



SYSTÉM SNÍMANIA, ANALÝZY A HODNOTENIA PRACOVNEJ ČINNOSTI ČLOVEKA

SENSING, ANALYSIS AND EVALUATION SYSTEM OF HUMAN WORK ACTIVITY

Katarína SENDERSKÁ

Abstract

Today is an important part of designing an ergonomically correct workplaces the application of various types of software applications that are capable inter alia, to competently assess and evaluate workplace respectively the working human activity. For creating such software is necessary to have relevant data. One of the most effective ways to obtain such data is the use of different types of sensors in real conditions respectively in the laboratory. The paper presents approaches and results of IFA Institute documented this trend.

Key words

CUELA, worker, loading

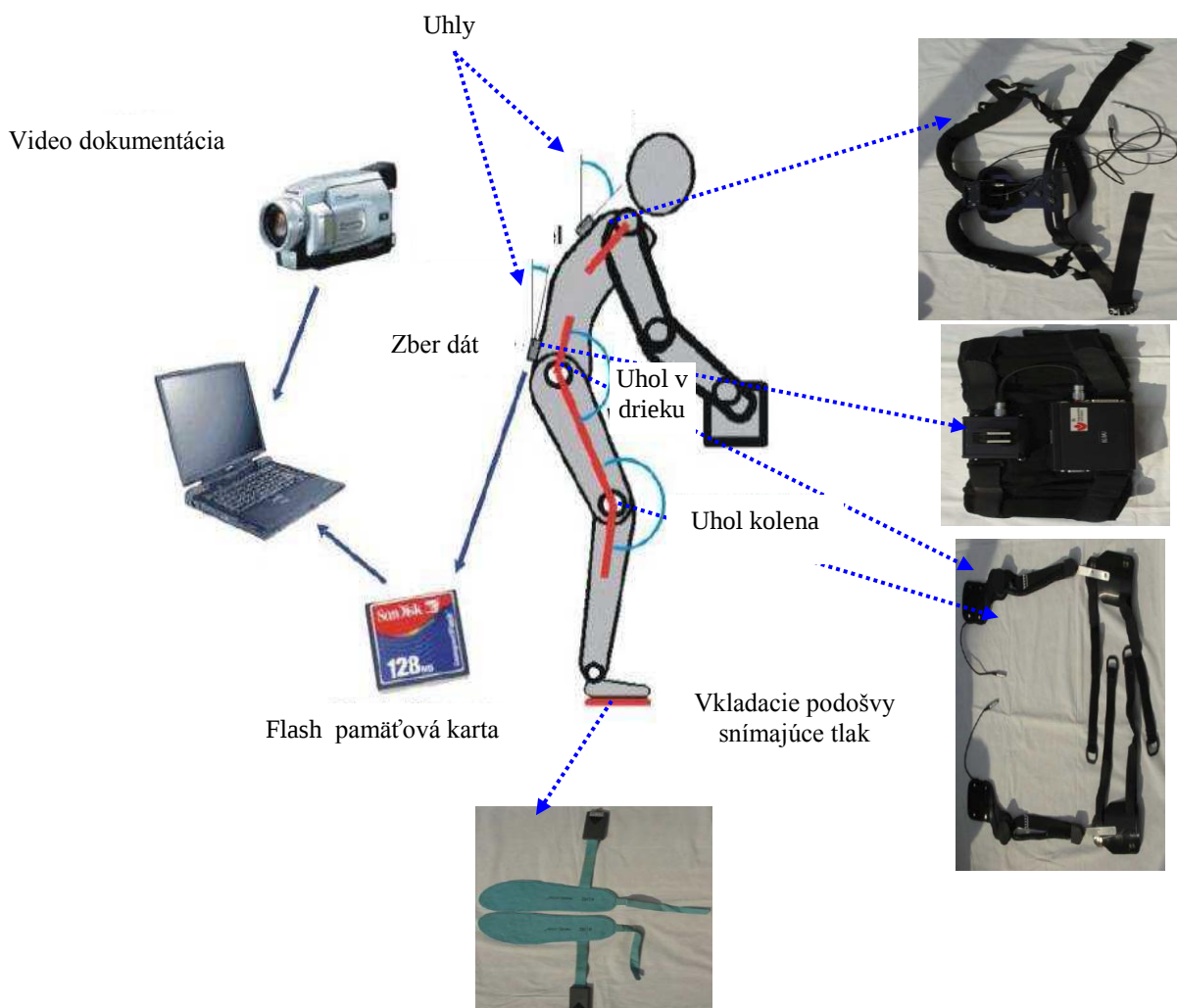
Úvod

V oblasti tvorby pracovísk je jednou z oblastí záujmu výskumu a vývoja analýza pracovnej aktivity človeka z hľadiska zaťaženia. Tento záujem súvisí s oblasťou bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Vychádza z poznatkov pracovného lekárstva má základný cieľ na základe analýz získať dostatok informácií a znalostí, ktoré by napomáhali tvorbe jednak prvkov, zariadení a pomôcok ako aj obsahu práce tak, aby nedochádzalo k preťaženiu resp. k negatívnemu pôsobeniu na zdravie pracovníkov. Získané znalosti je následne možné implementovať do oblasti dizajnu a navrhovania pracovísk. Jeden z týchto prístupov je získať relevantné informácie priamo pri vykonávaní činnosti a tieto následne spracovať v príslušnom softvéri tak ako to prezentuje systém CUELA (Computer-unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems – počítačom podporované snímanie a dlhodobá analýza záťaže svalového a kostrového systému), ktorý bol vyvinutý v Inštitúte BGIA - Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz v Sankt Augustine dnes Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) [4].

Systém CUELA

Systém CUELA sa používa na analýzu záťaže svalového a kostrového systému priamo na pracovisku v reálnych podmienkach prípadne v laboratóriu. Ide o mechanicko-elektronický osobný merací systém, ktorý je možné upevniť na pracovný odev. Všetky meracie prvky, senzory, zdroj energie a zariadenie pre záznam dát sa nachádzajú v jednotlivých prvkoch systému.

Na obr. 1 sú zobrazené jednotlivé prvky tohto systému. Pomocou systému CUELA je možné všetky zaťažujúce manipulačné a montážne práce (počet úkonov, trvanie, podiel v rámci pracovnej zmeny) objektívne zosnímať. Celková hmotnosť prístroja je 3 kg. Prístroj má batériové napájanie. Merané údaje sa zapisujú do flash pamäte. Meria sa uhol kolena a bedrového kĺbu ako aj uhly ohybu, naťahovania, otočenia a stranového ohybu hornej časti tela. Zároveň sa meria reakcia na podlahu pomocou špeciálnych podošiev v pracovnej obuvi.



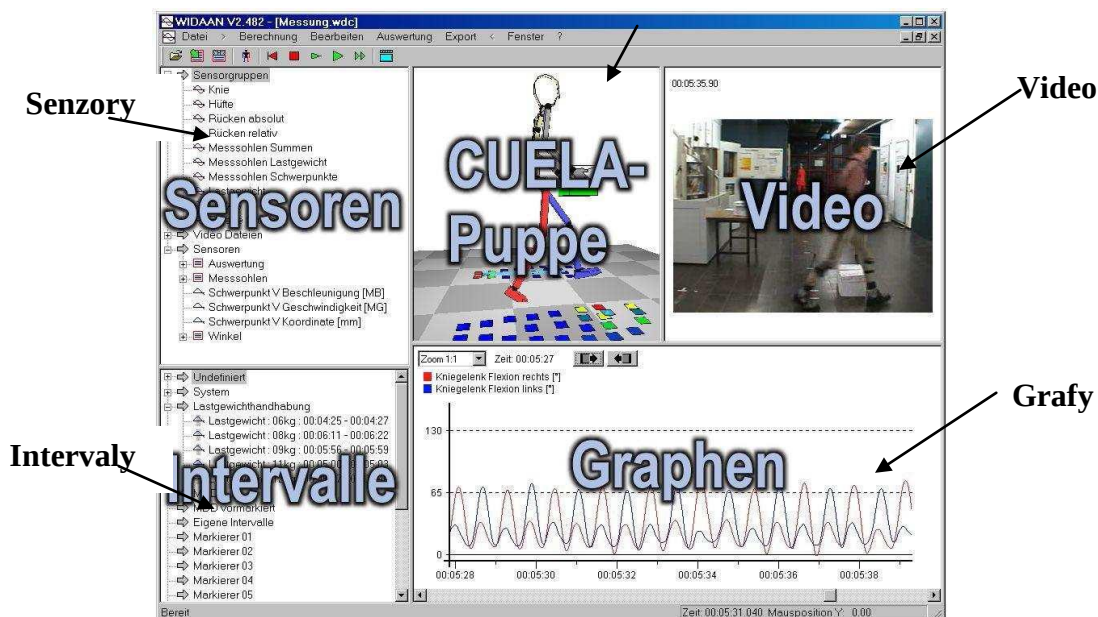
Obr. 1 Systém CUELA podľa [3]

Softvér WIDAAN

Softvér WIDAAN vyvinutý v [3] je určený na spracovanie a vyhodnotenie údajov získaných snímaním podľa biomechanických kritérií a kritérií pracovného lekárstva. Činnosť je analyzovaná na základe dát zo senzorov ako aj na základe nasnímaného videa. Príklad obrazovky softvéru WIDAAN je na obr. 2. Namerané dáta sa okamžite načítajú do softvéru a zobrazia sa. Pomocou tohto softvéru je možné k akémukoľvek časovému bodu zobrazíť výsledky merania na základe trojrozmernej figuríny vo forme grafov. Merania sú zároveň dokumentované pomocou videa. Synchronizáciou video snímky s meranými dátami je možné získať komplexnú informáciu o realizovanej pracovnej aktivite človeka.



Cuela - figurína



Obr. 2 Obrazovka programu WIDAAN podľa [3]

Aplikačné možnosti systému CUELA

Aplikačné možnosti systému existujú v nasledujúcich základných smeroch:

- **Hodnotenie pracovných pomôcok, nových zariadení resp. zmien pracovného okolia.** Ako príklad je možné uviesť meranie v laboratórnych podmienkach – skúšanie novej konštrukcie stoličky pri štandardnej činnosti – telefonovaní podľa [3] – pozri obr. 3 prípadne meranie a analýza existujúceho sedadla a nového sedadla žeriavu (obr.4).



Obr. 3 Meranie stoličky v laboratórnych podmienkach podľa [3]



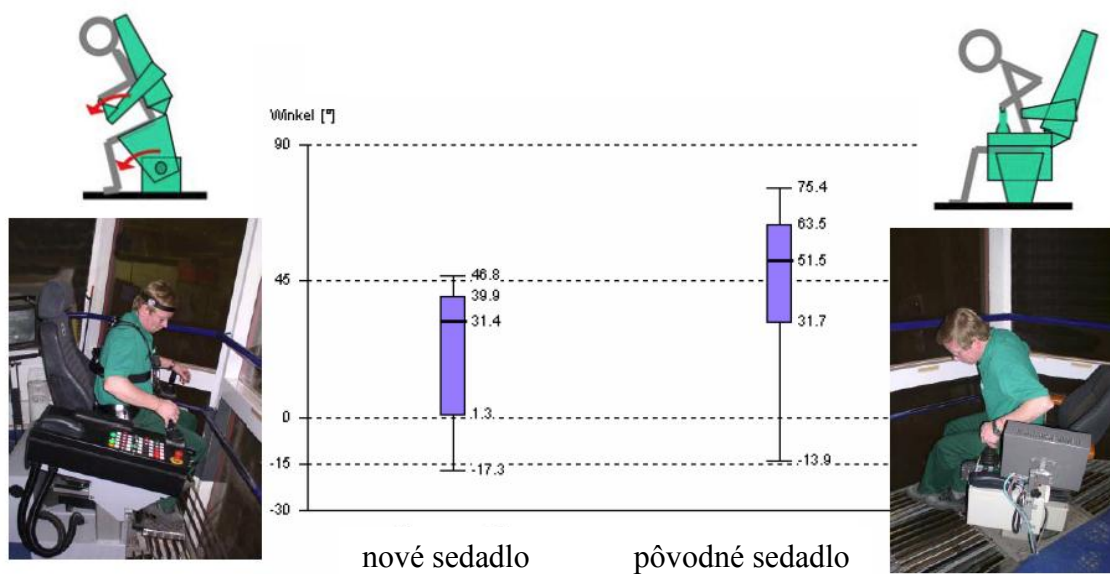
pôvodné sedadlo



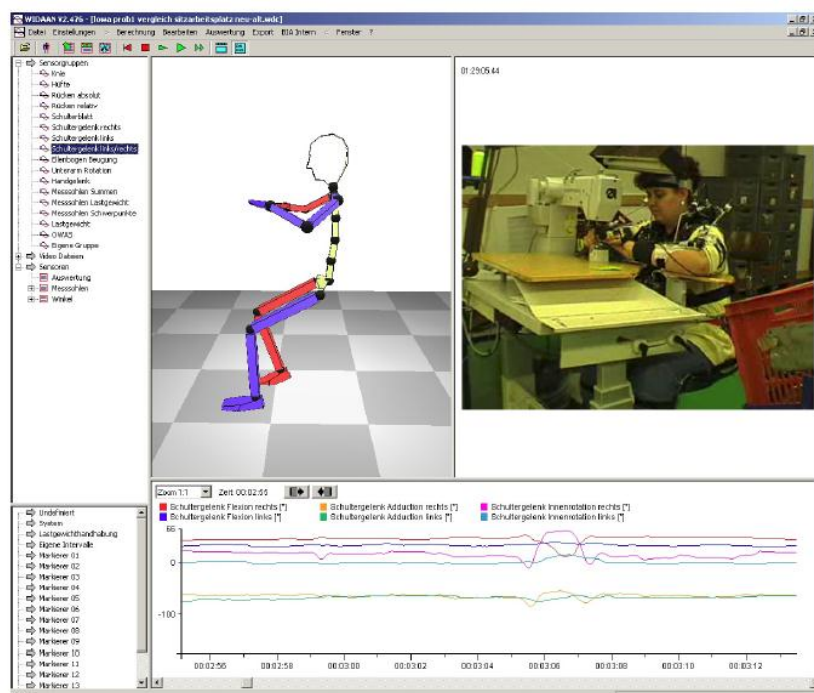
nové sedadlo

Obr. 4 Analyzované sedadlá podľa [3]

- **Hodnotenie a analýza pracovnej činnosti.** Systém CUELA je možné použiť pre analýzu rozličných typov pracovných postupov a procesov (obr.5). Ako iný príklad je možné uviesť realizované analýzy v odevnom priemysle a (obr.6) [1].



. Obr. 5 Príklad analýzy pracovných postupov a procesov [1]

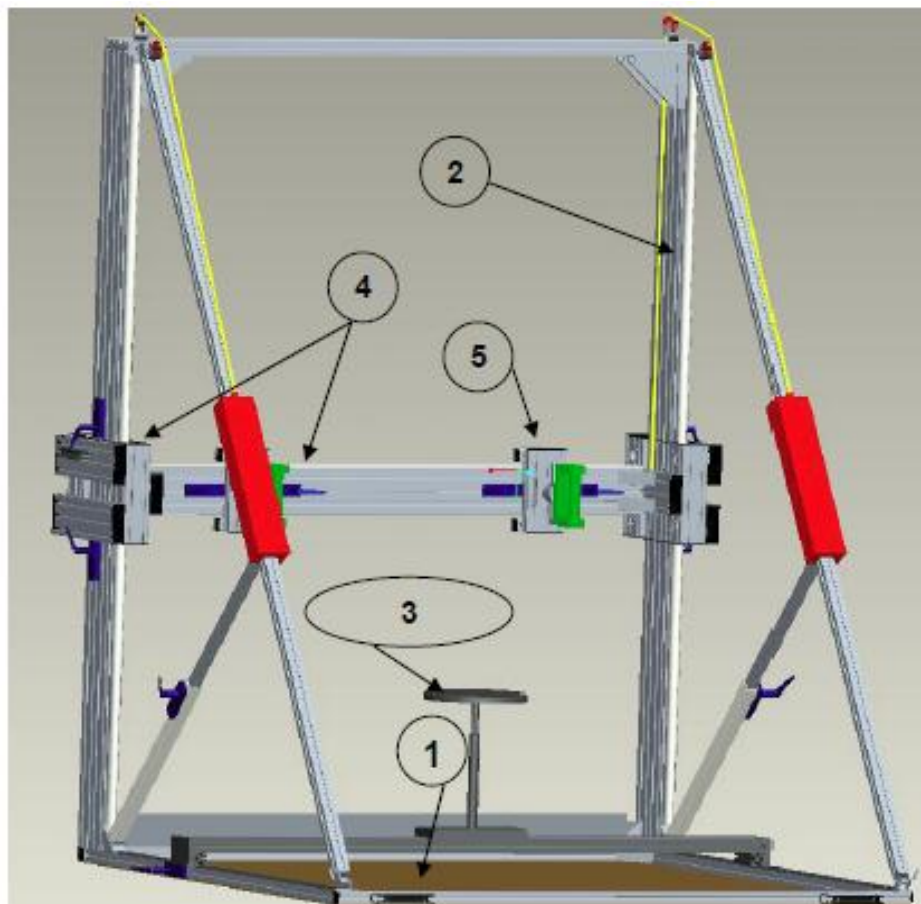


Obr. 6 Príklad analýzy pracovísk šitia v odevnom priemysle podľa [1]

- Získavanie, hodnotenie a vytváranie údajov resp. odporúčani pre rozličné typy pracovných úkonov.** Napríklad na základe tzv. matice (obr. 7) pre reálne existujúce polohy v ktorých pracovník pri montáži pôsobí silou v spolupracujúcich firmách (AIRBUS, Audi, BMW, DC, Ford, Opel a VW) bol navrhnutý merací stend (obr. 8).

	<table><tr><td>A⁺:</td><td>31</td><td>14</td><td>10</td><td>9</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>29</td><td>16</td><td>11</td><td>10</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>32</td><td>15</td><td>11</td><td>10</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>33</td><td>16</td><td>11</td><td>11</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>26</td><td>13</td><td>9</td><td>8</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>26</td><td>13</td><td>9</td><td>8</td></tr></table>	A ⁺ :	31	14	10	9	A ⁻ :	29	16	11	10	B ⁺ :	32	15	11	10	B ⁻ :	33	16	11	11	C ⁺ :	26	13	9	8	C ⁻ :	26	13	9	8		<table><tr><td>A⁺:</td><td>33</td><td>12</td><td>12</td><td>9</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>40</td><td>19</td><td>18</td><td>15</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>36</td><td>14</td><td>13</td><td>10</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>40</td><td>19</td><td>14</td><td>12</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>33</td><td>12</td><td>12</td><td>9</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>33</td><td>12</td><td>12</td><td>9</td></tr></table>	A ⁺ :	33	12	12	9	A ⁻ :	40	19	18	15	B ⁺ :	36	14	13	10	B ⁻ :	40	19	14	12	C ⁺ :	33	12	12	9	C ⁻ :	33	12	12	9		<table><tr><td>A⁺:</td><td>35</td><td>22</td><td>14</td><td>14</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>22</td><td>5</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>20</td><td>7</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>30</td><td>17</td><td>9</td><td>9</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>25</td><td>12</td><td>7</td><td>7</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>26</td><td>13</td><td>8</td><td>8</td></tr></table>	A ⁺ :	35	22	14	14	A ⁻ :	22	5	3	3	B ⁺ :	20	7	4	4	B ⁻ :	30	17	9	9	C ⁺ :	25	12	7	7	C ⁻ :	26	13	8	8
A ⁺ :	31	14	10	9																																																																																											
A ⁻ :	29	16	11	10																																																																																											
B ⁺ :	32	15	11	10																																																																																											
B ⁻ :	33	16	11	11																																																																																											
C ⁺ :	26	13	9	8																																																																																											
C ⁻ :	26	13	9	8																																																																																											
A ⁺ :	33	12	12	9																																																																																											
A ⁻ :	40	19	18	15																																																																																											
B ⁺ :	36	14	13	10																																																																																											
B ⁻ :	40	19	14	12																																																																																											
C ⁺ :	33	12	12	9																																																																																											
C ⁻ :	33	12	12	9																																																																																											
A ⁺ :	35	22	14	14																																																																																											
A ⁻ :	22	5	3	3																																																																																											
B ⁺ :	20	7	4	4																																																																																											
B ⁻ :	30	17	9	9																																																																																											
C ⁺ :	25	12	7	7																																																																																											
C ⁻ :	26	13	8	8																																																																																											
aufrecht stehend		gebeugt stehend		überkopf stehend																																																																																											
	<table><tr><td>A⁺:</td><td>8</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>8</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>8</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>8</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>8</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>8</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr></table>	A ⁺ :	8	4	3	2	A ⁻ :	8	4	3	2	B ⁺ :	8	3	2	1	B ⁻ :	8	4	3	2	C ⁺ :	8	4	3	2	C ⁻ :	8	3	2	1		<table><tr><td>A⁺:</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr></table>	A ⁺ :	2	2	2	1	A ⁻ :	6	6	6	5	B ⁺ :	2	1	1	0	B ⁻ :	6	6	6	5	C ⁺ :	4	4	4	3	C ⁻ :	4	3	3	2		<table><tr><td>A⁺:</td><td>6</td><td>6</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>6</td><td>6</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A ⁺ :	6	6	2	1	A ⁻ :	2	2	1	0	B ⁺ :	1	1	1	0	B ⁻ :	6	6	2	1	C ⁺ :	2	2	1	0	C ⁻ :	1	1	1	0
A ⁺ :	8	4	3	2																																																																																											
A ⁻ :	8	4	3	2																																																																																											
B ⁺ :	8	3	2	1																																																																																											
B ⁻ :	8	4	3	2																																																																																											
C ⁺ :	8	4	3	2																																																																																											
C ⁻ :	8	3	2	1																																																																																											
A ⁺ :	2	2	2	1																																																																																											
A ⁻ :	6	6	6	5																																																																																											
B ⁺ :	2	1	1	0																																																																																											
B ⁻ :	6	6	6	5																																																																																											
C ⁺ :	4	4	4	3																																																																																											
C ⁻ :	4	3	3	2																																																																																											
A ⁺ :	6	6	2	1																																																																																											
A ⁻ :	2	2	1	0																																																																																											
B ⁺ :	1	1	1	0																																																																																											
B ⁻ :	6	6	2	1																																																																																											
C ⁺ :	2	2	1	0																																																																																											
C ⁻ :	1	1	1	0																																																																																											
aufrecht hockend		gebeugt hockend		überkopf hockend																																																																																											
	<table><tr><td>A⁺:</td><td>18</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>18</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>17</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>22</td><td>10</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>18</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>18</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td></tr></table>	A ⁺ :	18	6	6	5	A ⁻ :	18	6	6	5	B ⁺ :	17	4	4	3	B ⁻ :	22	10	6	5	C ⁺ :	18	6	6	5	C ⁻ :	18	5	5	4		<table><tr><td>A⁺:</td><td>15</td><td>5</td><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>18</td><td>8</td><td>8</td><td>6</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>14</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>22</td><td>12</td><td>8</td><td>6</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>16</td><td>6</td><td>6</td><td>4</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>16</td><td>5</td><td>5</td><td>3</td></tr></table>	A ⁺ :	15	5	5	3	A ⁻ :	18	8	8	6	B ⁺ :	14	3	3	1	B ⁻ :	22	12	8	6	C ⁺ :	16	6	6	4	C ⁻ :	16	5	5	3		<table><tr><td>A⁺:</td><td>18</td><td>9</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>14</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>13</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>18</td><td>9</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>13</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>13</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr></table>	A ⁺ :	18	9	4	3	A ⁻ :	14	5	4	3	B ⁺ :	13	4	3	2	B ⁻ :	18	9	4	3	C ⁺ :	13	4	3	2	C ⁻ :	13	4	3	2
A ⁺ :	18	6	6	5																																																																																											
A ⁻ :	18	6	6	5																																																																																											
B ⁺ :	17	4	4	3																																																																																											
B ⁻ :	22	10	6	5																																																																																											
C ⁺ :	18	6	6	5																																																																																											
C ⁻ :	18	5	5	4																																																																																											
A ⁺ :	15	5	5	3																																																																																											
A ⁻ :	18	8	8	6																																																																																											
B ⁺ :	14	3	3	1																																																																																											
B ⁻ :	22	12	8	6																																																																																											
C ⁺ :	16	6	6	4																																																																																											
C ⁻ :	16	5	5	3																																																																																											
A ⁺ :	18	9	4	3																																																																																											
A ⁻ :	14	5	4	3																																																																																											
B ⁺ :	13	4	3	2																																																																																											
B ⁻ :	18	9	4	3																																																																																											
C ⁺ :	13	4	3	2																																																																																											
C ⁻ :	13	4	3	2																																																																																											
aufrecht knieend		gebeugt knieend		überkopf knieend																																																																																											
	<table><tr><td>A⁺:</td><td>23</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>23</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>18</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>27</td><td>14</td><td>9</td><td>9</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>23</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>19</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td></tr></table>	A ⁺ :	23	10	9	9	A ⁻ :	23	10	9	9	B ⁺ :	18	5	4	4	B ⁻ :	27	14	9	9	C ⁺ :	23	10	9	9	C ⁻ :	19	6	5	5		<table><tr><td>A⁺:</td><td>28</td><td>11</td><td>10</td><td>8</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>28</td><td>11</td><td>10</td><td>8</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>23</td><td>6</td><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>32</td><td>15</td><td>10</td><td>8</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>28</td><td>11</td><td>10</td><td>8</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>24</td><td>7</td><td>6</td><td>4</td></tr></table>	A ⁺ :	28	11	10	8	A ⁻ :	28	11	10	8	B ⁺ :	23	6	5	3	B ⁻ :	32	15	10	8	C ⁺ :	28	11	10	8	C ⁻ :	24	7	6	4		<table><tr><td>A⁺:</td><td>31</td><td>14</td><td>10</td><td>9</td></tr><tr><td>A⁻:</td><td>23</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td></tr><tr><td>B⁺:</td><td>22</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>B⁻:</td><td>32</td><td>15</td><td>11</td><td>10</td></tr><tr><td>C⁺:</td><td>28</td><td>11</td><td>7</td><td>6</td></tr><tr><td>C⁻:</td><td>24</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td></tr></table>	A ⁺ :	31	14	10	9	A ⁻ :	23	6	5	4	B ⁺ :	22	5	4	3	B ⁻ :	32	15	11	10	C ⁺ :	28	11	7	6	C ⁻ :	24	7	6	5
A ⁺ :	23	10	9	9																																																																																											
A ⁻ :	23	10	9	9																																																																																											
B ⁺ :	18	5	4	4																																																																																											
B ⁻ :	27	14	9	9																																																																																											
C ⁺ :	23	10	9	9																																																																																											
C ⁻ :	19	6	5	5																																																																																											
A ⁺ :	28	11	10	8																																																																																											
A ⁻ :	28	11	10	8																																																																																											
B ⁺ :	23	6	5	3																																																																																											
B ⁻ :	32	15	10	8																																																																																											
C ⁺ :	28	11	10	8																																																																																											
C ⁻ :	24	7	6	4																																																																																											
A ⁺ :	31	14	10	9																																																																																											
A ⁻ :	23	6	5	4																																																																																											
B ⁺ :	22	5	4	3																																																																																											
B ⁻ :	32	15	11	10																																																																																											
C ⁺ :	28	11	7	6																																																																																											
C ⁻ :	24	7	6	5																																																																																											
aufrecht sitzend		gebeugt sitzend		überkopf sitzend																																																																																											

Obr. 7 Matica reálne existujúcich polôh v montáži podľa [5]



Legenda:

- 1- Spodný rám
- 2- Priečna výstuha
- 3- Stolička
- 4- Rám pre lineárny pohyb meracieho systému
- 5- Prípravok pre uchytenie rukoväte

Obr.8 Stend pre meranie silového pôsobenia pracovníka podľa [5]

Na tomto meracom stende bol vykonaný celý rad meraní a to na základe podmienok, ktoré reálne existujú v spolupracujúcich podnikoch. Získané údaje boli spracované v softvéri WIDAAN, ktorý je schopný vyhodnotiť namerané údaje podľa biomechanických kritérií. Zároveň bol vyvinutý doplňujúci softvérový modul IAD-WIDAAN Client, ktorý beží paralelne k softvéru WIDAAN a slúži na zber a on-line spracovanie snímaných dát, ktoré je následne možné importovať do softvéru WIDAAN. Spracovaný atlas maximálnych odporúčaných síl v jednotlivých polohách je určený pre navrhovanie a hodnotenie pracovísk a to hlavne v montáži automobilov, v leteckom priemysle ako aj napr. pri stavbe vagónov a pod.



Súhrn

V súčasnosti je dôležitou súčasťou navrhovania ergonomicky správnych pracovísk aplikácia rozličných druhov softvérových aplikácií, ktoré sú schopné okrem iného aj kvalifikovane posúdiť a ohodnotiť pracovisko resp. pracovnú činnosť človeka. Pre tvorbu takéhoto softvéru je potrebné mať k dispozícii relevantné údaje. Jedným z najefektívnejších spôsobov ako takéto údaje získať je použitie rozličných typov snímačov pri vykonávaní činnosti v reálnych resp. laboratórnych podmienkach. Prezentované poznatky a výsledky inštitútu IFA dokumentujú tento trend.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA č.1/0248/09 Inovačné techniky pre navrhovanie a testovanie automobilových komponentov.

Použitá literatúra

- [1] Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz: Ergonomie an Nähearbeitsplätzen. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin, 2004, ISBN 3-8838-673-7
- [2] Európska agentúra pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci Dostupné na internete: <<http://osha.europa.eu/sk>>
- [3] Haug G.: CUELA in der Praxis In.: XXIV. Symposium der Gesellschaft für Sicherheitswissenschaft, FORUM PRÄVENTION 2007, Berufsgenossenschaft der Gas-, Fernwärme- und Wasserwirtschaft (BGFw, Düsseldorf, Deutschland) dostupné na internete: <http://www.auva.at>
- [4] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), dostupné na internete: <<http://www.dguv.de/ifa/de/index.jsp>>
- [5] Institut für Arbeitswissenschaft: Montagespezifischer Kraftatlas. Dostupné na internete: <<http://www.kraftatlas.de/>>
- [6] Kováč, J., Szombathyová, E.: Ergonómia. Skriptá. Sjf TU v Košiciach, 2010.

Kontaktná adresa

Ing. Katarína Senderská, PhD.
TU, Strojnícka fakulta, Katedra technológií a materiálov
Mäsiarska 74, 040 01 Košice
e-mail: katarina.senderska@tuke.sk