

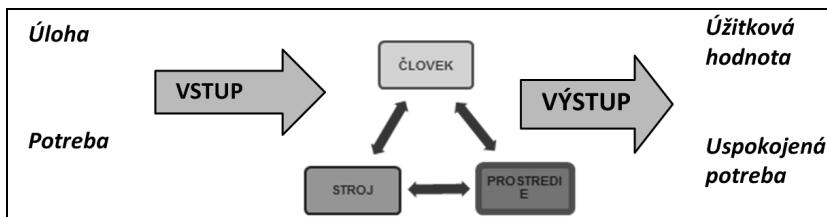
**Ivana TUREKOVÁ**

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Slovenská Republika

## Využitie nových metód pri hodnotení ergonomických rizík

### Úvod

Ergonomický systém tvoria ľudia, stroje, technické zariadenia, podmienky, ktorých vlastnosti ovplyvňujú priamo alebo nepriamo kvalitu splnenia úloh, spokojnosť a zdravie zamestnancov [Kráľ 1994]. Predmetom skúmania je celý komplex prvkov ako jedného funkčného celku so všetkými je väzbami (hmotné, energetické a informačné) [Rubínová 2006].



**Obr. 1. Schéma ergonomického systému [Rubínová 2006]**

K analýze a hodnoteniu ergonomického systému slúži komplex kritérií, ktorým musia jednotlivé prvky systému vyhovovať s ohľadom na požiadavku prispôsobenia technických prvkov a pracovných podmienok výkonnostným schopnostiam podniku. Patria sem tieto kritériá:

- antropometrické – rozmerové a priestorové riešenie pracovísk,
- fyziologické – optimálne využitie fyzickej kapacity človeka,
- estetické – farebné riešenie pracovísk,
- hygienické a bezpečnostné – podmienky pre bezpečnú prácu, vylučujúce zdravotné poškodenie,
- psychofyziologické – optimálne využitie zmyslovej a neuropsychickej výkonnosti človeka,
- psychologické – optimálny postoj a zainteresovanosť pracovníka na výkone [Kráľ 1994].

Riešenie stroja musí rešpektovať aj pohlavie a vek zamestnanca, pracovnú polohu, pohybový priestor tiež zorné podmienky. Hlavné princípy pre prácu s repetitívnymi úkonmi ruky a zápästia sa týkajú hlavne redukcie počtu pohybov za pracovnú zmenu a udržiavanie neutrálnej polohy zápästia. Je teda vhodné:

- minimalizovať ohýbanie, úklony a rotáciu zápästia,

- redukcia vynakladania veľkých svalových síl rúk – znižovaním hmotnosti ručne manipulovaných bremien a používanie náradia, vyhýbanie sa opakovanému silovo náročnému tlaku prstov,
- prispôsobovanie dosahových vzdialeností ručne manipulovaného materiálu,
- vyhnúť sa manipulácii nad výšku ramien a prácam vyžadujúcim zapaženie,
- vyvarovať sa nepriaznivým pracovným polohám, ako sú statické polohy alebo polohy s častou frekvenciou zmeny,
- dôraz musí byť kladený aj výber vhodnosti používaného náradia a nástroja, kontrolu prenosu vibrácií na ruky a stanovenie doby práce s týmto náradím a nástrojom.

Základným ergonomickým pravidlom týkajúcim sa problematiky používania náradia a nástrojov vychádza zo zachovania neutrálnej polohy zápästia. Ohýbať sa má náradie a nie zápästie zamestnanca. Od toho sa odvíja aj veľkosť držadla, vyhýbanie sa používaniu nástrojov, ktoré spôsobujú útlak štruktúr v dlani alebo prstoch [Diego, Cuesta, Rula; Tureková, Bagalová 2014].

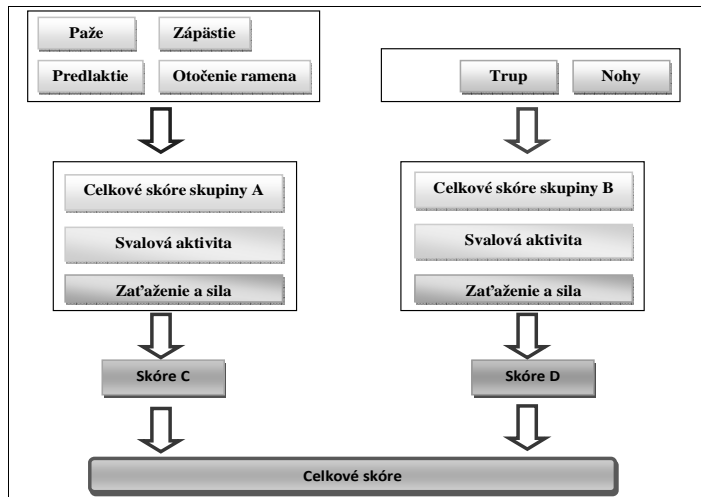
### **Princíp metódy a jej aplikácia**

Na posúdenie ergonomického zaťaženia pracovníkov bola použitá metódu **RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*)**.

RULA bola vyvinutá s cieľom posúdiť vystavenie jednotlivých pracovníkov ergonomickým rizikovým faktorom so zameraním na horné končatiny. Zahŕňa nielen hodnotenie horných končatín (paží, predlaktia a zápästia), ale tiež krku trupu a nôh [Diego, Cuesta, Rula]. RULA hodnotí konkrétne držanie tela a je dôležité, aby hodnotenie týchto polôh bolo zachytené pri najvyššej posturálnej záťaži. Princíp tejto metódy spočíva v pozorovaní činností podniku v niekoľkých pracovných cykloch. Následne bodovo ohodnocuje polohy jednotlivých častí tela s ohľadom na odklon od neutrálnej polohy. Pri každej časti tela sú popísané tzv. základné polohy k určeniu základného skóre. Ide o rôzny rozsah flexií a extenzií, ktoré sú obodované zostupne so vzrastajúcim odklonom od neutrálnej polohy. Ďalej sú tu uvedené popisy polôh k získaniu dodatočných bodov pre určenie tzv. premenlivého skóre, ako je napríklad rotácia a úklony. V hodnotení je tiež zahrnuté silové skóre – hmotnosť manipulačného bremena a vplyv statickej polohy pri práci. Získané body pre jednotlivé časti tela spolu s ďalšími započítanými typmi skóre sú vkladané postupne do príslušných tabuliek a výsledkom je tzv. Rula skóre. Postup je znázornený na Obrázku 2.

Posúdenie záťaže bolo vykonané pre činnosti výroby a povrchovej úpravy modulov a komponentov pre automobilový priemysel. Analýze bola podrobená činnosť ergonomicky najnáročnejšia – ručné zahýbanie presahujúcich častí koženky cez plast. Analýza pracovnej činnosti sa vykonávala sledovaním pracovníka priamo pri práci, pričom sa pozorovalo niekoľko pracovných cyklov. Časový cyklus pracovnej zmeny bol snímaný, analyzovaný a zapisovaný do

tabuliek k určení konečného výsledného skóre a k určení miery rizika [Tureková, Bagalová 2014; RULA].



Obr. 2. Bodovací list metódy RULA [Diego, Cuesta, Rula]

### Výsledky a diskusia

Metódou RULA bolo posúdené vystavenie jednotlivých zamestnancov ergonomickým rizikovým faktorom so zameraním na polohy horných končatín (Obrázok 3 časť A) a polohy krku, trupu a dolných končatín (Obrázok 4 časť B). Výsledok kvantifikuje podľa Tabuľky 1 posudzovanú činnosť mierou stredného rizika, vyžadujúceho rýchlu zmenu a prijímanie nápravných opatrení.

Tabuľka 1

Miera rizika a naliehavosť nápravných opatrení zistené metódou RULA [Diego, Cuesta, Rula]

Skóre	Úroveň rizika
1–2	zanedbateľné riziko, nevyžaduje si žiadnu nápravu
3–4	nízke riziko, zmeny môžu byť vyžadované
5–6	<b>stredné riziko, ďalšie vyšetrovanie, potrebná rýchla zmena</b>
6+	vysoké riziko, implementovať zmeny ihneď

Na základe ergonomického posúdenia činnosť ručného zahýbania koženky cez plast predstavuje stredné ergonomické riziko vyžadujúce ďalšie šetrenie a prijímanie nápravných opatrení. Pracovisko si vyžaduje ergonomickú úpravu: úpravu konštrukcie úchytného zariadenia tak, aby bolo viacúčelové a dala sa meniť poloha uchyteného dielu, vybaviť pracovisko výškovo nastaviteľnými

stolmi, aby manipulačná rovina, pohybové priestory a vynakladané sily zodpovedali telesným rozmerom a prirodzeným pohybom končatín zamestnancov a aby nedochádzalo k zaujatiu fyziologicky neprijateľných.

A. Arm and Wrist Analysis				SCORES																																																																																																								
Step 1: Locate Upper Arm Position:				TABLE A		Wrist Score																																																																																																						
				Upper Arm	Lower Arm	1		2		3		4																																																																																																
						Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist																																																																																																
Step 1a: Adjust...				2	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3																																																																																														
If shoulder is raised: +1 If upper arm is abducted: +1 If arm is supported or person is leaning: -1						2	2	2	2	2	3	3	3	3																																																																																														
Step 2: Lower Arm Position:				2	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4																																																																																														
						1	2	3	3	3	3	3	4	4																																																																																														
Step 2a: Adjust...				4	4	1	2	3	3	3	3	4	4	4																																																																																														
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1						3	3	4	4	4	4	4	5	5																																																																																														
Step 3: Locate Wrist Position:						1	3	3	4	4	4	4	4	5	5																																																																																													
				5	5	2	3	4	4	4	4	4	4	5																																																																																														
Step 3a: Adjust...						3	4	4	4	4	4	4	5	5																																																																																														
If wrist is bent from midline: Add +1						1	4	4	4	4	4	4	5	5																																																																																														
Step 4: Wrist Twist:				3	1	1		2		3		4																																																																																																
If wrist is twisted in mid-range: +1						Wrist Twist Score		Wrist Twist Score		Wrist Twist Score		Wrist Twist Score																																																																																																
If wrist at or near end of range: +2																																																																																																												
Step 5: Look-up Posture Score in Table A				3		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">Neck</th> <th colspan="2">Trunk</th> <th colspan="2">Leg</th> <th colspan="2">Score</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>7+</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8">Wrist/Arm Score</td> <td>1</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>5</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>8+</td> <td>5</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td> </tr> </tbody> </table>												Neck		Trunk		Leg		Score				1	2	3	4	5	6	7	7+	Wrist/Arm Score	1	1	2	3	3	4	5	5	5	2	2	2	3	4	4	5	5	5	3	3	3	3	4	4	5	6	6	4	3	3	3	4	5	6	6	6	5	4	4	4	5	6	7	7	7	6	4	4	5	6	6	7	7	7	7	5	5	6	6	7	7	7	7	8+	5	5	6	7	7	7	7	7
		Neck		Trunk												Leg		Score																																																																																										
		1	2	3	4	5	6	7	7+																																																																																																			
Wrist/Arm Score	1	1	2	3	3	4	5	5	5																																																																																																			
	2	2	2	3	4	4	5	5	5																																																																																																			
	3	3	3	3	4	4	5	6	6																																																																																																			
	4	3	3	3	4	5	6	6	6																																																																																																			
	5	4	4	4	5	6	7	7	7																																																																																																			
	6	4	4	5	6	6	7	7	7																																																																																																			
	7	5	5	6	6	7	7	7	7																																																																																																			
	8+	5	5	6	7	7	7	7	7																																																																																																			
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A				Posture Score A																																																																																																								
Step 6: Add Muscle Use Score				+																																																																																																								
If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes)				1																																																																																																								
Or if action repeated occurs 4x per minute: +1				Muscle use Score																																																																																																								
Step 7: Add Force/Load Score				+																																																																																																								
If load < 2 kg (intermittent): +0				0																																																																																																								
If load 2 kg - 10 kg (intermittent): +1				0																																																																																																								
If load 2 kg - 10 kg (static or repeated): +2				0																																																																																																								
If more than 10 kg or repeated or shocks: +3				0																																																																																																								
Step 8: Find Row in Table C				Force/load score																																																																																																								
Add values from steps 5-7 obtain				=																																																																																																								
Wrist and Arm Score. Find row in table C.				4																																																																																																								
Wrist&Arm Score				4																																																																																																								



Obr. 3. Ergonomické posúdenie horných končatín [Tureková, Bagalová 2014; Uváčiková 2013]

B. Neck, Trunk and Leg Analysis		TABLE B Trunk Posture Score													
Step 9: Locate neck Position	3	Neck Posture score		1		2		3		4		5		6	
Step 9a: Adjust...				legs	legs	legs	legs	legs	legs	legs	legs	legs	legs	legs	legs
If neck is twisted: +1	Neck Score	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
If neck is side bending: +1		1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	7	7
Step 10: Locate trunk position:	3	2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	6	7	7	7
Step 10a: Adjust...		3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7
If trunk is twisted: +1	Trunk Score	4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8
If trunk is side bending: +1		5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
Step 11: Legs	1	6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9
If legs and feet are supported: +1															
If not: +2	Leg Score														
Step 12: Look-up Posture Score in Tab. B	4														
Using values from steps 9-11 above,															
Locate score in Table B.	Posture B Score														
Step 13: Add Muscle Use Score	+														
If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes)															
Or if action repeated occurs 4x per minute: +1	1														
Step 14: Add Muscle Use Score	Muscle Use Score														
If load <2 kg (intermittent): +0															
If load 2 kg – 10 kg (intermittent): +1...															
If load 2 kg – 10 kg (static or repeated): +2	0														
If more than 10 kg or repeated or shocks: +3	Force/load Score														
Step 15: Find Column in Table C	5														
Add values from steps 12 -14 obtain															
Neck, Trunk and Leg Score, Find Column in Table C.	Neck, Trunk, Leg Score														

**Obr. 4. Ergonomické posúdenie polôh krku, trupu a dolných končatín [Tureková, Bagalová 2014; Uváčiková 2013]**

pracovných polôh, poskytnúť pracovníkom k dispozícii pracovné sedadlo na krátky odpočinok, zaviesť riadenú rotáciu zamestnancov na linkách a tým skrátiť čas expozície vynútených polôh, ďalšie posúdenie fyzickej a ergonomickej záťaže, zakúpenie priemyselných protiúnavových rohoží pod nohy, vzdelávanie zamestnancov na ergonomické riziká a prevenciu pred nimi, lekárske preventívne prehliadky vo vzťahu a k práci a iné.

### Záver

V príspevku je posúdené ergonomické riziko pri operácii – zahýbania koženky na plast pri výrobe automobilových dielov s využitím RULA metódy. Analýzou bolo zistené stredné riziko, čo si vyžaduje ďalšie posudzovanie a aplikáciu nápravných opatrení. Boli potvrdené pri vykonávanej činnosti neprijateľné pracovné polohy, ktoré nie sú v súlade s bezpečnosťou zamestnancov. Preto boli navrhnuté nápravné opatrenia s cieľom eliminovať nepriaznivé pracovné polohy a predchádzať ochoreniam z práce.

## Literatúra

- Diego J.A., Cuesta S.A., RULA, <http://www.ergonautas.upv.es/en/metodos/rula/rula-ayuda.php> (29.10.2012).
- Král M. (1994): *Ergonomie a její užití v technické praxi*, Ostrava.
- Rubínová D. (2006): *Ergonomie*, Brno.
- RULA – Rapid Upper Limb Assessment, <http://www.rula.co.uk/> (25.02.2013).
- Tureková I., Bagalová T. (2014): *Posúdenie fyzickej záťaže zamestnancov pri opravách a čistení kovových súčiastok*, „Spektrum“ Roč. 14, č. 1.
- Uváčiková K. (2013): *Posúdenie ergonomických aspektov pri výrobe interiérov automobilov*, Trnava, Bakalárska práca.

## Abstrakt

V súčasnosti k najčastejšie diagnostifikovaným profesionálnym ochoreniam patria choroby podporno-pohybového systému. Sú charakterizované častým opakovaním rovnakých pracovných pohybov s nárokmi na pohybovú koordináciu a zmyslovú kontrolu. V mnohých prípadoch ide o dlhodobo vykonávanú prácu vo vynútenom pracovnom tempe s nadmerným statickým zaťažením, jednostranným preťažením končatín vo vynútených pracovných polohách. Metóda RULA bola aplikovaná pri posúdení ručnej výroby a povrchovej úpravy modulov a komponentov pre automobilový priemysel. Výsledky boli využité v návrhu opatrení na zníženie namáhania podporno-pohybového systému zamestnancov.

**Kľúčové slová:** choroby z povolania, pohybový aparát, RULA, ergonómia.

## Application of New Methods in the Evaluation of Ergonomic Risks

### Abstract

Currently the most commonly diagnosed occupational diseases include diseases of musculoskeletal system. They are characterized by frequent repetition of the same working movements with demands on motion coordination and sensory control. In many cases this work is characterised as long-term work, carried out in forced labour tempo with excessive static load, unilateral overload of limbs in forced labour positions. RULA method was applied for the assessment of manual production and surfacing of the modules and components for the automotive industry. The results were used in the draft of measures intended for reduction of the strain related with musculoskeletal system of employees.

**Keywords:** occupational diseases, musculoskeletal system, RULA, ergonomics.