

Karavīra individuālās aizsardzības sistēmas ugunsnoturības atsauci ietekmējošo faktoru apriorās ranžēšanas metode

Igors Sitvjenkins, Riga Technical University, Ausma Vilumsone, Riga Technical University, Inese Ziemele, Riga Technical University, Una Zarina, Riga Technical University, Kristine Pinke, Riga Technical University

Kopsavilkums. Nacionālo Bruņoto Spēku pētnieki sadarbībā ar Rīgas Tehniskās universitātes kolēģiem ir uzsākuši Karavīra Individuālās Aizsardzības Sistēmas pilnveidošanas programmu. Viens no pētījumu virzieniem ir saistīts ar sistēmas uguns noturības funkcijas pilnveidošanu. Izmantojot ekspertu aptaujas un apriorās ranžēšanas izpētes metodoloģiju, aizsardzībai pret uguns iedarbību ir noteiktas prioritārās karavīra ķermeņa zonas, kā arī svarīgākās karavīra individuālās aizsardzības sistēmā ietilpstošo elementu grupas. Izpētes rezultāti ir izmantojami karavīra individuālās aizsardzības sistēmā ietilpstošo elementu tālākai atbilstības pārbaudei un uguns noturīgas sistēmas izveidei, ņemot vērā prioritāri aizsargājamā ķermeņa zonas. Citi nozaru atbildīgas amatpersonas var izmantot piedāvāto izpētes metodoloģiju specifisko individuālās aizsardzības sistēmu ugunsnoturības pilnveidošanai.

Atslēgas vārdi: ugunsnoturība, individuālā aizsardzība, ekspertu metode, ranžēšana

I. IEVADS

Latvijas Republikas Nacionālie Bruņotie spēki (turpmāk tekstā – NBS), saskaņā ar savu lielāko sabiedroto NATO ietvaros – Apvienoto Savienoto Valstu Armijas [1] un Apvienoto Savienoto Valstu Jūras Kājnieku korpusa [2] – karavīra individuālās aizsardzības sistēmas ugunsnoturības funkcijas pilnveidošanas programmām, sadarbībā ar Rīgas Tehniskās universitātes pētniekiem ir uzsākuši NBS Karavīra Individuālās Aizsardzības Sistēmas ugunsnoturības funkcijas pilnveidošanas projektu. Pamatojoties uz [3] NBS apgādes normām, ir izveidots sistēmā ietilpstošo elementu masīvs. Izmantojot ekspertu metodi un apriorās ranžēšanas metodiku visi sistēmas elementi tika ranžēti un veikta aranžējuma matemātiskā apstrāde. Ekspertu novērtēšanas metode un apriorās ranžēšanas metodika tika lietotas arī, lai noteiktu karavīra ķermeņa zonas, kas īpaši aizsargājamās pret uguns apdraudējumu.

II. UGUNŠ APDRAUDĒJUMAM PAKĻAUTO ĶERMEŅA ZONU APRIORĀ RANŽĒŠANA

Apriorā faktoru ranžēšana ir psiholoģisks eksperiments, kad tiek aptaujāti speciālisti (eksperti) par noteiktu faktoru ietekmi uz kādu parādību, tos ranžējot pēc attiecīgā faktora

ietekmes lieluma (nozīmīguma). Visi aprēķini tiek veikti pēc vienotas metodoloģijas [4].

A Ekspertu aptauja

Ekspertiem tika izsniegts ķermeņa zonu saraksts, kuru tie sakārtoja pēc svarīguma, visnozīmīgākajam piešķirot 1. rangū un nākošajam pēc nozīmības – 2. Rangū utt. Katrs eksperts faktoros ranžēja atbilstoši savai kvalifikācijai un pieredzei. Piemēram, ja ekspertam daži faktori šķiet vienlīdz nozīmīgi, tad tiem tiek piešķirts viens un tas pats rangs. Kā redzams 1. tabulā, tad ceturtais eksperts četriem faktoriem ir piešķīris pirmo vietu. Šādā gadījumā tie ir tā saucamie "saistītie rangi", un ir nepieciešams aptaujas rezultātus pārveidot turpmākai matemātiskai apstrādei. 1. tabulā apskatāms ekspertu ķermeņa zonu ranžējums aizsardzībai pret uguns apdraudējumu. Faktors, kas ieguvis vismazāko kopsummu, ir uzskatāms par svarīgāko faktoru, savukārt, ar lielāko kopsummu – par vismazsvarīgāko faktoru. Kā redzams tabulā, tad vismazāko rangū summu un līdz ar to sākotnējā vērtējumā $\Theta(1)$ pirmo rangū ir ieguvis faktors „galva/seja/kakls”.

B Rangū pārformēšana

Tālākai matemātiskai apstrādei un pārbaudei 1. tabulā saranžētos faktoros nepieciešams pārformēt. Otrajā etapā tiek pārformēti visi „saistītie rangi” pēc šādas shēmas:

Ja eksperts p faktoriem piešķīris vienādu rangū un viņi daļa n , $(n+1)$ un $(n+2)$ rangū vietas, tad pārformētais rangū izskaitļojams pēc formulas (1).

$$\frac{[n + (n + 1) + \dots + (n + p - 1)]}{p}, \quad (1)$$

kur n – secīgais rangū, p – vienādo rangū skaits

Pēc pārformēšanas iegūtie rezultāti apskatāmi 2. tabulā. Tāpat kā iepriekš, lielākā ietekme sagaidāma (pēc ekspertu vērtējuma) tam faktoram kuram rangū summa \sum_{aij} būs vismazākā, t.i. $\Theta(2) = 1$ tāpat kā iepriekš, faktoram „galva/seja/kakls”.

1. TABULA
ĶERMEŅA ZONU RANŽĒJUMS AIZSARDZĪBAI PRET UGUNŠ APDRAUDĒJUMU

Faktori – ķermeņa prioritātes zonas (1..j)	Eksperta numurs (1..i)																$\sum a_{ij}$	$\Theta(1)$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Galva, seja un kakls	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	18	1
Dzimumorgāni	8	2	1	2	2	2	2	2	4	2	1	1	2	3	1	1	35	2
Plaukstas/delnas/pirksti	1	10	2	4	10	1	3	2	7	1	1	2	2	2	3	1	51	6
Rokas	1	7	2	3	7	2	3	2	5	2	1	3	2	3	2	1	45	4
Mugura	12	4	4	1	3	1	4	2	2	3	2	1	2	4	1	1	46	5
Krūškurvis	11	3	4	1	4	1	4	2	2	3	2	1	2	4	1	1	45	4
Vēders	4	4	4	1	5	1	4	2	3	3	2	3	2	4	1	1	43	3
Pleci	5	9	4	2	6	2	5	2	4	3	2	4	2	4	2	1	56	8
Gurni	6	5	3	2	7	2	6	2	3	3	2	1	2	4	3	1	51	6
Augšstilbi, apakšstilbi	3	6	3	4	9	1	4	2	4	3	2	6	2	3	3	1	55	7
Locītavas	9	11	3	4	8	1	5	2	6	2	2	1	2	4	2	1	62	9
Pēdas	7	10	3	4	9	2	3	2	7	1	1	5	2	4	3	2	63	10
Sēžamvieta	10	8	3	3	10	2	2	2	8	3	2	7	2	4	3	2	69	11

2. TABULA
ĶERMEŅA ZONU RANŽĒJUMS AIZSARDZĪBAI PRET UGUNŠ APDRAUDĒJUMU

Faktori - ķermeņa prioritātes zonas (1...j)	Eksperta numurs (1..i)																$\sum a_{ij}$	$\Theta(2)$	$[\Theta(1)-\Theta(2)]^2$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Galva, seja un kakls	3	1	1,5	2,5	1	4	1	7	1	2	3	3,5	1	1	3	6	41,50	1	0
Dzimumorgāni	9	2	1,5	6	2	11	2,5	7	7	5	3	3,5	7,5	4	3	6	73,50	2	0
Plaukstas/delnas/pirksti	1,5	12	3,5	12	13	4	5	7	12	2	3	7	7,5	2	11	6	100,50	6	0
Rokas	1,5	8	3,5	8,5	7,5	11	5	7	9	5	3	8,5	7,5	4	7	6	95,50	3	1
Mugura	13	4,5	12	2,5	3	4	8,5	7	2,5	10	9,5	3,5	7,5	9,5	3	6	99,50	5	0
Krūškurvis	12	3	12	2,5	4	4	8,5	7	2,5	10	9,5	3,5	7,5	9,5	3	6	98,00	4	0
Vēders	5	4,5	12	2,5	5	4	8,5	7	4,5	10	9,5	8,5	7,5	9,5	3	6	100,50	6	9
Pleci	6	10	12	6	6	11	12	7	7	10	9,5	10	7,5	9,5	7	6	129,00	12	16
Gurni	7	6	7	6	7,5	11	13	7	4,5	10	9,5	3,5	7,5	9,5	11	6	119,50	8	4
Augšstilbi, apakšstilbi	4	7	7	12	11	4	8,5	7	7	10	9,5	12	7,5	4	11	6	120,50	9	4
Locītavas	10	13	7	12	8	4	12	7	10	5	9,5	3,5	7,5	9,5	7	6	124,00	10	1
Pēdas	8	12	7	12	11	11	5	7	12	2	3	11	7,5	9,5	11	13	126,50	11	1
Sēžamvieta	11	9	7	8,5	13	11	2,5	7	13	10	9,5	13	7,5	9,5	11	13	141,50	13	4

C Ekspertu aptaujas matemātiskā apstrāde un rezultātu interpretācija

Ir vairāki matemātiski kritēriji, kurus nepieciešams aprēķināt, lai pārbaudītu ekspertu darbu un apriorās ranžēšanas rezultātus. Pirmais kritērijs ir Spīrmena rangu korelācijas koeficients (2).

$$r_s = 1 - \frac{6}{k^3 - k} \sum_{j=1}^k [\Theta_j(1) - \Theta_j(2)]^2, \quad (2)$$

Kur k – faktoru, jeb prioritāšu zonu skaits.

Izdarot aprēķinus, iegūts, Spīrmena korelācijas koeficients $r_s = 0,89$. Tā kā tas ir tuvs 1, var izdarīt secinājumus, ka sākotnējie un pārformētie aptaujas rezultāti ir savā starpā adekvāti.

Otrs kritērijs ir ekspertu viedokļu saskaņa, kuru aprēķina ar Kendela jeb konkordācijas koeficientu (4).

$$W = 12 \sum_{j=1}^k \frac{\Delta_j^2}{\left[m^2(k^3 - k) - m \sum_{i=1}^m T_j \right]} \quad (4)$$

kur m – ekspertu skaits

Δ_j - rangū summas novirzes j -jam faktoram no kopējās vidējās rangū summas (5).

$$\Delta_j = \left| \sum_{i=1}^m a_{ij} - \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m a_{ij} \right| \quad (5)$$

$$T_i = \sum_{j=1}^k (t_j^3 - t_j), \quad (6)$$

t_j - vienādo rangū skaits i -jā ranžējumā.

Konkordācijas koeficienta W vērtības var būt robežās no 0 (nav nekādas saskaņas) līdz 1 (pilnīga ekspertu viedokļu saskaņa). Šajā gadījumā $W = 0,1864$. Tāpēc nepieciešams noskaidrot konkordācijas koeficienta statistisko nozīmību, ko novērtē ar Pīrsona kritēriju χ^2 (6).

$$\chi_{nov}^2 = m(k-1)W \quad (7)$$

Hinotēzi, ka ekspertu viedokļi saskan, var pieņemt, ja $\chi_{nov}^2 > \chi_k^2$, kur χ_k^2 ir kritērija tabulētā vērtība. Šajā gadījumā $\chi_{nov}^2 = 35,80$. Tā kā $35,80 > 23,7$, tas apstiprina konkordācijas koeficienta nozīmību. Tātad atkārtota anketēšana nav nepieciešama un var uzskatīt, ka ekspertu viedokļi saskan.

Faktora ietekmi uz pētāmo parādību pēc ekspertu aptaujas rezultātiem raksturo:

1.) faktora rangū summa (8)

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} \quad (8)$$

2.) faktora vidējais rangs (9)

$$\bar{a}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m a_{ij} \quad (9)$$

3.) faktora ietekmes koeficients (svarīgums) (10)

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^m a_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k a_{ij}} \quad (10)$$

Jo mazāka šo lielumu skaitliskā vērtība, jo lielāka nozīme piešķirama faktoram.

Rezultātu interpretēšanai izmanto aprioro rangū diagrammu. Tā kā atsevišķo faktoru ietekmes samazināšanās ir lineāra, tad ērti ir faktorus grupēt pēc to ietekmes svara, kā tas parādīts 1. attēlā. Faktorus nepieciešams grupēt pēc to ietekmes svara, lai turpmākos pētījumos grupām varētu veidot vienotu eksperimenta plānu. Grupēšanas pareizību novērtē, pēc novērojuma datiem aprēķinot Linka - Vollesa kritēriju - K_{nov} , (11) salīdzinot tā vērtību ar tabulāro vērtību K_k [5].

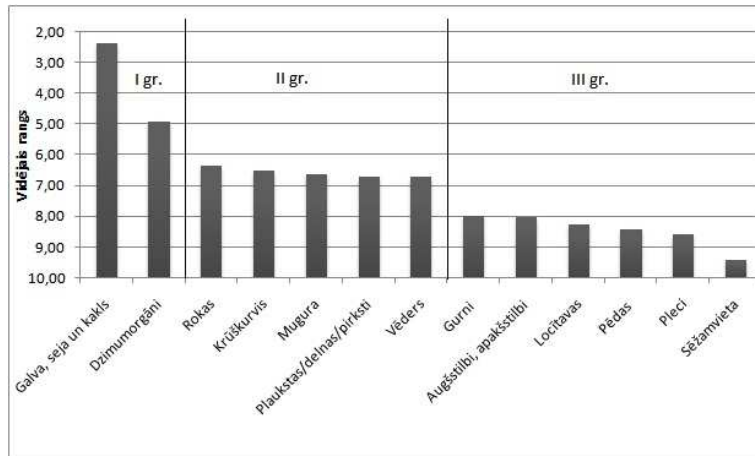
$$K_{nov} = \frac{vR(\bar{a}_j)}{\sum_{j=1}^v R_j}, \quad (11)$$

kur v - salīdzināmo rangū skaits,

$R(\bar{a}_j)$ - salīdzināmo vidējo izkliedes diapazons,

R_j - j -to vidējo izkliedes diapazons.

Ja $K_{nov} \leq K_k$, tad var uzskatīt, ka salīdzināmo lielumu vidējās vērtības būtiski neatšķiras. Iegūtie rezultāti apkopoti 3. tabulā.



1. att. Apriorā rangų diagramma ķermeņa zonu aizsardzībai pret uguns apdraudējumu

3.TABULA

FAKTORA IETEKMES KOEFICIENTS, RANGU SUMMA, VIDĒJAIS RANGS UN LINKA-VOLLESA KRITĒRIJS ĶERMEŅA ZONU AIZSARDZĪBAI PRET UGUNIS APDRAUDĒJUMU

Prioritātes zona	M_j	$\Theta(2)$	$\sum a_{ij}$	Vidējais rangs a_{ij}	$vR(a_j)$	K_{nov}	K_k	$\sum_{j=1}^v R_j$	$a_{ij}^{max}-a_{ij}^{min}$
Galva, seja un kakls	3,03	1	35,5	2,37	5,06	0,34897	1,56	14,5	6
Dzimnorgāni	5,36	2	73,5	4,90					8,5
Rokas	6,97	3	95,5	6,37	1,65	0,03367	49	9	
Krūškurvis	7,15	4	98	6,53				9,5	
Mugura	7,26	5	99,5	6,63				10,5	
Plaukstas/delnas/pirksti	7,34	6	100,5	6,70				11	
Vēders	7,34	6	100,5	6,70				9	
Gurni	8,72	8	119,5	7,97				7	
Augšstilbi, apakšstilbi	8,80	9	120,5	8,03	8,76	0,17697	49,5	8	
Locītavas	9,05	10	124	8,27				10	
Pēdas	9,23	11	126,5	8,43				9	
Pleci	9,42	12	129	8,60				5,5	
Sēžamvieta	10,33	13	141,5	9,43				10	

Kā redzams tabulā, tad visos gadījumos $K_{nov} < K_k$. Tas liecina par to, ka lielumu vidējās vērtības būtiski neatšķiras un faktoru grupēšana trijās apakšgrupās ir veikta pareizi. Gan 1. attēlā, gan 3. tabulā kā pirmie pēc svarīguma ierindoja galva/seja/kakls un uzreiz pēc tam dzimnorgāni un rokas.

III. AIZSARDZĪBAS SISTĒMAS ELEMENTU APRIORĀ RANŽĒŠANA AIZSARDZĪBAI PRET UGUNIS APDRAUDĒJUMU

Šajā gadījumā tiks analizēta aizsardzības sistēmas elementu aizsardzība pret uguns apdraudējumu.

Apriorās ranžēšanas procedūra saglabājas tieši tāda pati kā ranžējot ķermeņa zonu aizsardzību pret uguns apdraudējumu.

A. Ekspertu aptauja un rangų pārformēšana

Līdzīgi kā iepriekš, vispirms tiek ekspertiem sniegts masīvs ar visiem aizsardzības sistēmas elementiem un ekspertam pēc saviem ieskatiem šie elementi jāsaranzē sev vēlamā svarīguma secībā. Ņemot vērā to, ka ekspertu ranžējumos parādās „saistītie rangi”, tad tabula tiek pārformēta tālākai apstrādei. Pārformētie rangi apskatāmi 4.tabulā. Kā redzams, vismazāko rangų summu un līdz ar to vērtējumā $\Theta(2)$ pirmo rangų ir ieguvis faktors „bruņucepure ar spilventiņiem un pārvalku”.

4. TABULA
PĀRFORMĒTIE SISTĒMAS ELEMENTU RANŽĒJUMI PRETUGUNS AIZSARDZĪBAI

Faktori - Prioritātes elements(1...j)	Eksperta numurs (1..i)														Σaij	Θ2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Kaujas uniformas komplekts																	
Lauka formas cepure	9	41,5	38	38	43,5	21,5	37	55	46,5	17,5	25,5	16	35,5	58	482,50	39	
Lauka formas cepure (platmale)	10	41,5	46,5	38	43,5	45,5	37	22	46,5	17,5	25,5	16	35,5	58	483,00	40	
Berete	61	41,5	54	52	43,5	45,5	37	59	46,5	46,5	54	45	52	69	706,50	58	
Cepure vēsam/aukstam laikam	32	41,5	46,5	52	43,5	45,5	37	54	22	17,5	4,5	16	35,5	58	505,50	42	
Apakšveļas k-ts 1. līmenis:	42	41,5	46,5	63,5	59	21,5	2,5	37	7	17,5	4,5	16	35,5	17,5	411,50	31	
Apakšveļas k-ts 2. līmenis:	41	41,5	46,5	38	43,5	21,5	2,5	58	22	17,5	4,5	16	35,5	17,5	405,50	26	
Apakšveļas k-ts 3. līmenis:	40	41,5	46,5	38	43,5	21,5	37	13	22	17,5	25,5	16	35,5	17,5	415,00	32	
Vēsa laika apstākļu kostīma jaka	38,5	41,5	54	45,5	59	55	37	56	22	46,5	14	45	12,5	58	584,50	49	
Vēsa laika apstākļu kostīma bikses	38,5	41,5	54	45,5	59	55	37	69	22	46,5	14	45	12,5	58	597,50	51	
Lauka formas jaka	3,5	41,5	38	24,5	43,5	21,5	2,5	6	22	17,5	14	16	12,5	17,5	280,50	5	
Lauka formas bikses	5	41,5	38	24,5	43,5	21,5	2,5	5	22	17,5	14	16	12,5	17,5	281,00	6	
Auksta laika apstākļu kostīma virsjaka (Snugpak)	43	41,5	54	38	52	55	37	57	46,5	46,5	25,5	45	12,5	17,5	571,00	52	
Auksta laika apstākļu kostīma virsjaka ar kapuci (Snugpak)	44	41,5	54	52	52	55	37	9	46,5	46,5	25,5	45	12,5	17,5	538,00	47	
Auksta laika apstākļu kostīma puskombinžons (Snugpak)	45	41,5	54	52	52	55	37	10	46,5	46,5	25,5	45	12,5	17,5	540,00	48	
Vēsa laika cimdi	30	41,5	46,5	52	32,5	55	37	8	7	17,5	4,5	16	35,5	41	424,00	23	
Lietus kostīms (jaka) Gore-Tex	36,5	41,5	38	52	27,5	64,5	37	27	22	17,5	54	45	35,5	17,5	515,50	44	
Lietus kostīms (bikses) Gore-Tex	36,5	41,5	38	52	27,5	64,5	37	40	22	17,5	54	45	35,5	17,5	528,50	46	
Zeķes vasaras	46	41,5	60	24,5	12,5	45,5	37	38	7	17,5	14	16	12,5	17,5	389,50	21	
Zeķes ziemas	48	41,5	60	52	12,5	45,5	37	7	7	17,5	14	16	12,5	17,5	388,00	20	
Maska aukstam laikam (pielikumā)	33	41,5	54	52	22	55	37	18	7	17,5	4,5	16	35,5	41	434,00	30	
Galvas apsējs karstam laikam (pielikumā)	34	41,5	46,5	24,5	37,5	21,5	37	40	46,5	17,5	35	16	35,5	58	491,00	41	
Kaujas krekls (pielikumā)	31	41,5	38	9	37,5	21,5	37	23	22	17,5	4,5	16	12,5	41	352,00	13	
Taktisko cimdu sistēma	7	41,5	17	9	3,5	21,5	37	21	7	17,5	4,5	16	35,5	17,5	255,50	2	
Baltais maskēšanās tērps	35	41,5	46,5	52	59	68	37	11	46,5	46,5	54	45	35,5	41	618,50	53	
Bikšu josta	60	41,5	38	52	59	21,5	37	53	7	46,5	54	45	12,5	41	568,00	50	
Lauka šņorzabaki																	
Šņorzabaki vasaras	1	41,5	17	38	32,5	21,5	37	3	7	17,5	25,5	16	12,5	17,5	287,50	7	
Šņorzabaki īpaši siltam laikam	2	41,5	17	38	32,5	21,5	37	26	7	17,5	25,5	16	12,5	58	352,00	9	
Šņorzabaki ziemas	29	41,5	17	38	32,5	21,5	37	42	7	17,5	25,5	16	12,5	41	378,00	15	
Atšķirības / identifikācijas zīmes																	
Uzšuve "Latvija+karogs"	56	64	66	63,5	65,5	55	37	60	66	64	54	64	68,5	41	824,50	66	
Uzšuve "Vārds.Uzvārds"	56	64	66	63,5	65,5	55	37	65	66	64	54	64	68,5	41	829,50	69	
Uzšuve "Dienesta pakāpe"	56	64	66	63,5	65,5	55	37	61	66	64	54	64	65	41	822,00	64	
Uzšuve "Vienības emblēma"	56	64	66	63,5	65,5	55	37	66	66	64	54	64	65	58	844,00	68	
Uzšuve "Latvija+karogs" NIR (nakts redzamībai)	56	64	66	63,5	65,5	55	37	64	66	64	54	64	65	17,5	801,50	67	
Uzšuve "Melnais kvadratiņš" NIR (nakts redzamībai)	56	64	66	63,5	65,5	55	37	62	66	64	54	64	65	17,5	799,50	65	

Žetons	56	64	66	63,5	65,5	21,5	37	63	66	17,5	4,5	64	65	17,5	671,00	61
Lauka atpūtas sistēma																
Guļammaiss	48	57	60	63,5	52	45,5	37	39	46,5	64	54	45	35,5	17,5	664,50	59
Guļammaisa paliktnis	50	57	60	63,5	52	64,5	37	15	46,5	64	54	45	52	17,5	678,00	63
Guļammaisa pārvalks / tents / bivi	48	57	60	63,5	52	21,5	37	16	46,5	64	54	45	52	17,5	634,00	57
Bruņu/uzkabes/pūļa kontroles sistēma (uzkabes komplekts)																
Uzkabes komplekts	28	2	17	38	12,5	21,5	37	17	22	46,5	25,5	16	12,5	58	353,50	10
Bruņucepure																
Bruņucepure ar spilventiņiem un pārvalku	27	5	17	9	3,5	21,5	37	2	7	17,5	14	16	12,5	17,5	206,50	1
AMII sistēma																
Gāzmaska ar filtru	7	18,5	38	9	32,5	21,5	37	14	7	17,5	14	16	12,5	58	302,50	3
Aizsargtērps	7	1	38	9	32,5	21,5	37	25	7	17,5	25,5	16	35,5	58	330,50	8
Redzes orgānu aizsardzības līdzekļi																
Militārās brilles	11	8	17	9	37,5	21,5	37	4	22	17,5	14	16	35,5	17,5	267,50	4
Saulesbrilles	52	8	17	9	37,5	69	37	24	22	64	54	64	52	41	550,50	45
Locītavu aizsardzības līdzekļi																
Ceļu sargi (pāris) / ieliktni	12,5	18,5	17	38	27,5	21,5	37	30	46,5	46,5	35	45	35,5	17,5	428,00	35
Elkoņu sargi (pāris) / ieliktni	12,5	18,5	17	38	27,5	21,5	37	30	46,5	46,5	35	45	35,5	17,5	428,00	35
Bruņu/uzkabes/pūļa kontroles sistēma (bruņu komplekts)																
Bruņuveste	14	3	17	24,5	3,5	21,5	37	1	22	46,5	54	45	12,5	17,5	319,00	11
Bruņu plāksne 25×30 cm pāris priekšā un mugurpusē	68	18,5	17	24,5	3,5	21,5	37	19	22	46,5	54	45	12,5	17,5	406,50	28
Bruņu plāksne 15×20 cm pāris abos sānos	68	18,5	17	24,5	3,5	21,5	37	20	22	46,5	54	45	12,5	17,5	407,50	29
Bruņu plāksne 14×20 cm pāris abiem augšdelmiem	68	18,5	17	24,5	3,5	21,5	37	33,5	22	46,5	54	45	12,5	17,5	421,00	32
Augšdelmu sargi	17,5	18,5	17	24,5	12,5	21,5	37	30	46,5	46,5	54	45	35,5	17,5	423,50	33
Plecu sargs	17,5	18,5	17	24,5	12,5	21,5	37	30	46,5	46,5	54	45	35,5	17,5	423,50	33
Kakla sargs	17,5	18,5	17	24,5	12,5	21,5	37	30	46,5	46,5	54	45	12,5	17,5	400,50	23
Cirkšņa sargs	17,5	18,5	17	24,5	12,5	21,5	37	35,5	46,5	46,5	54	45	35,5	17,5	429,00	37
Muguras krustu daļas sargs	17,5	18,5	17	24,5	12,5	21,5	37	35,5	46,5	46,5	54	45	12,5	17,5	406,00	27
Rīkles sargs	17,5	18,5	17	24,5	12,5	21,5	37	33,5	46,5	46,5	54	45	12,5	17,5	404,00	25
Dzirdes orgānu aizsardzības līdzekļi																
Ausu aizbāžņi	65	64	17	63,5	52	64,5	37	12	46,5	64	54	64	52	41	696,50	62
Austiņas (pasīvās aizsardzības)	65	64	17	38	52	64,5	37	67,5	46,5	46,5	54	45	52	41	690,00	60
Austiņas (aktīvās aizsardzības)	65	64	17	38	52	64,5	37	68	46,5	46,5	14	45	52	41	650,50	56
Bruņu/uzkabes/pūļa kontroles sistēma (pūļa kontroles komplekts)																
Bruņucepure (pūļa kontrolei)	23,5	5	17	9	12,5	21,5	37	45,5	46,5	17,5	25,5	16	35,5	58	370,00	14
Cimdi (pūļa kontrolei), pāris	3,5	5	17	9	12,5	21,5	37	52	46,5	17,5	14	16	52	58	361,50	12
Steks (pūļa kontrolei)	62	64	17	9	65,5	21,5	37	51	46,5	46,5	54	64	60	58	656,00	54
Vairogs (pūļa kontrolei)	63	8	17	9	12,5	21,5	37	45,5	46,5	17,5	54	64	60	58	513,50	43
Augšdelmu sargu paneli (pūļa kontrolei), kompl.	23,5	18,5	17	9	22	21,5	37	45,5	46,5	17,5	35	16	60	58	427,00	17
Bruņu vestes paneli (pūļa kontrolei), kompl.	51	18,5	17	9	22	21,5	37	49,5	46,5	17,5	54	16	52	58	469,50	37
Pleca sarga paneli (pūļa kontrolei)	23,5	18,5	17	9	22	21,5	37	45,5	46,5	17,5	54	16	52	58	438,00	22

Cirkšņa sargs (pūļa kontrolei)	23,5	18,5	17	9	22	21,5	37	49,5	46,5	17,5	35	16	52	58	423,00	16
Kāju sargi (pūļa kontrolei), kompl.	23,5	18,5	17	9	22	21,5	37	45,5	46,5	17,5	35	16	60	58	427,00	17
Apakšdelmu sargi (pūļa kontrolei), kompl.	23,5	18,5	17	9	22	21,5	37	45,5	46,5	17,5	35	16	60	58	427,00	17

B Ekspertu aptaujas rezultātu matemātiskā apstrāde un interpretācija

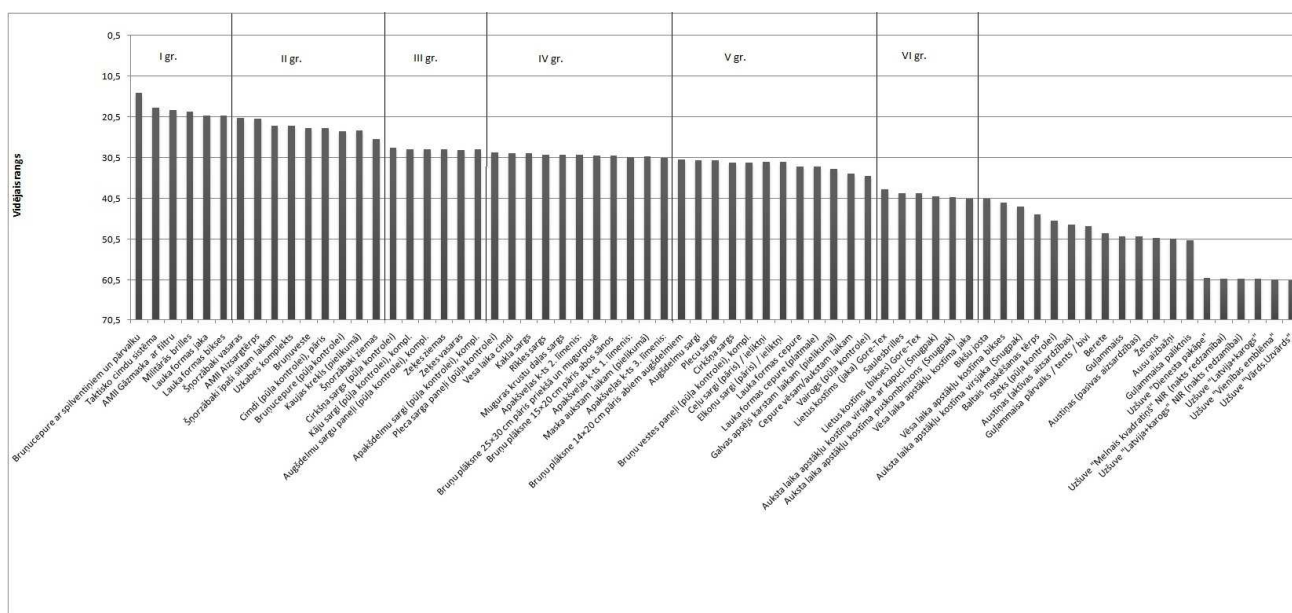
Matemātiskā apstrāde notiek pēc tās pašas metodikas kā ķermeņa zonu ranžēšana aizsardzībai pret uguns apdraudējumu [4]. Spīrmena rangu korelācijas koeficients $r_s = 0,87$. (2) Tā kā tas ir tuvs 1, var izdarīt secinājumus, ka sākotnējie un pārformētie aptaujas rezultāti ir savā starpā adekvāti. Kendela jeb korelācijas koeficients (4) $W=0,309$. Pīrsona kritērijs (7) $\chi^2_{nov} = 294,53$. Tā kā $294,53 > 88,3$, tad atkārtota anketēšana nav nepieciešama, un var uzskatīt, ka ekspertu viedokļi saskan. Lai interpretētu rezultātus, tiek izmantota apriorā rangu diagramma (skatīt 2.att). Tiek aprēķināti raksturojošie lielumi katra faktora ietekmei uz pētāmo objektu.

- 1) faktora rangs summa pēc formulas (7)
- 2) faktora vidējais rangs pēc formulas (8)
- 3) faktora svarīgums pēc formulas (9).

Tā kā atsevišķo faktoru ietekmes samazināšanās ir lineāra, tad ērti ir faktorus grupēt pēc to ietekmes svarīguma. Grupēti

tiek pirmie 50 svarīgākie faktori (skatīt 1. att.). Faktorus nepieciešams grupēt pēc to ietekmes svarīguma, lai turpmākos pētījumos grupām varētu veidot vienotu eksperimenta plānu. Grupēšanas pareizību novērtē pēc novērojuma datiem aprēķinot Linka - Vollesa kritēriju - K_{nov} (11).

Visās grupās Linka - Vollesa kritērijs sanāk mazāks pat tabulāro vērtību ($K_{nov} < K_k$). Tas liecina par to, ka lielumu vidējās vērtības būtiski neatšķiras, un grupēšana ir veikta pareizi.



2. att. Karavīra aizsardzības sistēmas elementu apriorā rangs diagramma aizsardzībai pret uguns apdraudējumu

Apriorajā rangs diagrammā (skat. 2.att.) redzams, ka pirmajās vietās pēc svarīguma ierindojas bruņucepures ar spilventiņiem un pārvalku, taktisko cimdus sistēma, AMII gāzmaska ar filtru un militārās brilles. Līdz ar to ir redzama atbilstība starp karavīra ķermeņa zonējumu aizsardzībai pret uguns apdraudējumu un karavīra individuālās aizsardzības

sistēmas elementiem. Piemēram, zonējuma pirmajās trīs vietās ierindojas galva/seja/kakls → dzimumorgāni → rokas, un karavīra sistēmā ietilpstošie apģērba elementi sarindojas šādi: bruņu cepure ar spilventiņiem → taktisko cimdus sistēma → AMMI gāzmaska ar filtru → militārās brilles. Abos gadījumos redzams, ka ekspertu viedokļi ir saskanīgi un galvenās

aizsargājamās ķermeņa zonas atbilst aizsardzības sistēmas elementiem.

IV. SECINĀJUMI

1. Veiktajā ekspertu pētījumā un rezultātu matemātiskajā apstrādē karavīra ķermeņa zonas aizsardzībai pret uguns apdraudējumu ir sadalītas šādās grupās (sk. 1.att.)

2. Karavīra individuālās aizsardzības sistēmā ietilpstošie apģērbi elementi aizsardzībai pret uguns apdraudējumu prioritārā secībā ir sadalītas šādās grupās (sk. 2.att.)

3. Gan ķermeņa zonu, gan karavīra individuālās aizsardzības sistēmas elementu ranžēšanā aizsardzībai pret uguns apdraudējumu aptaujas rezultāti ir adekvāti un ranžējumi sakrīt.

4. Gan ķermeņa zonu, gan karavīra individuālās aizsardzības sistēmas elementu ranžēšanā aizsardzībai pret uguns apdraudējumu ekspertu viedokļi ir saskaņoti.

5. Gan ķermeņa zonu, gan karavīra individuālās aizsardzības sistēmas elementu ranžēšanā aizsardzībai pret uguns apdraudējumu apriorajā rangu diagrammā faktori ir sagrupēti pēc to ietekmes nozīmīguma, lai turpmākos pētījumos tiem varētu veidot vienotu eksperimenta plānu.

6. Ir novērota atbilstība starp iegūtajiem rezultātiem karavīra ķermeņa zonējumam aizsardzībai pret uguns apdraudējumu un karavīra individuālās aizsardzības sistēmā ietilpstošo elementu prioritāro grupu sadalei, kas papildus apliecina ekspertu darba adekvātumu.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Fire Resistant Army Combat Uniforms. Program executive office soldier [tiešsaiste][skatīts04.09.2010]piecejams: https://peosoldier.army.mil/FactSheets/PMSPiE/SPIE_SCIE_FRACU.pdf
2. Flame resistant organizational gear, [tiešsaiste] [skatīts 04.09.2010] piecejams:<http://www.marcorsyscom.usmc.mil/sites/pmice/Operations/ProgramReviewMar07/PMICEUpdates/FROG.pdf>
3. **Šitvjenkins I.** Karavīra individuālās aizsardzības sistēma, Rīga: SIA MaxMor, 2008.
4. **Тихомиров В.Б.**, Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследования в легкой и текстильной промышленности). М., «Легкая индустрия», 1974.
5. **I.Ziemele.** Selektīvā šujmašīnu lietošanas metode diegu savienojumu izpildes kvalitātes nodrošināšanai šūšanas ražotnēs. Promocijas darbs, Rīga 1998.

Igors Sitvjenkins, Ausma Vilumsone, Inese Ziemele, Una Zarina, Kristine Pinke. Aprior ranking of flame retardance functional reply factors for Soldier Individual Protection System.

Researchers from National Armed Forces of Republic of Latvia in cooperation with researchers from Technical University of Riga have started improvement program of Soldier Individual Protection System. Improvement of fire resistance was chosen as one of the program project. Using expert surveys and aprior ranking system methodology the priority body parts of soldier have been set to be protected from fire and also the main element groups of protecting systems that reference to expert assessment and mathematical treatment have to be protected from fire. Results of research may be used for further soldier's personal protection system compliance checking for fire resistance and fire resistance system creation, focusing on prioritized sectors. Aprior ranking is a psychological experiment, when specialists (experts) have to find answer about certain factors and their effect on phenomena ranking them under effect of factor effect (weight). Aprior ranking method accomplishes in several stages. Ranked results of experts are being summarized and prepared for mathematical treatment. Ranked results and their adequacy are being checked using Spearman's correlation coefficient, harmony of expert views is being checked by Kendel's coefficient. Results are being interpreted by a priori ranking charts. Factors in a chart are being grouped by their effect weight so that in the next researches they may form one plan of experiment. Both cases (body parts and soldier's personal protection system for protection against fire hazards) ranks were adequate and expert views consistent. Survey showed that the most important zones to be protected from fire are head/face/neck, genitals and arms. But in Soldier's individual protection system the main garments to soldier's personal protection system for protection against fire hazards the main elements are helmet with pads, gloves, tactical system, CBRN gas mask with filters, military goggles. After the survey a correlation between results has obtained in Soldier's body zoning for protection against fire hazards and the results of priority group distribution of personal protection system of soldier that in addition suggests about adequate work of experts in survey

Igors Sitvjenkins

mg.sc.ing
National Armed Forces
Defence Science Research Center
Researcher
Riga Technical University
Institute of Technology and Design of Textile Material
Researcher, student of doctor studies
igors.sitvjenkins@mil.lv
igors.sitvjenkins@rtu.lv
phone + 371 2 6480297

Ausma Vi.umsone

Dr.sc.ing., Professor, Head of the Institute of Textile Materials Technologies and Design, Head of the Department of Clothing and Textile Technologies
Development and optimisation of garment design technological process, CAD/CAM systems in product design, innovative materials and technologies.
Riga Technical university, Institute of Textile Materials Technologies and Design, Āzenes 14-319, Riga LV-1048, Latvia, +371 67089565,
ausma.vilumsone@rtu.lv

Inese Ziemele,

Dr.sc.ing.,1998. The main research fields - Apparel production technologies, Design and Management of the production processes in sewing companies, Apparel logistic.
From1998 till 2007 OLDER TECHNOLOGIST in LLC „Solutions”, Riga, Latvia. Since 2007 RESEARCHER and ASSISTANT PROFESSOR in Riga Technical University, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Institute of Textile Materials Technologies and Design, Riga, Latvia Riga Technical University, Āzenes 14, Riga LV-1048, Latvia. Current research: electronic systems integration into clothing.
E-mail: inese.ziemele@rtu.lv
phone: + 371 7089173

Una Zarina

bac.sc.ing
Riga Technical University
Faculty of Material science and Applied chemistry
Institute of Technology and Design of Textile Material
E-mail: una.zarina@rtu.lv
phone+ 371 29366994

Kristine Pinke

bac.sc.ing
Riga Technical University
Faculty of Material science and Applied chemistry
Institute of Technology and Design of Textile Material
E-mail: kristine.pinke@rtu.lv
Phone: +371 26368455

Игорь Шитвёнкин, Аусма Вилюмсоне, Инесе Зиеле, Уна Зарина, Кристине Пинке. Априорное ранжирование факторов огнезащитного функционального отклика системы индивидуальной защиты солдата.

Исследователи из Национальных вооруженных сил, в сотрудничестве с исследователями из Рижского Технического университета начали программу по усовершенствованию Системы Индивидуальной Защиты Солдата. Одним из направлений развития было выбрано усовершенствование функции огнестойкости системы. Используя опрос экспертов и методологию предшествующего ранжирования, были определены приоритетные области тела солдата для защиты от воздействия огня, а также были определены группы элементов входящие в систему индивидуальной защиты солдата, что в понимании экспертов и последующей математической обработки элементов выявили каким образом необходимо обеспечить защиту от пожара. Результаты исследования могут быть использованы для дальнейшей проверки соответствия, входящих в систему индивидуальной защиты солдата, элементов в обеспечении функции по защите огнестойкости и созданию огнестойкой системы, путем связывания с приоритетными областями. Предшествующее ранжирование факторов является психологическим экспериментом, когда проводят опрос специалистов (экспертов) и они отвечают на вопросы о влиянии определённых факторов на какое-либо явление, их ранжируя по величине влияния соответствующего фактора (значимости). Предшествующий метод ранжирования протекает в несколько этапов. Результаты ранжирования экспертов будут собраны и подготовлены для математической обработки. Будет проверено, адекватны ли результаты ранжирования по отношению к коэффициенту корреляции рангов Спирмена, а также проверена степень близости мнений экспертов с коэффициентом согласования. Априорная диаграмма ранга интерпретирует полученные результаты. Факторы отмеченные в диаграмме группируются по их значимости влияния, для того чтобы в последующих исследованиях с их помощью было возможно создавать единый план эксперимента. В обоих случаях, как в отношении областей тела, так и в отношении защиты элементов, исходящих из системы индивидуальной защиты солдата, против угрозы пожара, ранжирования были адекватными и мнения экспертов согласованы. В проведённом исследовании мнений экспертов и в последующей их математической обработке по защите областей тела солдата против пожара наиболее важными областями были признаны голова/лицо/шея, половые органы и руки. В свою очередь, входящие в систему индивидуальной защиты солдата от опасности пожара, наиважнейшие элементы одежды являются шлем с прокладкой, система тактических перчаток, противогаз с фильтрами, военные очки. После проведения опроса наблюдается корреляция между результатами, полученными о защите областей тела солдата от воздействия пожаров и результатами, полученными о разделении элементов, входящих в систему индивидуальной защиты солдата, на приоритетные группы, что дополнительно указывает на адекватную работу экспертов в проведённом опросе.