultātu adekvātuma pārbaudei tika pielietots Spīrmena rangu korelācijas koeficients, ekspertu viedokļu saskaņu pārbaudei izmantots Kendela jeb konkordācijas koeficients.

KIAS primāro kvalitātes rādītāju atlasē, ložu apdraudējumu un tā atbilstība testa metodēm, bruņu uzkabes sistēmu vērtēšanā, bruņu paneļu **salīdzinošajā vērtēšanā**, LATPAT (EUROPE) novērtēšanā un KIAS ugunsnoturības pilnveidošanā izmantota oficiālo dokumentu analīzes metode. Oficiālo **dokumentu analīzē** tiek izmantoti juridiski, spēkā esoši NATO Standartizācijas līgumi (STANAG), Nacionālo Bruņoto Spēku normatīvie dokumenti un citu sabiedroto valstu militāro pētījumu dokumenti.

Salīdzinošās analīzes metode izmantota bruņu paneļu izvēlē. Par pamatu vērtēšanas metodikas izstrādei izmantoti ranžēšanas rezultāti. Bruņu uzkabes sistēmu kvalitātes kritēriji tiek saranžēti pēc to svarīguma. **Defektācijas metode** ir balstīta uz novērošanas metodi reālā vidē un priekšmetu uzglabāšanas vietā. Novērošanai veikta priekšmetu izpēte, salīdzinājums ar pilnīgi jaunu izstrādājumu, izveidota defektu uzskaites karte, norādot defekta veidu un izstrādājuma numuru. Katram izstrādājuma veidam tika veļtīta sava uzskaites karte.

Jaunizstrādāta MTL testēšana veikta uzņēmumā NFM Group AS izstrādātai bruņu uzkabes glābšanas sistēmas JSF-Mod1-BUG sistēmai. [40, 41, 53, 111]. Testēšanas procedūras izstrāde balstīta uz NATO STANAG 2138 „Troop trials principles and procedures – combat clothing and personal equipment” („Testēšanas principi un procedūras – kaujas tērps un individuālais ekipējums”) [91]. Testēšanas komisijas izveidei no NBS vidus tika izraudzīti 7 locekļi, no kuriem viens izvirzīts par komisijas vadītāju. Komisijas sastāvā tika iekļauti pārstāvji no visiem ar vestes ieviešanu un lietošanu saistītajiem dienestiem: Nodrošinājuma pavēlniecības, Jūras spēku flotiles, Gaisa spēku Aviācijas eskadrijas, Aizsardzības Zinātņu pētnieciskā centra. Tā kā testēta glābšanas veste, lai pārbaudi tuvinātu reāli iespējamajiem glābšanas apstākļiem, par testēšanas vietu tika izvēlēta JSF bāze Rīgā. Vestes pārbaude tika veikta Buļļupē uz JSF patruļkuģa P-05. Testēšanas metodika, programma un gaita ir protokolēta.

Analizējot KIAS ietekmi uz fizisko stāvokli laikā dažādām slodzēm, izmantotas **Eurofit un Harvarda** testu metodes. EUROFIT fiziskās sagatavotības testēšana kompleksā ir iekļauta antropometrijas, kardiorespiratoro spēju un fiziskās sagatavotības tests. Eksperimentā tika iesaistīti seši NBS karavīri. Divi karavīri no NBS Apvienotā štāba bataljona un četri karavīri no NBS Speciālo uzdevumu vienības.

Siltumpretestības pārbaude veikta atbilstoši standartam LVS EN 31092:2002 „Tekstilizstrādājumi. Fizioloģisko īpašību noteikšana. Metodes, kā noteikt siltumpretestību un ūdens tvaika pretestību stacionāros apstākļos (svīstošas aizsargātas sildplates tests)” [84], kas ir identisks Eiropas standartam EN 31092: 1993 „Textiles – Determination of physiological properties – Measurement of thermal and water – vapour resistance under steady – state conditions (sweating guarded – hotplate tests) [50] (ISO 11092:1993). Eksperiments veikts, izmantojot „Sensors Instruments & Consulting” nesagraujošo siltumpretestības un ūdenstvaika pretestības testēšanas iekārtu Permetest un programmnodrošinājumu „Permetest Data Evaluation V2.3”. Iekārtas siltuma caurlaidības mērījumu diapazons no 1 līdz 50 W/m²K, siltuma pretestības mērījumu diapazons no 0.02 līdz 1 m²K/W, imitētās cilvēka ādas temperatūras 35 0C [38]. Programmnodrošinājuma izejošie siltumpretestības rādītāji atbilst ISO 11092:1993 standartam, jo aprēķināti atbilstoši standarta formulām [41].

Pārbaudes veiktas KIAS ietilpstošu materiāltehnisko līdzekļu slāņu kombinācijām dažādām ķermeņa daļām – galvas daļai - trīs kombinācijās, kakla daļai - četrās kombinācijās, ķermeņa augšējai daļai (bez cimdkiem) desmit kombinācijās, ķermeņa lejas daļai (bez pēdģērbiem) divpadsmit kombinācijām. Līdzīgi noteikta **ūdens tvaika pretestība un ūdens tvaiku caurlaidības indekss**.

Gaisa caurlaidību atbilstoši standartam LVS EN ISO 9237:2000 „Tekstilizstrādājumi - Izstrādājumu gaisa caurlaidības noteikšana” noteikta DTI Materiālzinību laboratorijā.

Siltuma dūrienu ietekmē šādi faktori: operacionālā lauka dabīgais apdraudējums: paaugstināta gaisa temperatūra un mitrums, karavīra liela fiziskā slodze uzdevumu izpildes laikā, ko rada paša karavīra fiziskā pārvietošanās dažāda veida apvidos; karavīra nesamā ekipējuma, individuālo aizsardzības līdzekļu, ieroču, munīcijas, sakaru līdzekļu, izdzīvošanas un pastāvēšanas sistēmu un kaujas formas tērpa masa; ierobežotā siltuma apmaiņa ar apkārtējo vidi caur kaujas uniformu un ekipējumu. Saskaņā ar NATO normatīvajiem aktiem, siltuma dūriena prognozei izmanto aprēķina modeli rektālās temperatūras (Tref) noteikšanai, papildus NBS lieto Lund Universitātes izstrādāto PHS2 aprēķinu modeli. Iemesls Lund Universitātes izstrādāto PHS2 aprēķinu modeļa izmantošanai ir ierobežojumi, kas pastāv citos aprēķinu modeļos attiecībā uz aizsardzības sistēmas daudzumu uz ķermeņa, ko ierobežo ar 1 clo (0.155 m²K/W) siltumizolācijas konkrētas apģērba sistēmas kombinācijai.

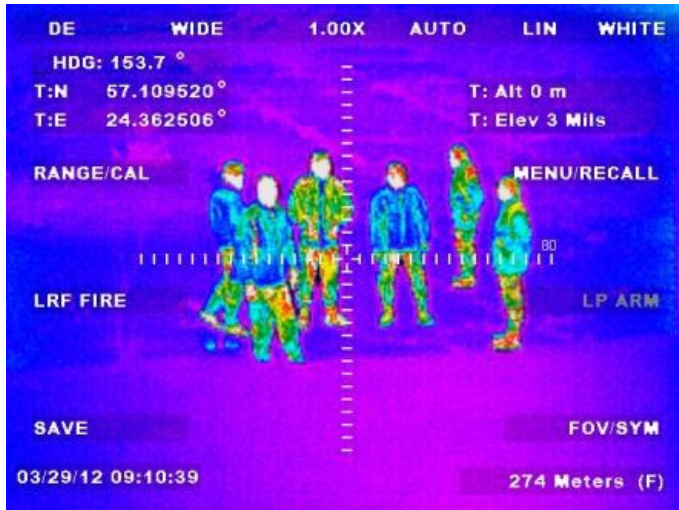
Nosakot prasības **ugunsnoturībai** KIAS ietilpstošajiem MTL, veic pārbaudi atbilstoši standartam LVS EN 367:1992 „Aizsargapģērbs – Aizsardzība pret karstumu un liesmām – Karstuma pārnese noteikšana ar liesmu”. Pārbaudi veic 20 drānu paraugiem, nosakot karstuma pārnese indeksu. Nosakot KIAS ietilpstošajiem MTL degīpašības, veic pārbaudi atbilstoši standartam LVS EN ISO 6940:2000 „Tekstilizstrādājumi - Degīpašības – Aizdegtiesspējas noteikšana vertikāli novietotiem paraugiem”, aizdedzinot pie virsmas un pie malas. Pārbaudi veic 20 drānu paraugiem, nosakot karstuma pārnese indeksu. **Ugunsnoturības manekena testu** veic atbilstoši standartam ISO 13506 „Aizsargapģērbs. Aizsardzība pret karstumu un liesmām – Gatava izstrādājuma pārbaudes metode – apdeguma traumu prognozēšana lietojot instrumentālo manekenu”. Pārbaude sniedz iespēju novērtēt prognozēto apdeguma pakāpi visās ķermeņa zonās, izņemot pēdas,

plaukstas un galvas augšējo daļu. Ķermeņa zonās apdeguma pakāpes novērtētas šādā skalā: nav apdeguma, sāpes, 1. pakāpes apdegums, 2. pakāpes apdegums, 3. pakāpes apdegums. Tiek veikti 19 testi ar kaujas individuālās aizsardzības sistēmām.

KIAS ietilpstošo MTL izejmateriālu paraugu tests **aizsardzībai pret ultravioleto starojumu** veikts atbilstoši standartam LVS EN 13758-1:2002 :”Tekstilijas. Spēja sargāt pret saules ultravioleto starojumu – 1 daļa : Apģērbu audumu testēšana.” Aizsardzības pārbaudei pret ultravioleto starojumu tika sakomplektēti 20 KIAS ietilpstošo materiālu paraugi [9]. \

Aizsardzība pret siltuma starojuma noteikšanu ar nakts redzamības aprīkojumu nav izmērāma ar standartizētiem testiem. Tāpēc tika radīta atsevišķa novērtēšanas procedūra, pamatojoties uz STANAG 2138 PPS vadlīnijām. KIAS ietilpstošo MTL **maskēšanās** novērtēšanai plašā elektromagnētiskajā spektrā viļņu diapazonos 3 – 5 μm un 8 – 12 μm (att.2.1) tika veikts kontrolējams lauka eksperiments: vieta – NBS Ādaži poligons E-sektors, apmācies, lietus un slapjš sniegs, ziemeļrietumu vējš 7-14 m / sek, gaisa temperatūra + 2 + 40C, diennakts gaišais laiks. Eksperimenta ietvaros tika veikta maskēšanās kvalitātes novērtēšana četrās distancēs (30 m, 130 m, 276 m un 426 m) un atsevišķa distance novērtējumam guļammaisos (5 m). Eksperimentam tika sakomplektētas 11 minētajiem laika apstākļiem atbilstošas KIAS MTL kombinācijas. Novērtēšanai tika izmantota ASV kompānijas FLIR Systems Inc. termālās novērošanas ierīce B2-FO.

TIR aizsardzības kvalitāte tika novērtēta izmantojot iegūtā attēla krāsu apgabalus, dalot tos raksturīgākajos taisnstūros un mērot to laukumu. Tika pieņemti šādi novērtējumi TIR attēla krāsu apgabaliem: violeta, tumši zila krāsa – teicama TIR aizsardzība; gaiši zila un zaļa – laba; zaļa – apmierinoša; dzeltena un sarkana krāsa – neapmierinoša; neaizsegta ķermeņa zonas (seja) – tika uzskaitītas atsevišķi.

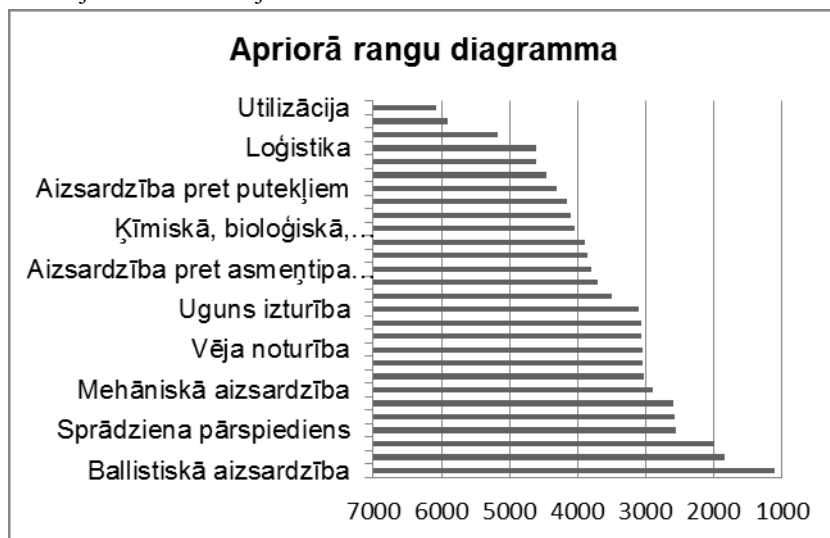


2.1.att. karavīri gatavojoties eksperimentam, attēls tir diapazonā [autora attēls]

Kopējas TIR aizsardzības laukums veidojas summējot katras krāsas apgabalu laukumus, iekļaujot arī neaizsegtās ķermeņa zonas. Par atbilstošu TIR aizsardzību tika uzskatīti apgabali, kuri ieguvuši teicamu, labu un apmierinošu novērtējumu.

3. PĀRBAUŽU REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

KIAS primāro kvalitātes rādītāju atlase balstīta uz NATO Standartizācijas līgumiem (STANAG), Nacionālo Bruņoto Spēku normatīvajiem dokumentiem un citu sabiedroto valstu militārajiem pētījumiem, atbilstoši veicamo darbu specifikai un apdraudējumu veidiem, civilajiem standartiem, kā arī ņemot vērā tehniski ekonomiskos rādītājus [3, 4, .43, 44, 45, 46, 47, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 86, 108, 151, 152, 154, 156, 157, 158, 159, 161, 162]. Par ekspertiem tika uzaicināti 14 Latvijas Republikas Nacionālo bruņoto spēku pārstāvji. Ekspertu aptauja tika veikta ar anketēšanas metodi, katram individuāli izsniedzot anketu ar primārajiem 28 kvalitātes rādītājiem. Kvalitātes rādītāju izvietojums sarakstā nejaušs.



3.1. att. KIAS kvalitātes rādītāju iedalījums grupās

KIAS **primāro kvalitātes rādītāju grupēšanas** rezultātā iegūts KIAS 28 primāro kvalitātes rādītāju rangs masīvs (att.3.1), ko var sagrupēt sešās pamata KIAS kvalitātes grupās, kas ietver aizsardzības īpašības, karavīra kaujas spēju ietekmējošas īpašības un tehniski ekonomiskos rādītājus. Var uzskatīt, ka

faktoru grupēšana apakšgrupās ir veikta pareizi, jo visos gadījumos aprēķinātais Linka-Vollesa kritērijs ir mazāks par tā tabulēto vērtību.

NBS **antropometriskā izpēte** tika veikta izmantojot vienību datus. Vidējie statistiskie dati NBS karavīram atbilstoši ģenerālkopas mērījumiem ir šādi: augums 179 cm (3360 karavīru mērījumi), krūšu apkārtmērs 106 cm (3351 karavīru mērījumi), vidukļa apkārtmērs 94 cm (3351 karavīru mērījumi), galvas apkārtmērs 57 cm (3358 karavīru mērījumi), zābaku izmērs 43 (3363 karavīru mērījumi), gurnu apkārtmērs 105 cm (3350 karavīru mērījumi). Karavīru krūšu un vidukļa apkārtmēru korelācijas koeficients ir $r = 0,91$; krūšu un gurnu apkārtmēriem korelācijas koeficients ir $r = 0,74$; vidukļa un gurnu apkārtmēru korelācijas koeficients ir $r = 0,71$; augums un zābaku izmēri korelē ar koeficientu $r = 0,80$. Ķermeņa virsmas laukums $S = 2,02 \text{ m}^2$, pēc Du Bois formulas ISO 8996 „Ergonomics of the thermal environment – Determination of metabolic rate” [67], vidējā karavīra masa ir 84 kg.

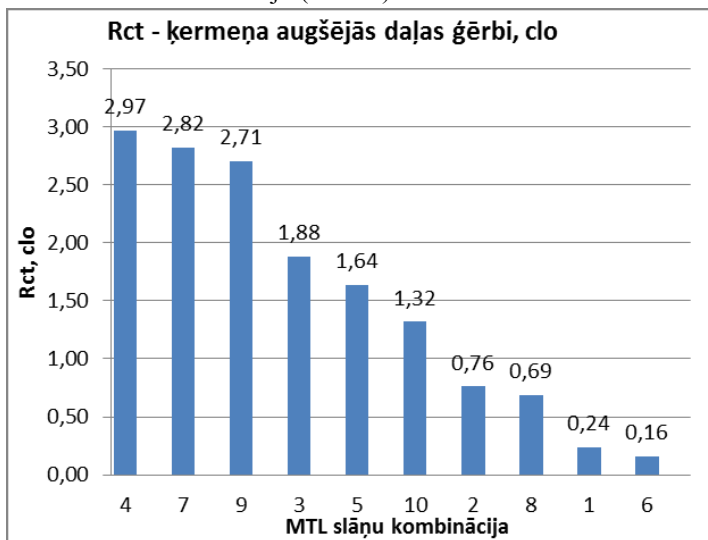
Promocijas darba ietvaros tika veikta visu atsevišķo KIAS 7 slāņu pamatkomplektā ietilpstošo tekstildrānu fizikālo un mehānisko īpašību (tab.3.1) izpēte. Tā kā atbilstoši konkrētajiem apstākļiem un uzdevumiem apģērbu slāņi tiek savstarpēji kombinēti, apģērba paketes siltuma izolācijas, gaisa un ūdens tvaika caurlaidības īpašību izpētei tika veidoti raksturīgākie ģērbu komplekti ķermeņa augšdaļai (iekļauts kopsavilkumā), lejas daļai, kakla daļai un galvassegas.

3.1.tabula
Ģērbu kombinācijas ķermeņa augšdaļai

Ģērbu kombinācijas Nr	2.līmenis	3.līmenis	Vēsa laika jaka	GoreTe x jaka	Snugpak jaka ar kapuci	Paketes biezums, mm	Virsmas blīvums g/m ²
1.	x					0.7	115
2.	x	x				2.8	345
3.	x	x	x			7.1	708
4.	x	x	x		x	11.1	963
5.	x	x	x	x		7.5	898
6.	x			x		1.2	305
7.	x	x			x	6.9	600
8.	x	x		x		3.3	535
9.	x		x		x	9.1	733
10.	x		x	x		5.5	668

Secināts par nepietiekamu KIAS siltumizolācijas līmeni aukstā klimata zonām C2 – C4, kam saskaņā ar ISO 11079 ir nepieciešama siltuma izolācija

no 3 līdz 4.5 clo. Pētījumā konstatēts, ka pie vienādiem apstākļiem membrānas lamināti samazina siltumizolāciju (att. 3.2)



3.2.att. Siltumizolācija R_{ct} – ķermeņa augšējās daļas ģērbi

KIAS siltumizolācijas matemātiskais modelis tiek izveidots ar mērķi prognozēt dažādu MTL kombināciju siltumaizsardzības īpašības. Par mainīgiem faktoriem eksperimentā siltumizolācijas funkcijas matemātiska modeļa izveidei tika izvēlēti trīs iespējamie faktori: slāņu skaits, slāņu virsmas blīvums un slāņu biezums. Korelācijas analīze uzrādīja faktoru slāņu virsmas blīvums un slāņu biezums savstarpējo atkarību $R^2=0,8086$.

Saskaņā ar faktoru korelācijas analīzes rezultātiem turpmāk eksperimentos palikuši divi faktori – drānu paketes slāņu skaits un slāņu kopējais biezums, kuriem korelācijas analīze neuzrādīja savstarpējo saikni.

Kopas korelācijas koeficienta $R^2=0,5071$ ticamība novērtēta, lietojot Fišera kritēriju.

No eksperimenta rezultātiem

$$F_{\text{exp}} = \frac{R^2(m - k - 1)}{(1 - R^2)k} \quad (3.1)$$

, kur m - izmēģinājumu skaits 11;

k – pazīmju (parametru), neatkarīgo mainīgo skaits, 2.

Aprēķinātais $F_{exp} = 4,115$, $F_{tab} = 4,459$ salīdzināts ar atbilstošo kritisko tabulēto vērtību pie ticamības 95%. Brīvības pakāpju skaits $v_1 = k-2$, $v_2 = m-k-1 = 11-2-1=8$

Tā kā $F_{exp} < F_{tab}$, tad pētītā sakarība (sk. 3.4.att. b) ir nenozīmīga, proti, faktori ir savstarpēji neatkarīgi. Matemātiskā modeļa ieguvei tika pielietots pirmās pakāpes divu faktoru ortogonālais plāns sk.3.2.tabula.

Variācijas intervāls faktoram “drānu paketes slāņu skaits” $\Delta X_1=1$ un “drānu paketes biezums” - $\Delta X_2= 4,2$. Faktoru naturālās vērtības normalizētas, lietojot simetrisko kodēšanu.

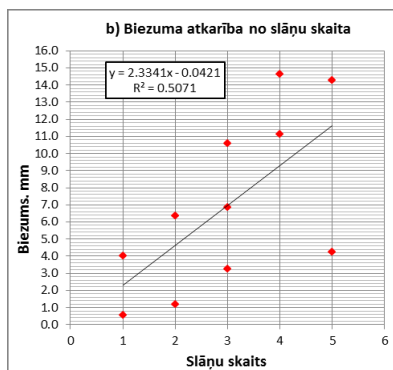
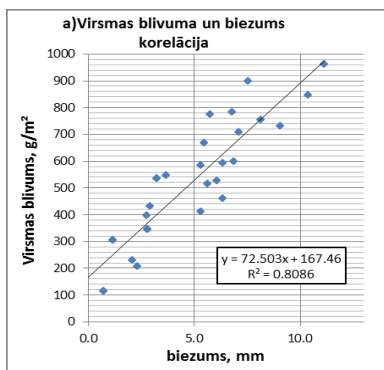
$$x_{ij} = \left(\frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{\Delta X_j} \right) \quad (3.2)$$

kur X_{ij} - j- tā faktora naturālā vērtība i- tajā līmenī;

\bar{X}_j - j- tā faktora naturālās vērtība vidējā līmenī;

ΔX_j - j- tā faktora līmeņu variēšanas intervāls/diapazons.

Attiecīgi kodētā veidā faktori $x_1=(X_1-4)/1$ un $x_2=(X_2-8.4)/ 4,2$. Eksperimenta plāns, darba plāns, rezultāti un regresijas koeficientu aprēķins apkopoti tabulā 3.2.



3.3. Faktoru korelācijas analīze

3.2.tabula
 Regresijas koeficientu aprēķins

Nr	Eksperimenta plāna matrica			Darba matrica		\overline{Y}_u , Ret m ² K W	Regresijas vienādojuma koeficienti		
	x ₀	x ₁	x ₂	Slāņu skaits X _l	Biezums X ₂ , mm		x ₁ *y	x ₂ *y	x ₁ *x ₂ *y
1	1	1	1	5	12,6	0,388	0,39	0,39	0,39
2	1	-1	1	3	12,6	0,570	-0,57	0,57	-0,57
3	1	1	-1	5	4,2	0,127	0,13	-0,13	-0,13
4	1	-1	-1	3	4,2	0,266	-0,27	-0,27	0,27
						0,3378	-0,0804	0,1412	-0,0106
						b ₀	b ₁	b ₂	b ₁₂

Eksperimenta parametri, izmēģinājumu skaits $N = 4$, novērojumu skaits $n = 10$, faktoru skaits $k = 2$. Tika iegūti šādi regresijas koeficienti sk.3.2.tab.

Regresijas koeficientu nozīmīguma pārbaudei lietots apgalvojums, ka regresijas koeficients ir nozīmīgs, ja tā absolūtā vērtība ir lielāka par ticamības intervālu

$$P(b_i - \Delta b_i \leq \beta_i \leq b_i + \Delta b_i) = \alpha, \quad (3.3)$$

kur

$b_i - \Delta b_i$; $b_i + \Delta b_i$ – regresijas koeficientu ticamības intervāli;

$\alpha = 0,05$ ticamības varbūtība apgalvojumam, ka aprēķinos atrastā koeficienta b_i vērtība atšķiras no tā patiesās vērtības β_i par lielumu, kurš nepārsniedz koeficientu novērtējuma kļūdu Δb_i .

$$\Delta b_i = \pm \frac{t \cdot s(y)}{\sqrt{N \cdot n}} = 0,0085, \quad (3.4)$$

kur

t – Stjudenta kritērijs (varbūtībai 95% $t=2$);

$s\{y\}$ – tuvināta restaurācijas-atjaunošanas kļūdas vērtība;

N – izmēģinājumu skaits, kuri ņemti vērā nosakot regresijas koeficientus ($N=4$);

n – novērojumu skaits izmēģinājumā ($n=10$).

$$s\{y\} = 2.67E - 04, \text{ jo } s^2\{y\} = \frac{s_E}{f_E} = \frac{\sum_i^N \sum_u^n (y_{uj} - \bar{y}_u)^2}{\sum_i^N (n-1)} = 7.15E - 04, \quad (3.5)$$

kur s_E - noviržu kvadrātu summa, kas saistīta ar restaurēšanas dispersiju;

f_E – brīvības pakāpju skaits, vienāds ar starpību starp visu eksperimentā veikto novērojumu skaitu N_{kop} un atsevišķo izmēģinājumu skaitu N , $f_E = N(n-1)=36$;

y_{uj} – atsaucis vērtība novērojumā;

\bar{y}_u - vidējā aritmētiskā atsaucis vērtība izmēģinājumā.

Regresijas koeficientu nozīmīguma pārbaude uzrādīja koeficienta b_{12} mazo nozīmi ar varbūtību 95% ($\alpha=0,05$), jo tā vērtība $b_{12} = -0,01$ ir ļoti tuva koeficientu kļūdas lielumam $\Delta b_i = \pm 0,0085$. Līdz ar to koeficients tika pielīdzināts nullei un izslēgts no regresijas vienādojuma.

Līdz ar to KIAS siltumizolācijas pārbaudāmais matemātiskais modelis ir:

$$y = 0,3378 - 0,0804x_1 + 0,1412x_2 \text{ jeb atkodētā veidā naturālām vērtībām } Y = 0,3770 - 0,0804X_1 + 0,0336X_2.$$

Matemātiskā modeļa adekvātuma pārbaudei tika aprēķināta Fišera kritērija vērtība un

$$F_{apr} = \frac{s_{ad}^2}{s^2\{y\}} = 6,3 \text{ un noskaidrota tabulētā vērtība}$$

$F_{tab} \approx 250$, ņemot vērā, ka $s^2\{y\} = 7.15E-04$ un adekvātuma dispersija $s_{ad}^2 = 4.47 E-04$

pie brīvības pakāpju skaita $f_{ad} = N-k-1=1$, kur k – neatkarīgo faktoru skaits.

Redzams, ka $F_{apr} < F_{tab}$, Tas ļauj apgalvot, ka iegūtais regresijas vienādojums vai KIAS siltumizolācijas matemātiskais modelis ir adekvāts.

Adekvātuma pārbaudes dati sk.3.3.tabulā

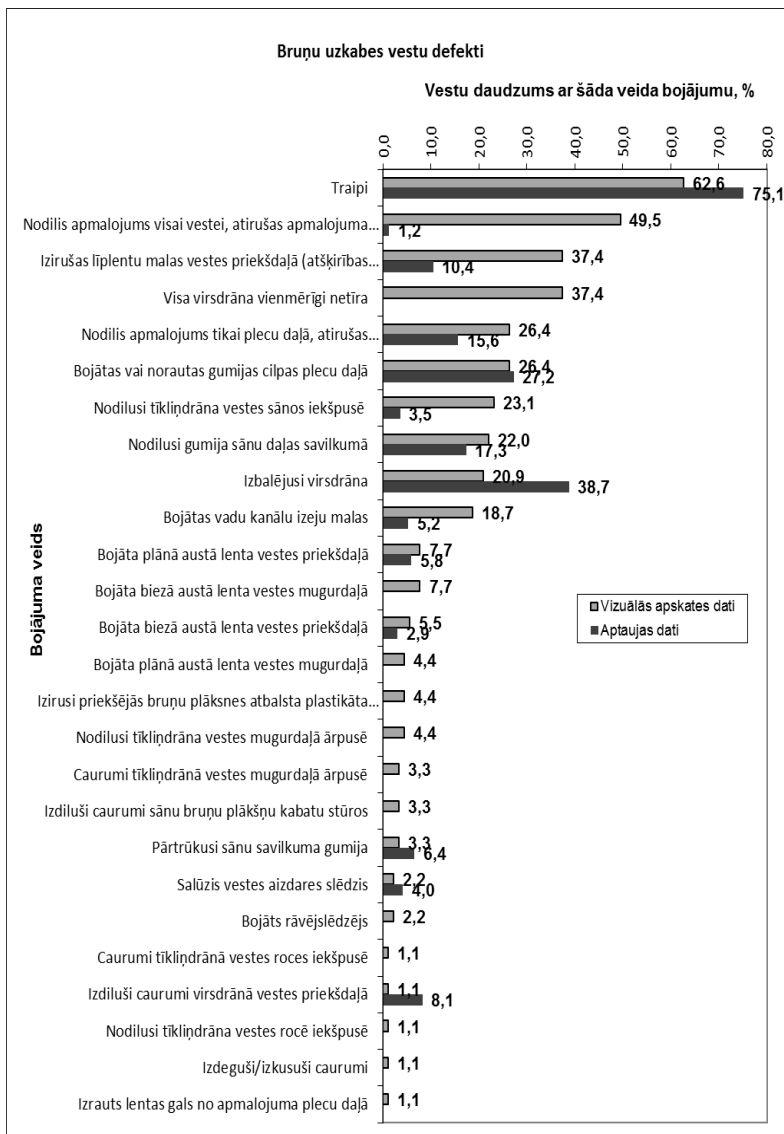
3.3.tabula
Dati s_{ad}^2 iegūšanai

Darba matrica		\bar{Y}_{eksp}	Y_{progn}	$(\bar{Y}_{\text{eksp}} - Y_{\text{progn}})^2$
Slāņu skaits X1	Biezums X2			
5	12,6	0,388	0,399	0,000112
3	12,6	0,570	0,559	0,000112
5	4,2	0,127	0,116	0,000112
3	4,2	0,266	0,277	0,000112
s_{ad}^2				0,000447

Bruņu uzkabes sistēmas uzlabošanai tika viekta lietoto sistēmu defektu uzskaitē un izvērtēšana (att.3.4). Kopā analizēti 91 vestes defekti un izstrādāti ieteikumi sistēmas pilnveidošanai.

Lai izvērtētu organisma darbaspēju izmaiņas dažāda apģērba komplektu un ekipējuma ietekmē, tika veikti Eurofit un Harvarda testi: 5 eksperimenta dienās 5 atkārtoti darbaspēju testi ar 5 dažādu aizsargapģērbu komplektiem. Pirmā pārbaude tika veikta ar apģērba komplektu Nr. ar kopējo svaru 1,7 kg, Nr. 2 ar kopējo svaru 11,0 kg; Nr. 3 ar kopējo svaru 20,2 kg, Nr. 4 - ar kopējo svaru 19,6 kg Nr. 5 - ar kopējo svaru 11,8 kg.

Nosakot bruņu uzkabes sistēmu aizsardzības līmeni pret **ložu un šķembu apdraudējumu** analizēti standarti un secināts, ka lodes ir iedalāmas trīs grupās. Pirmajā grupā tika iekļautas lodes no patronām, ko paredz šaušanai ar pistolēm, revolveriem un mašīnpistolēm. Otrajā grupā iekļautas lielākas jaudas ne bruņusitēja lodes no patronām, ko paredz šaušanai ar šautenēm, trieciensautenēm un ložmetējiem. Trešajā grupā- bruņusitēja lodes no patronām, ko paredz šaušanai ar šautenēm, trieciensautenēm un ložmetējiem. Lodēm katras grupas ietvaros veikta ložu diametra (mm), svara (g), ātruma (m/s), enerģijas (J), relatīvā lodes enerģija (j/mm²) analīze. Katrā ložu grupā ir vairāki munīcijas veidi, kuru īpatnējā enerģija ir lielāka par standartos noteikto ložu īpatnējo enerģiju, tādējādi standartiem atbilstošie ballistikās aizsardzības līdzekļi var nebūt pietiekami droši pret visu veidu lodēm un šķembām. Atbildīgajām amatpersonām valsts iestādēs un uzņēmumos būtu jāpievērš uzmanība šādai munīcijai kā potenciālajai testa lodei ballistikā materiāla testos.



3.4. att. Bruņu uzkabes vestu defektu diagramma

Fiziskā darba spējas, ko vērtē Harvarda stepstestā pēc HSTI indeksa lieluma atsevišķās pārbaudēs ar dažādu apģērba komplektāciju neuzrāda statistiski būtiskas atšķirības ($P > 0,05$) organisma darbaspēju rādītājos. Pielietotās aizsargapģērba dažādās komplektācijas neietekmē eksperimenta dalībnieku fiziskā darba spējas ergometriskā stepstestā un tādējādi arī NBS karavīru veiktspēju, kas ir būtisks rādītājs aizsargapģērba efektivitātes vērtējumā.

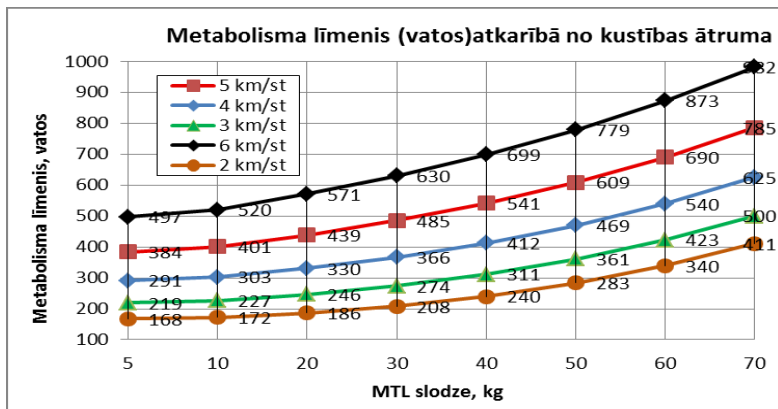
Darbā izvērtētas KIAS drānu ugunsnoturības īpašības un salīdzinātas fizikāli mehāniskās un fizioloģiskā komforta īpašības drānām ar un bez ugunsnoturības (tab.3.4). Tā kā rezultātos nav būtisku atšķirību, ir pamats ieviest ugunsnoturīgos materiālus visos KIAS slāņos.

3.4. tabula
FT virsdrānu īpašības

NYC O	Latpat Ripsto p	USw	Olive	USd	Kerme 1	BRw	BRd	Latpat
Gaisa caurlaidības koeficients, mm/sek.								
138,2 8	66,80	92,85	62,79	106,8 8	187,0 4	289,9 1	750,1 6	177,0 2
Nodilumizturība, cikli (12 kPa)								
190 000	50 000	60 000	60 000	60 000	55 000	30 000	25 000	30 000
Materiāla plēšanas stiprības (audos un šķēros), N								
38,16	23,43	21,03	29,56	45,64	54,09	45,98	78,03	18,46
44,86	19,49	45,39	34,00	61,96	57,92	53,23	81,47	25,19
Virsmas blīvums, g/m ²								
217,4 5	216,11	256,9 6	222,7 9	265,6 0	268,5 2	203,3 2	198,4 1	206,6 8
Žūšanas ātrums % /5 stundās								
74	65	40	53	36	62	80	51	54

Ūdens absorbcija, g/stundā								
62	68	210	99	199	94	51	125	89
Auduma stingrība liecē (audos un šķēros), μNm								
12856	67513	44599	34139	36008	46820	14113	14428	42616
16057	99709	37060	42057	26986	51259	23324	20719	10947 5
Virsmas nesamērcējamība, balles								
5,00	5,00	2,00	2,00	1,00	5,00	2,00	2,00	5,00
Sarakums, virsmai %								
2,41	2,08	2,74	2,32	1,83	1,33	1,83	1,17	3,31
Neburzāmība, balles								
3,00	3,00	4,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Metabolisma līmeni svarīgi noteikt apģērbu paketes siltumizolācijas aprēķiniem, lai novērstu iespējamo karavīru pārkaršanu vai salšanu. Veicot eksperimentālās pārbaudes klimata kamerā, noteikti KIAS MTL komplektu siltumizolācijas rādītāji. Reālā valkāšanas vidē ir daudz mainīgo faktoru, kas ietekmē karavīra veiktspēju un komfortu. Lai prognozētu KIAS MTL komplektu **pieļaujamo vienreizīgās valkāšanas ilgumu**, veikts ierobežotā lietošanas laika Dlim aprēķins (tab.3.5) atbilstoši standartam ISO 11079: 2008 „Siltumvides ergonomika. Aukstuma stresa noteikšana un interpretācija, izmantojot aizsargapģērba siltumizolāciju un lokālos atdzesēšanas efektus”, modelējot dažādus apkārtējās vides apstākļus un karavīra metabolisma līmeņus. Aprēķinos dažādiem komplektiem mainīts metabolisma līmenis M (att. 3.5), apkārtējās vides temperatūra T, siltumizolācija clo. Nemainīgie rādītāji ir gaisa mitrums RH%=85, cilvēka svars 81 kg, auguma garums 181 cm, ķermeņa virsmas laukums 2,0 m²



3.5.att. M - metabolisma līmenis, vatos

3.5.tabula
Vienreizīgās lietošanas laiks (piemērs)

Pamata ne-FR, 4,23clo								
M (W/m ²)	70	80	80	100	110	120	110	150
Ta (°C)	-25	-25	-30	-30	-30	-30	-40	-50
Dlim, st.	1.3 - 1.1	2.0 - 1.5	1.4 - 1.1	4.0 - 2.3	4.8 - 8.0	vairāk par 8	2.3 - 1.6	vairāk par 8
SOTACS ne-FR/FR, 1,7 clo								
M (W/m ²)	70	70	300	200	150	150	150	200
Ta (°C)	0	10	0	0	0	-10	-5	-30
Dlim, st.	0.8 - 0.7	3.1 - 1.6	vairāk par 8	vairāk par 8	vairāk par 8	4.2 - 1.3	8.0 - 3.2	1.2 - 0.7
PAMATA ne-FR/FR, 2,81 clo								
M (W/m ²)	70	100	150	70	50	90	70	70
Ta (°C)	-5	-5	-30	0	0	-3	-10	-7
Dlim, st.	1.4 - 1.1	8.0 - 4.3	3.1 - 1.4	2.6 - 1.7	1.5 - 1.2	8.0 - 3.0	1.0 - 0.8	1.2 - 1.1

Pētījumā tika veikts aprēķins septiņiem KIAS MTL komplektiem ar temperatūras amplitūdu no -50 C, līdz +10C un metabolisma līmeņa amplitūdu no 70W/m2 līdz 400 W/m2

KIAS MTL vienreizīgās lietošanas laiku ietekmē karavīra metabolisma līmenis un apkārtējās vides temperatūra. Modelētie apstākļi uzrāda (tab.3.5) lielāku dzīvības apdraudējumu pie zema metabolisma līmeņa, nekā modelētos apstākļos ar zema apkārtējās vides temperatūra, bet augstu

metabolisma līmeni. No iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka eksperimentā pārbaudītie komplekti ir ar labām siltumaizsardzības īpašībām, un pie atbilstošā metabolisma līmeņa var saglabāt karavīra veiktspējas.

3.6.tabula
Siltuma dūriena prognozes (piemērs)

Tre, (n=1.1, 81 kg, 181 cm, 2,0 m ²) Ta=30°C, RH%=70, 5 km/st, 35 kg								
Tīd, min	2	10	20	30	40	50	60	120
Tref (°C)	36,9	37,3	37,7	37,9	38,0	38,0	38,0	38,0
Tsk (°C)	34,5	35,0	35,2	35,4	35,4	35,5	35,5	35,5
ūdens zudums (g)	3	34	111	216	336	463	594	1390

Dati tabulā 3.6 liecina par to, ka karavīram minētajā kaujas tērpā ar uzskabi un nastu līdz 35 kg soļojot ar ātrumu 5 km/st 30°C temperatūrā divu stundu laikā **siltuma dūriens** netiek prognozēts.

4. SECINĀJUMI UN REZULTĀTI

1. Valsts Aizsardzības koncepcijas analīzes rezultātā tika noteiktas sākotnējās operacionālās prasības KIAS dabīgajām apdraudējumam, ņemot vērā tajā definētās operacionālās zonas un NATO AECTP-230 „Climatic condition” piesaistītās klimata kategorijas.
2. Pētījuma rezultātā ir iegūta 28 KIAS kvalitātes funkciju sistēma, ko var sagrupēt trīs blokos – aizsardzības, kaujas spējas ietekmējošas un tehniski ekonomiskās funkcijas. Izstrādātā sistēma jāizmanto iepirkumu modeļos ar saimnieciski visizdevīgākā piedāvājuma atlasī pēc vairāku kritēriju sistēmas, nosakot KIAS pilnveidošanu prioritārajos virzienos.
3. NBS personālsastāva antropometriskā izpēte tika veikta, lai nodrošinātu atbildīgās amatpersonas ar statistiski pamatotām izmēru skalām turpmākajiem KIAS MTL izmēru pasūtījumiem. Antropometriskajā izpētē tika noteikti statistiski vidējā karavīra ķermeņa izmēru dati, kas nepieciešami patērētā darba aprēķiniem apģērbu paketes siltumizolācijas pētījumos.
4. Lai pilnveidotu ballistisko aizsardzību, tika veikta municijas tirgus analīze, kuras rezultātā konstatēta neatbilstība starp tirgū pieejamajiem ložu tipiem un testēšanas procedūrās izmantotajām lodēm. Lodes ar lielāku īpatnējo enerģiju, nekā testu standartos iekļautās, ir arī NBS apbruņojumā. Turpmākos pētījumos jāpārbauda, vai NBS bruņu uzkabes sistēmu kvalitāte ir atbilstoša šādam apdraudējumam.
5. Veikta bruņu uzkabes sistēmas kvalitātes rādītāju ranžēšana, izstrādāta metode bruņu uzkabes sistēmas elementu salīdzinošai vērtēšanai. Izstrādātā sistēma jāizmanto iepirkumu modeļos ar saimnieciski visizdevīgākā piedāvājuma atlasī pēc vairāku kritēriju sistēmas.
6. Izstrādāta defektācijas metode bruņu uzkabes sistēmu pilnveidošanai. Pētījuma ieviešanas rezultātā tika pilnveidota KIAS-Mod1-BEAR-II sistēma ar izmaiņām attiecīgajās līguma saistībās. Aptaujas un interviju rezultātā ir novērtēta kvalitāte KIAS-Mod1-CIRAS sistēmai. Metode izmantojama, pilnveidojot citas šāda tipa aizsardzības sistēmas arī turpmāk.
7. Pētījumā tika izstrādāta un aprobēta metode jaunu bruņu uzkabes MTL atbilstības vērtēšanai pirms ieviešanas NBS lietošanā. Metode izmantota Jūras spēku flotiles kuģu personālsastāvam paredzētās bruņu uzkabes

glābšanas sistēmas JSF-Mod1-JORMUNGAND testēšanā. Eksperimentā ar JSF kuģa un GSAB helikoptera piesaisti tika konstatētas nepilnības izstrādātajā prototipā, kuras ražotājrūpnīca novērsīs. Metode tiks turpmāk lietota, lai novērtētu bruņu uzkabes glābšanas sistēmu AES-Mod1-PUMA, kas paredzēta GSAB helikopteru apkalpes nodrošinājumam.

8. Sporta nozarē lietotie EUROFIT testi ļāva novērtēt uniformas un bruņu uzkabes sistēmas ietekmi uz karavīru fizioloģisko stāvokli. Secināts, ka pārbaudītās aizsargapģērba dažādās komplektācijas neietekmē eksperimenta dalībnieku fiziskā darba spējas ergometriskā steptestā un tādējādi arī NBS karavīru veiktspēju.
9. KIAS fizioloģiskās kvalitātes izpētē raksturīgākajām apģērbu materiālu paketēm veikti siltumizolācijas, ūdens tvaika pretestības un gaisa caurlaidības pētījumi, ir izveidoti siltumizolācijas un ūdens tvaika pretestības matemātiskie modeļi. Rezultāti liecina, ka KIAS atbilst klimata kategorijām C0 – C1 atbilstoši NATO AECTP-230 „Climatic condition” ārējās temperatūras diapazonam – 6°C līdz – 30°C. KIAS siltumizolācijas izpētes ietvaros tika veikts lauka kontrolējams eksperiments KIAS noteiktām kombinācijām ar guļammaisiem zemās gaisa temperatūrās – 24°C ar testpersonām karavīriem, kuri gulēja šajos komplektos 8 stundas. Eksperimenta rezultāti apstiprināja guļammaisu atbilstību C0 – C1 klimata kategorijām. Turpmākajos pētījumos jāsasniedz sistēmas atbilstība klimata kategorijām C2 – C4 ar ārējās temperatūras diapazonu – 37°C līdz – 57°C, kā to prasa Valsts aizsardzības koncepcija.
10. Prioritārs virziens kaujas darbībai raksturīgāko KIAS funkciju pilnveidošanā ir uguns noturības kvalitātes paaugstināšana. Pētījuma ietvaros panākta KIAS atbilstība šādam apdraudējuma līmenim: pie karstuma plūsmas 84 kW/m², 4 sekundēs 15% - 2.pakāpes apdegumi, 10% - 3.pakāpes apdegumi un 0.8% - 1.pakāpes apdegumi. Kopējais apdegumu laukums ir 25,8 %, kas atbilst izdzīvošanas nosacījumiem pēc uguns iedarbības.
11. Ar ekspertu metodēm tika noteiktas ķermeņa zonas, kuras prioritāri aizsargājamas no uguns iedarbības, kā arī MTL, kuros būtu jāintegrē uguns noturības īpašības. Tā kā kaujas darbībā bruņu uzkabes sistēmas ir uzvelkamas ne tikai virs kaujas krekla, bet arī virs 1., 2. vai 3.līmeņa apakšveļas, kā arī neizsegto ķermeņa daļu laukums pieaug izmantojot 1.līmeņa apakšveļu, tika izvērtēta iespēja aizstāt esošos veļas un lauka

uniformas materiālus ar ugunsnoturīgiem risinājumiem. Pārbaudītas dažādu valstu armijās lietoto lauka uniformu audumu strukturālās, fizikālās un mehāniskās īpašības: biežums; blīvums; virsmas blīvums, jeb 1 m² masa; audu un šķēru lineārais blīvums, pinums, šķiedru materiāla sastāvs, pārraušanas slodze izmantojot sloksnes satveršanas metodi, pārraušanas slodze izmantojot strauja satvēriena metodi, pārraušanas slodze izmantojot plēšanas metodi, pārraušanas slodze izmantojot telpisko spiedi, nodilumizturība, stingrība liecē, neorientētā burzāmība, gaisa caurlaidība, ūdens necaurlaidība izmantojot ūdens izsmidzināšanas metodi, lineāro izmēru izmaiņas, žūšanas ātrums. Konstatēts, ka fizioloģiskā kvalitāte ugunsnoturīgam un materiālam bez ugunsnoturības īpašībām ir līdzvērtīga, kas dod pamatu uzsākt ugunsnoturīgo risinājumu integrāciju KIAS.

12. KIAS maskēšanas elektromagnētiskajā diapazonā 3 – 12 μm izpētes rezultātā ir piedāvāts integrēt KIAS-Mod1-SNIPER RECON sistēmu, kuras konstrukcija bez speciālajiem tehnoloģiskajiem risinājumiem nodrošina kvalitatīvu maskēšanas elektromagnētisko viļņu 3 – 12 μm diapazonā, papildus nodrošina arī augsnes un veģetācijas izvietojumu sistēmas konstrukcijā. Izpētes metodoloģija balstīta uz kontrolējamo lauka eksperimentu, pielietojot termālā starojuma novērošanas līdzekļus un attēlu novērtēšanu pēc kontrastējošo krāsas laukumiem.
13. Lai paplašinātu lauka uniformas maskēšanas efektivitāti līdz Eiropas reģionam, tika veikts izslēgšanas eksperiments ar ekspertu metodi, kurā no divdesmit piecām izstrādātajiem maskēšanas apdrukas paraugiem pakāpeniski eksperti atlasīja visatbilstošāko. Paraugi tika nosaukti par LATPAT (EUROPE), un turpinās tā izpēte un uzlabošana.
14. Promocijas darbā pamatotā NBS karavīra individuālās aizsardzības sistēma līdz noteiktam līmenim aizsargā karavīru no mākslīgajiem un dabīgajiem apdraudējuma faktoriem, ar ko karavīrs var sastapties mūsdienīgā karā. Sistēma izmanto aizsardzības slāņu kopumu, ko karavīrs, atkarībā no veicamā uzdevuma, uzvelk vai noņem, kā arī savstarpēji modulē, lai panāktu visefektīvāko slāņu kombināciju konkrēta uzdevuma izpildei, nodrošinot sev zināmu komforta līmeni un drošības sajūtu.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Amber E.Ritenour, MD, Aaron Wickley, BS, Joshua S. Ritenour, MD, Brian R. Kriete, MD, Lorne H.Blackbourne, MD, Col John B.Holcomb, MC, and Charles E. Wade, PhD. *Tympanic membrane perforation and hearing loss from blast overpressure in operation Enduring Freedom and Operation Iraqi Freedom wounded*. The Journal of TRAUMA_ Injury, Infection, and Critical Care. [tiešsaiste] [skatīts 25.10.2010]. Pieejams: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA480371>
2. *Analysis of casualty rates&patterns likely to result from military operations in Urban Environments*. Study by Colonel (retd) RA Leitch MBE ERG Dr.HR Champion F.R.C.S (Edin) F.A.C.S, Dr.JF Navein MB ChB M.RC.G.P, CWL/TechMed/11/97,42 pp.
3. ANSI Z87.1-2003 Industrial Eyewear Impact Standard.
4. Ashok Bhatnagar. *Lightweight ballistic composites. Military and Law Enforcement application*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006, page 51-71.
5. ASTM F2370-10 Standard Test Method for Measuring the Evaporative Resistance of Clothing Using a Sweating Manikin.
6. ASV jūras kājniestu sistēma aizsardzībai pret uguns apdraudējumu [tiešsaiste] [skatīts 14.04.2012]. Pieejams: <http://www.marcorsyscom.usmc.milsitespmiceOperationsProgramReviewMar07PMICEUpdatesFROG.pdf>
7. Augstu temperatūru izturīgas un labas veiktspējas šķiedras [tiešsaiste] [skatīts 15.01.2012]. Pieejams: <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/textile-industry-articles/high-performance-textiles/high-performance-textiles1.asp>
8. Augstu temperatūru izturīgas un labas veiktspējas šķiedras [tiešsaiste] [skatīts 15.01.2012]. Pieejams: <http://www.intexa.com/downloads/hightemp.pdf>
9. Australian/New Zealand Standard. AS/NZS 4399:1996 Sun protective clothing – Avaluation and classification.
10. Azbests [tiešsaiste] [skatīts 01.03.2012]. Pieejams: <http://www.justmeso.com/asbestos/fiber.html>
11. *Ballistic Resistance of Body Armor. NIJ Standard-0101.06*. National Institute of Justice – Washington: U.S. Department of Justice, 2008.
12. Banc National d'Eprouve des Armes et Munitions; Chambre de Commerce et d'Industrie de Saint-Etienne Montbrison . *Test Balistique Nr. M.60803.8732.8*. République française, 2009.

13. Banc National d'Épreuve des Armes et Munitions; Chambre de Commerce et d'Industrie de Saint-Etienne Montbrison .*Test Balistique Nr. M.60803.8732.7*. République française, 2009.
14. Barracuda Camouflage Standard 815 (BCS 815) Standard method for determining microwave transmission and reflection properties of a flat material.
15. Beschussamt Mellrichstadt.*Test report Nr. CRT-20090310-01*. Mellrichstadt, Germany, 2009 [tiešsaiste] [skatīts 08.09.2010]. Pieejams:

http://agpglass.com/zav_admin/app/frontend/upload/documentos_descargas/L67-1_Stanag_2_HP.pdf
16. Bringing the global gun crisis under control: The International Action Network on Small Arms (IANSA) [tiešsaiste] [skatīts 23.03.2011]. Pieejams: www.iansa.org/media/releases/IANSA-report-summary.pdf. - created 2006
17. BS 7971-1 “Protective clothing and equipment for use in violent situations and training” General requirements.
18. BS 7971-3 “Protective clothing and equipment for use in violent situations and training” Personal defence shields – Requirements and test methods.
19. BS 7971-4 “Protective clothing and equipment for use in violent situations and training” Limb protectors – Requirements and test methods.
20. BS 7971-6 “Protective clothing and equipment for use in violent situations and training” Gloves for protection against mechanical, thermal and chemical hazards Requirements and test methods.
21. BS 7971-7 “Protective clothing and equipment for use in violent situations and training” Slash-resistant gloves – Requirements and test methods.
22. BS 7971-8 “Protective clothing and equipment for use in violent situations and training” Blunt trauma torso, shoulder, abdomen and genital protectors.
23. Blast Injury. [tiešsaiste] [skatīts 28.10.2010]. Pieejams: <http://www.docstoc.com/docs/22242865/Blast-Injury>
24. Blast Injury. James H. Stuhmiller, Ph.D. *Translating research into operational medicine*. US Army Medical Research and Materiel Command. Fort Detrick, Maryland. April 2008.
25. CEN EN ISO 14876 .Protective clothing – body armour. Ashok Bhatnagar. *Lightweight ballistic composites, Military and Law*

- Enforcement application.* – Cambridge, Woodhead Publishing, 2006, page 144-148.
26. Charles Q Cutshaw, Leland Ness. Jane's. *Ammunition Handbook*. 11.edition 2002-2003. Surrey: Jane's Information Group Ltd, 2002, page 6-57.
 27. Combat Load Report. LCDR Demetri Economos USN. *Marine Corps Combat Development Command. Material requirement devision*. Quantico, Virginia. December 31, 2003.
 28. Croft, L., Longhurst, D. HOSDB *Body Armour Standards for UK Police. Part 2: Ballistic Resistance. Publication No. 39 07 B.* – Sandridge: Home Office Scientific Development Branch, 2007.
 29. Daniel, L., Stufflebeam, Anthony, J. Shinkfield. *Evaluation theory, models, and applications*. John Wiley and Sons, 2007 - 736 lpp. ISBN 978-0-7879-7765-8.
 30. Department of Justice, Office of Justice, National Institute of Justice, NIJ Standard-0101.04. *Ballistics Resistance of personal body armor*. Washington, 2001, page 2-3.
 31. Department of Defence Test Method Standard US DOD MIL-STD-662F .*V50 Ballistics test for armour*. Washington, 1997, page 7.
 32. Department of Defence Test Method Standard US DOD MIL-STD-662F .*V50 Ballistics test for armour*. Washington, 1997, page 14.
 33. Dyneema: Dyneema® Materials [tiešsaiste] [skatīts 27.07.2010]. Pieejams:
http://www.dyneema.com/en_US/public/dyneema/page/about/Material.htm#Material-content
 34. Eagle Industries: CIRAS™ [tiešsaiste] [skatīts 15.07.2010]. Pieejams:
<http://www.eagleindustries.com/product.php?productid=449&cat=49&page=1>
 35. Flurošķiedras (PTFE šķiedras) [tiešsaiste] [skatīts 21.06.2012]. Pieejams
http://www.polyesterconverters.com/pcl_apps/stage1/stage2/applications_and_enduses/ptfe.htm
 36. Frederic C. Schwartz, Technical Director, Joint Strike Fighter Program Office 1745, Jefferson Davis Highway, Suite 307, Arlington, Virginia 22202, USA, SUMMARY *technology – solution for the next generation of affordable strike fighters* [tiešsaiste] [skatīts 06.12.2010]. Pieejams:
<http://www.docstoc.com/docs/163565662/23CHAP21>
 37. Germany Technical Guidelines (TG). *Ballistic testing of protective vests*.

38. Hes, L., Araujo, M. *Simulation of the Effect of Air Gaps between the Skin and Wet Fabric on Resulting Cooling Flow*. Textile research journal, Vol 80(14) No. 14 1488-1497, 2010.
39. HOSDB Body Armour Standards for UK Police (2007) Part 3: Knife and Spike Resistance KR3 SP3 ģimenim.
40. International Safety Products LTD. *ISP Floatation Collar. Materials specification. Issue 1*. Bootle, UK, 2008.
41. International Safety Products LTD brochure. *Mk II Police Tactical Waistcoats – Floatation Collar*. Bootle, UK.
42. Instytut Technologii Bezpieczenstwa *Moratex*; Laboratorium Badan Balistycznych. *Raport z badan Nr 030 2009U*. Polska, 2009.
43. ISO 811 Determination of resistance to water penetration. Hydrostatic pressure test.
44. ISO 1999. (1990) Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. International Standard. International Organization for Standardization. Geneva, second edition.
45. ISO 7724 part 1, part 2, part 3 Paints and varnishes. Colorimetry.
46. ISO 9865:1991 Determination of water repellency of fabrics by the Bundesmann rain-shower test.
47. ISO 11092:1993 Textiles-Physiological effects-Measurement of thermal and water vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test).
48. John Croft, Daniel Longhurst. Home Office Scientific Development Branch, Sandridge, St.Albans, Publication No.39 07 B .HOSDB. *Body Armour Standards for UK Police*. page 12-13.
49. Kas ir melamīnšķiedras [tiešsaiste] [skatīts 02.02.2012]. Pieejams <http://www.wisegeek.com/what-is-melamine.htm>
50. Kermel šķiedras [tiešsaiste] [skatīts 13.04.2012]. Pieejams <http://www.swicofil.com/kermel.html>
51. Kobren LL Best Practice F35 JSF Part 4 Defense Acquisition University. Department of Defense or DAU [tiešsaiste] [skatīts 18.08.2011]. Pieejams: <http://deimos3.apple.com/WebObjects/Core.woa/DownloadTrackPrevious/dau.mil.1570264938.01570264941.2142528449.pdf>
52. Kreslins, K., Sityjenkins, I., Viļumsone, A., Role of the Soldier Individual Protection System in the decreasing of the blast overpressure influence. Military Review Nr.2, 2011, ISSN 1691-9300 pages 130-144.

53. LCDR Demetri Economos USN, Marine Corps Combat Development Command, Material Requirements Division. Combat Load Report. Quantico, Virginia, 2003.
54. Likums: Nacionālās drošības likums [tiešsaiste] [skatīts 10.06.2010]. Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=14011>
55. Likums: Nacionālo bruņoto spēku likums [tiešsaiste] [skatīts 10.06.2010]. Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=15836>
56. Likums: Militārā dienesta likums[tiešsaiste] [skatīts 10.06.2010]. Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=15836>
57. Likums: Latvijas Republikas Zemessardzes likums [tiešsaiste] [skatīts 10.06.2010]. Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=210634>
58. Likums: Latvijas Nacionālo bruņoto spēku piedalīšanās starptautiskajās operācijās. [tiešsaiste] [skatīts 10.06.2010]. Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=34028>
59. LR Aizsardzības ministrija. *Noteikumi Nr. 73-NOT – Noteikumi par karavīru mantiskās apgādes normām*. Rīga, 2007.
60. LVS EN 166:2002 Individuālā acu aizsardzība – Specifikācijas.
61. LVS EN 352-4:2002 Dzirdes aizsargi.
62. LVS EN 367:1992. Aizsargapģērbs – Aizsardzība no karstuma un liesmas – Karstuma pārnešanas noteikšana ar liesmu.
63. LVS EN 511 Aizsargcimdi pret aukstumu.
64. LVS EN ISO 4869-2: 1995 Akustika – Dzirdes aizsargierīces – 2 daļa: Ar A novērtētā skaņas līmeņa novērtēšana, izmantojot dzirdes aizsargierīces.
65. LVS EN ISO 6942:2002. Aizsargapģērbs – Aizsardzība no karstuma un liesmas – Testa metode: Drānas pakļaušana karstuma starojuma iedarbībai.
66. LVS EN ISO 7933:2004 Vides siltuma ergonomika - Termiskās spriedzes analītiska noteikšana un interpretācija, izmantojot paredzamās siltumslodzes kalkulāciju.
67. LVS EN ISO 8996: 2005 Siltumvides ergonomika – Ķermeņa siltumapmaiņas noteikšana.
68. LVS EN ISO 9237:2000. Tekstilizstrādājumi - Izstrādājumu gaisa caurlaidības noteikšana.
69. LVS EN ISO 9920 Siltumvides ergonomika. Kombinēta apģērba termoizolācija un pretestības ūdens tvaikiem novērtēšana.
70. LVS EN ISO 11079 Siltumvides ergonomika. Aukstuma stresa noteikšana un interpretācija izmantojot aizsargapģērba siltumizolāciju un lokālos atdzesēšanas efektus.
71. LVS EN ISO 11079 pielikums F, Siltumvides ergonomika. Aukstuma stresa noteikšana un interpretācija izmantojot aizsargapģērba

- siltumizolāciju un lokālos atdzesēšanas efektus [tiešsaiste] [skatīts 12.12.2012].
Pieejams:
http://www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk_miljoe/IREQ2009ver4_2.html
72. VS EN ISO 11612:2008. Aizsargapģērbs – aizsardzība no karstuma un liesmas – Testa metode, ierobežota liesmas izplatīšanās.
 73. LVS EN ISO 12947 – 2. Tekstilizstrādājumi. Izstrādājuma nodilumizturības noteikšana ar Martindeila metodi. 2. daļa: Pārrāvuma noteikšana paraugā.
 74. LVS EN ISO 13506:2008. Aizsargapģērbs – Aizsardzība no karstuma un liesmas – Testa metode gataviem izstrādājumiem – Uguns izturības pārbaude uz instrumentālā manekena.
 75. LVS EN ISO 13732-3: 2009 Siltumvides ergonomika. Metodes, kā noteikt cilvēka ķermeņa reakciju uz saskari ar virsmām. 3. daļa: Aukstas virsmas (ISO 13732-3:2005).
 76. LVS EN 13758-1+Aa:2007 Tekstilijas. Spēja sargāt pret saules ultravioleto starojumu. 1. Saļa: Apģērbu audumu testēšana.
 77. LVS EN ISO 13934 – 1. Tekstilizstrādājumi. Izstrādājumu stiepes īpašības. 1. daļa: Maksimālā spēka noteikšana un pagarināšanās pie maksimālā spēka ar sloksnes satveršanas metodi.
 78. LVS EN ISO 14116:2008. Aizsargapģērbs – aizsardzība no karstuma un liesmas – Testa metode, ierobežota liesmas izplatīšanās.
 79. LVS EN ISO 15831: 2004 Apģērbs - Fizioloģiskie efekti - Siltumizolētspējas noteikšana ar termomanekenu.
 80. LVS EN 24920:2001 Tekstilizstrādājumi - Tekstilizstrādājumu virsmas izturības pret mitrināšanu noteikšana.
 81. LVS EN 31092:2002 Tekstilizstrādājumi - Fizioloģisko īpašību noteikšana - Metodes, kā noteikt siltumpretestību un ūdenstvaikpretestību stacionāros apstākļos (svīstošas aizsargātas sildplates tests).
 82. Maxim Popenker. Special purpose small arms ammunition of USSR and Russia. [tiešsaiste] [skatīts 02.08.2011]. Pieejams: <http://world.guns.ru/ammo/sp-e.htm> 2005-2008
 83. MIL-DTL-43511D Detail specification: visors, flyer's helmet, polycarbonate.
 84. *Military textiles*. Edited by Eugene Wilusz. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2008. ISBN 978-1-84569-206-3.
 85. MIL-PRF-31013 Spectacles, special protective eyewear cylindrical system (SPECS).

86. Nacionālie Bruņotie spēki: Formas tērps [tiešsaiste] [skatīts 10.10.2011]. Pieejams <http://www.mil.lv/Personalsastavs/Apgade/Forma.aspx>
87. NATO ACCP-1 (Edition 2) Heat transfer and evaluation of clothing. Allied Combat Clothing publication. NATO International Staff – Defence Support Division. Military agency for standardization. 1992.
88. NATO ACCP-2 Protection from flame and heat resistance.
89. NATO *AECTP-230 (Edition 1) Climatic conditions. Allied environmental conditions and test publication*. NATO International Staff – Defence investment division. May 2009.
90. NATO STANAG 2902 RTIOS (Edition 2).
91. NATO STANAG 2138 Troop trial principles and procedures – combat clothing and personal equipment.
92. NATO STANAG 2177 PPS Methodology for anthropometric data.
93. NATO STANAG 2333 PPS Performance and protective properties of combat clothing.
94. NATO STANAG 2335 PPS Interchangeability of combat clothing sizes.
95. NATO STANAG 2338 NATO Infra-Red Reflective (IRR) green colour for painting military equipment.
96. NATO STANAG 2352 nuclear, biological and chemical (nbc) defence equipment - operational guidelines.
97. NATO STANAG 2429 personnel identification while in individual protective equipment (ipe).
98. NATO STANAG 2516 AMII (1.izdevums) – Toksiskie industriālie materiāli. Apdraudējuma līmenis un saistoša aizsardzība.
99. NATO STANAG 2835 LAND (EDITION 2) NATO-Ultraviolet reflective (UVR) white colour for the camouflage of military equipment in snow environment.
100. NATO STANAG 2899 Hearing protection.
101. NATO STANAG 2920 Edition 2 *.Ballistic test method for personal armour materials and combat clothing*. Brussels, 2003, page 7.
102. NATO STANAG 2984 cbrn (edition 7) (ratification draft 1) – chemical, biological, radiological and nuclear defence threat levels.
103. NATO STANAG 4296 Eye protection for the individual soldier – ballistics protection NATO STANAG 4364 PPS (Ed.2) Waterproof clothing.
104. NATO STANAG 4495 Eye protection for the individual soldier – laser protection.

105. NATO STANAG 4548 JAS (edition 1) - operational requirements, technical specification and evaluation criteria for NBC protective clothing - AEP 38.
106. NATO STANAG 4563 RTIOS (Edition 1) – *Tropical field clothing system (Climatic zones B1, B2, B3)*. NATO Standardization Agency. 8 October 2004.
107. NATO STANAG 4573 RTIOS (*Edition 1*) – *Design criteria for arctic clothing (Climatic zones CO, CO1, C2, C3)*. NATO Standardization Agency. 8 October 2008.
108. NEN ISO 6189-1992 en Acoustics - Pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes.
109. Nerenberg, J., Dr. A. Makris and Dr. H. Kleine, Med-Eng Systems Inc. The effectiveness of different personal protective ensembles in preventing injury to the thorax from blast-type anti-personal mines. Journal of mine action version 4.2, June 2000 [tiešsaiste] [skatīts 26.10.2010]. Pieejams: <http://maic.jmu.edu/journal4.2focuseffectivenesseffect.htm>
110. NFM Group. Product Data Sheet: Basic Protection: Insert DRAGON BP, Protection Insert DRAGON, Protection Insert EIR, Insert FREYA, Insert FRIGG, Insert FULLA, Insert GERD, Insert GNA, Insert IDUNN, Insert MAGNE, Insert NANNA, Insert RAN, Insert SIGYN, Insert SIV, Insert SKULD. Basic Protection Inserts for Body Armour Systems – system weights [kg]; Revision 1.2011 [tiešsaiste] [skatīts 02.06.2010]. Pieejams: <http://www.nfm.no/products.html>
111. NFM Group [tiešsaiste] [skatīts 02.06.2010]. Pieejams: <http://www.nfm.no>
112. NIJ Guide 102-00 (Volume 1) U.S. Department of Justice Office of Justice Programs National Institute of Justice Guide for the Selection of Personal Protective Equipment for Emergency First Responders NIJ Guide 102-00, Volume 1.
113. NIJ Standard–0101.06 Ballistic Resistance of Body Armor.
114. Nomex zīmola šķiedras: Tehniskais ceļvedis [tiešsaiste] [skatīts 20.12.2010]. Pieejams: <http://www.nakedwhiz.com/gasketsafety/nomextechnicalguide.pdf>
115. Oglekļa šķiedras [tiešsaiste] [skatīts 21.12.2010]. Pieejams: <http://www.matrixyarns.com>
116. PAS 017:1995 Riot helmets for Police use.
117. Polartec technical information [tiešsaiste] [skatīts 23.02.2011]. Pieejams: <http://www.polartec.com/>

118. Polish Committee for Standardization (PKN) *Light ballistic covers (protection) Bulletproof and fragment-resistant vests General requirements and testing*. Ref. nr PN-V-87000:1999.
119. Politikas plānošana. Latvijas Republikas Aizsardzības ministrija [tiešsaiste] [skatīts 03.12.2010]. Pieejams:
https://www.mod.gov.lv/lv/Par_aizsardzibas_nozari/Politikas_planosana.aspx
120. Pro-Systems: Fabrics Made by Artec® Fiber [tiešsaiste] [skatīts 16.09.2010]. Pieejams: www.pro-systems.it/prodotti.asp?cod=2924&prod=2897
121. Pro-Systems: Parax® - Systems for Knife and Stab Protection [tiešsaiste] [skatīts 04.04.2011]. Pieejams: www.pro-systems.it/eng/Parax-products-knife-stab-protection.asp
122. Pulmonary Injury Hazards. Military Operational Medicine Research Program. [tiešsaiste] [skatīts 24.10.2010]. Pieejams https://momrp.amedd.army.mil/pulmonary_index.html
123. Real-life Hurt Locker: how bomb-proof suits work. By John Pavlus. [tiešsaiste] [skatīts 17.10.2010]. Pieejams: http://device.com/archive/201003_hurt-locker-suit.php
124. Reihmane, S. *Šķiedrmateriāli*. Rīga: RTU Polimērmateriālu institūts, 2005. - 104 lpp.
125. Saab Barracuda AB Camouflage Standard 810B (BCS 810B) Standard method for determining the Radar Cross Section reduction of a metal target using a camouflage net.
126. Saab Barracuda AB Camouflage Standard 812 (BCS 812) Standard method to evaluate solar loading on camouflage material.
127. Sitvjenkins, I.; Vilumsone, A.. National Armed Forces Republic of Latvia Soldier Individual Protection System Concept. Materiālzinātne. Tekstila un apģērhu tehnoloģija. Nr. 4, 2009, 68. – 76.lpp. ISSN 1691-3132.
128. Sitvjenkins, I.; Vilumsone, A., Baltina, I.; Zarina, U., Pinke, K.. Degradation of the camouflage pattern and textile of the field uniform, 11th World textile conference AUTEX 2011, June 8-10, 2011 in Mulhouse, France. Book of Proceedings Volume 2, pages 1083-1087. ISBN 978-2-7466-2858-8.
129. Sitvjenkins, I.; Vilumsone, A., Baltina, I.; Zarina, U. Fabric selection for the field uniforms. 5th International Textile, Clothing&Design Conference ITC&DC, Croatia, October 3 – 6, 2010 Dubrovnik Book of Proceedings. ISSN 1847-7275, pages 717 – 723.

130. Sitvjenkins, I.; Vilumsone, Pinke, K., Torbicka, H. Defects analysis of the load bearing armour systems. *Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija*. Nr. 5, 2010, 56.-63.lpp. ISSN 1691-3132.
131. Sitvjenkins, I.; Vilumsone, A., Torbicka, H. Small Arms Bullets in body armour testing. *Military Review Scientific Journal for Security and Defence* No3 4 (132 133), ISSN 1407-1746. Latvia, Riga. 2009, pages 96 – 106.
132. Sitvjenkins, I.; Vilumsone, A., Ziemele, I., Zariņa, U., Piņķe, K. Soldier individual protection system aprior ranking of functional replies. *Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija*. Nr. 5, 2010, 64.-71. lpp. ISSN 1691-3132.
133. Sitvjenkins, I.; Vilumsone, A., Ziemele, I., Zariņa, U., Piņķe, K.. Aprior ranking of the factors for Soldier Individual Protection System on the sample of flame retardancy functional reply. *Materiālzinātne. Tekstila un apģērbu tehnoloģija*. Nr. 5, 2010, 47.-55.lpp. ISSN 1691-3132.
134. State Standard of the Russian Federation GOST R 50744-95. *Armour clothing. Classification and general technical requirements*. Moscow, 1995, page 69-70.
135. SV sistēma aizsardzībai pret uguns apdraudējumu [tiešsaiste] [skatīts 05.05.2012].
Pieejams:
<http://www.popularmilitary.com/publications/PEOSoldierPortfolio07.pdf>
136. Šitvjenkins, I. *Karavīra individuālās aizsardzības sistēma*. Rīga: SIA MaxMor, 2008, 160 lpp.
137. Tapke, J., Muller, A., Johnson, G., Sieck, J. *House of Quality. Steps in Understanding the House of Quality*. Iowa State university, I E 361, 2011, 9 pp.
138. *Textiles for Protection*. Edited by Richard A.Scott. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2005. ISBN-13: 978-1-85573-921-5.
139. Ugunsnoturīga kokvilna [tiešsaiste] [skatīts 10.01.2010]. Pieejams:
http://www.ehow.com/facts_6103832_cotton-fire-resistant_.html
140. Ugunsnoturīgas kokvilnas attīstība tiešsaiste] [skatīts 14.01.2010].
Pieejams:
<http://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/whatischemistry/lan/dmarks/cottonproducts/southern-regional-research-center-cotton-products-research-commemorative-booklet.pdf>
141. Ugunsnoturīga vilna tiešsaiste] [skatīts 16.01.2010]. Pieejams:
<http://www.csiro.au/Outcomes/Food-and-Agriculture/WoolFlameResistance>

142. US Army. *Purchase description: Body Armor, Multiple Threat Plate Carrier*. Natick, Massachusetts, 2009.
143. U.S. Department of Justice. Office of Justice Programs. National Institute of Justice. *Guide for the Selection of Personal Protective Equipment for Emergency First Responders*. NIJ Guide 102–00 [tiešsaiste] [skatīts 10.10.2010]. Pieejams: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/191521.pdf?q=guide-for-the-selection-of-personal-protective-equipment-for>
144. *Valsts Aizsardzības Konceptija*. LR Aizsardzības Ministrija - 2008., 16.lpp.
145. Vectran šķiedras: Tehniskie dati tiešsaistē [skatīts 17.01.2010]. Pieejams: <http://www.imattec.com/linkedvectran%20-%20technical%20data.pdf>
146. Vehicle Sensors – BlackBIRD [tiešsaiste] [skatīts 15.09.2010]. Pieejams: <http://epequip.com/wp-content/uploads/2012/03/2011-BLACKBIRD-EPE.pdf>
147. Viskoze šķiedras: Ugunsnoturības pievienošana tiešsaistē [skatīts 10.02.2010]. Pieejams: http://www.cyarn.com/products/fiber/fiber_039.html
148. QFD: Past, Present, and Future. Yoji Akao. International Symposium on QFD 97-Linkoping [tiešsaiste] [skatīts 20.09.2010]. Pieejams: http://www.qfdi.org/QFD_History.pdf
149. Quality Function Deployment: Integration of Logistics requirements into mainstream system design. Dinesh Verma, Rajesh Chilakapati, Benjamin S.Blanchard [tiešsaiste] [skatīts 25.08.2010]. Pieejams: http://www.academia.edu/7585852/QUALITY_FUNCTION_DEPLOYMENT_QFD_INTEGRATION_OF_LOGISTICS_REQUIREMENT_S_INTO_MAINSTREAM_SYSTEM_DESIGN
150. Бузов, Б.А. *Материалы для одежды* М.: Издательский центр «Академия», 2010.-160 с. ISBN 978-5-7695-5940-2.
151. ГОСТ Р 12.4.185-99 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от пониженных температур. Методы определения теплоизоляции комплекта.
152. ГОСТ Р 12.4.236-2007 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования.
153. ГОСТ 20489-75 Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления.
154. ГОСТ Р 50744-95 Бронеодежда. Классификация и общие технические требования. ИПК Издательство стандартов, 2003.

155. Делль, Р.А., Афанасьева, Р.Ф., Чубарова,З.С. *Гигиена одежды*. Учебное пособие – М.: Легкая индустрия, 1979.
156. Иванов, И.В., Ажаев, А.Н., Афанасьева, Р.Ф., Лосик Т.К. *Оценка эффективности средств защиты рук и ног от холодových воздействий* УДК 616-001.19 *Здоровье человека на севере*. Научно-практический журнал. №2 – 2008.
157. *Методика определения теплоизоляции средств индивидуальной защиты головы, стоп, рук на соответствие гигиеническим требованиям*. Методические указания. МУК 4.3.1901-04 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 03.03.2004).
158. Методические рекомендации МР 2.2.7.2129. *Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в не отапливаемых помещениях*. Дата введения: 1 ноября 2006 г.
159. МР 2.2.8.2127-06 Гигиенические требования к теплоизоляции комплекта средств индивидуальной защиты от холода в различных климатических регионах и методы ее оценки; Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, РФ 7 сентября 2006г.
160. Пономарев, С.В., Мищенко, С.В., Герасимов, Б.И., Трофимов, А.В. *Квалиметрия и управление качеством. Инструменты управления качеством*: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 80 с. ISBN 5-8265-0436.
161. Тихомиров, В.Б. *Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследования в легкой и текстильной промышленности)*. Москва: „Легкая индустрия”, 1974. - 262 с.
162. *Физиолого-гигиеническая оценка одежды для защиты работающих от холода*. Методические указания МУК 4.3.1894-04 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 03.03.2004).