



Healthy  
Workplaces  
**LIGHTEN  
THE LOAD**

**VSS**  
part of SSBM Geneva



MINISTARSTVO RADA, MIROVINSKOGA  
SUSTAVA, OBITELJI I SOCIJALNE POLITIKE



European Agency  
for Safety and Health  
at Work



Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.

# ERGONOMSKI ČIMBENICI BIOMEHANIKE U PODRUČJU SIGURNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU



dr. sc. Luka Leško, pred., dr. sc. Sarajko Baksa, prof. v. Š., Ines Baksa, pred.  
VISOKA ŠKOLA ZA SIGURNOST (VSS), Zagreb, HR

## 1. Uvodna razmatranja

Suvremene metode radnih aktivnosti izmijenile su način rada i pri tome se uočilo da ljudi imaju ograničene mogućnosti djelovanja te da takve promjene treba pratiti i odgovarajuća humanizacija rada. Za učinkovito izvođenje rada potrebno je cjelokupni sustav čovjek – radni okoliš prilagoditi čovjeku.

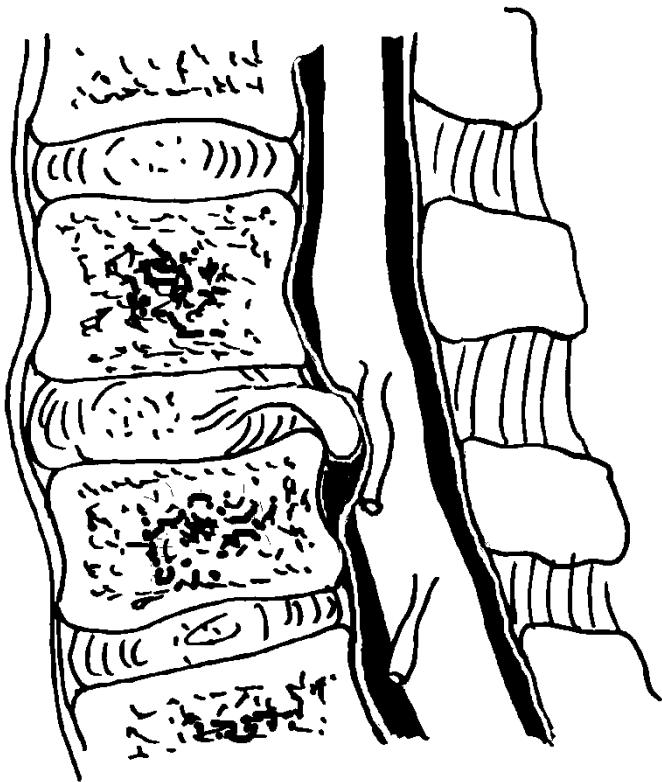


Sl. 1. Raznoliki djelatni položaji čovjeka tijekom rada

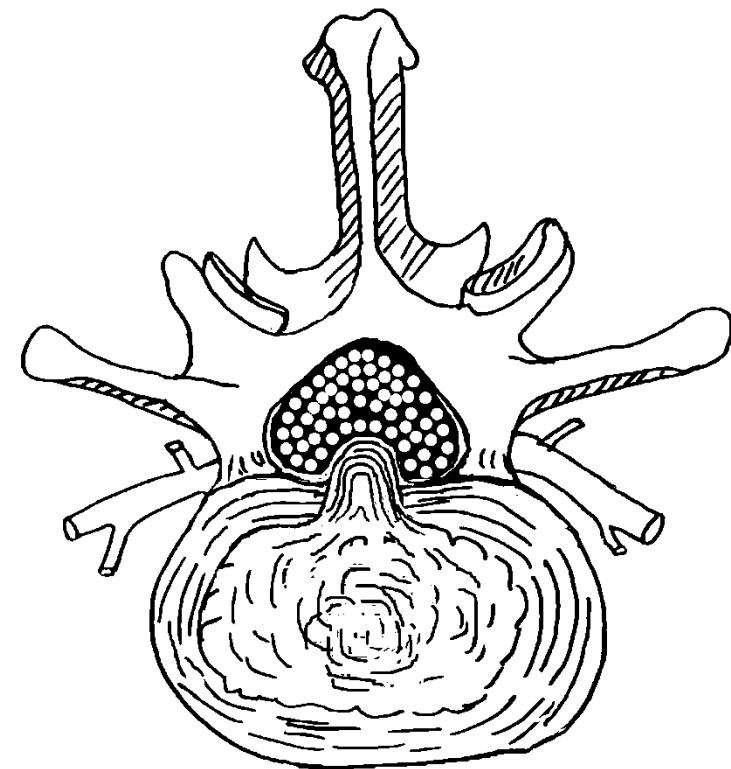
Dosadašnja primjena računala i računalnih grafičko – analitičkih programske rješenja u istraživanju oblikovanja i određivanja ergonomijskog i biomehaničkog sklada između čovjekovih dimenzija i okolišnog prostora, kao i njegovih radnih položaja i pokreta, tzv. CAEA, znanstveno je nepotpuna i neodređena, glede digitaliziranih aproksimacija okolišnih sustava i uporabe samo statistički definiranih računalnih humanoidnih modela.

Kao jedan od temeljnih zadataka jest utvrđivanje što je moguće točnije udaljenosti hvatišta sila dijelova tijela do zadnjeg para slabinskih kralješaka L4/L5.

U procesu rada nemoguće je izravno, a u zavisnosti od radnog pokreta, izmjeriti željene udaljenosti.



(a)



(b)

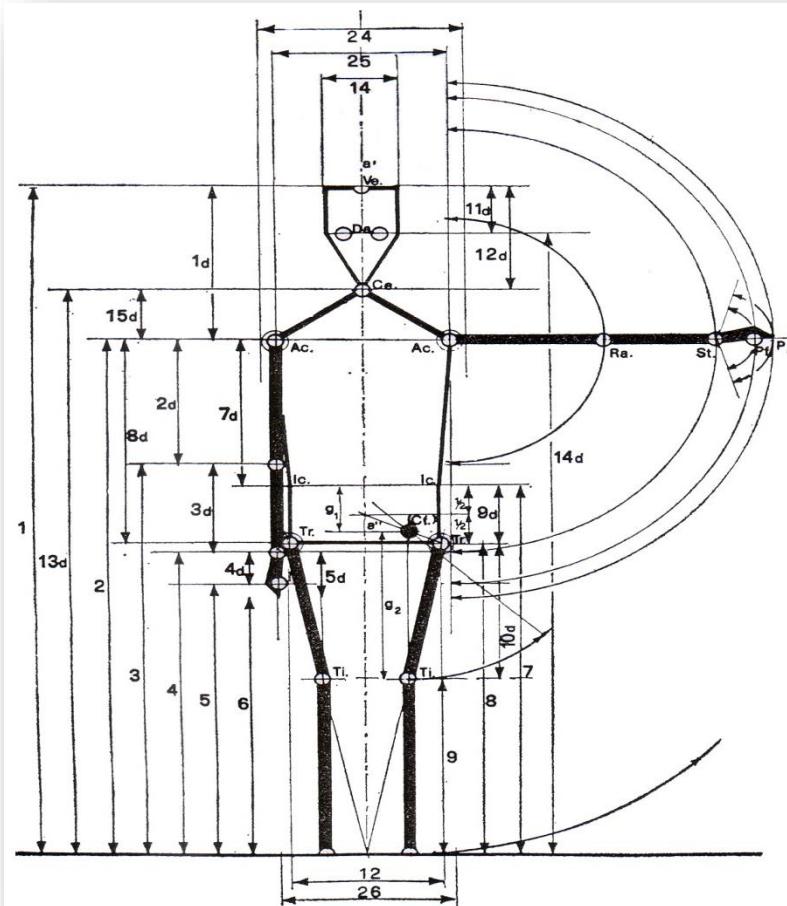
Sl. 2. Shematski prikaz prolapsa diskusa

## 2. FIZIOLOŠKA ANTROPOMETRIJA

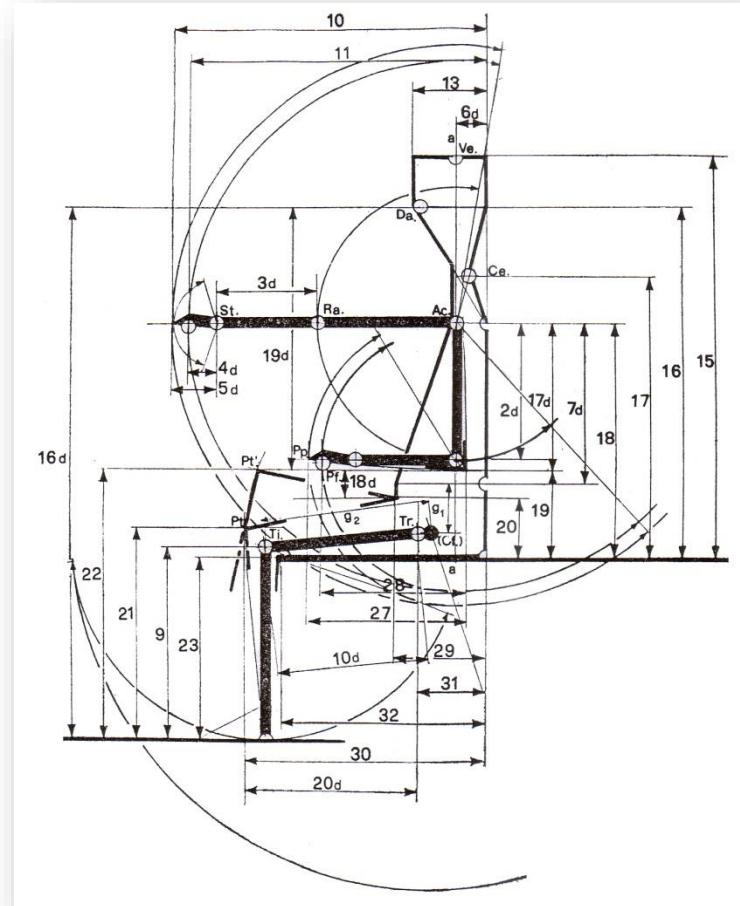
Načelno se u tzv. fiziološkoj antropometriji promatraju uglavnom statičke antropomjere koje se odnose na podatke linearnih mjera kao što su, primjerice, udaljenosti između karakterističnih točaka tijela. U ovu skupinu se također uključuju i kutovi, a i relativni opsezi pokreta, koji se nazivaju kinematičkim antropomjerama. Podaci proistekli iz analiza statičke fiziološke antropometrije načelno odgovaraju za, primjerice, utvrđivanje radnog okoliša u kojem se ljudi nalaze.

Velik broj dimenzijskih različitosti pojedinca pojavljuju se ovisno od raspodjele po spolu, a zatim i prema rasi, pa stoga nije dovoljno konstruirati radno mjesto ili oblikovati proizvode prema tzv. prosječnoj osobi. Potrebno je poznavati dimenzije čovjeka kao funkcije statističke distribucije, jer srednja vrijednost neke antropomjere nije cjelovit pokazatelj odnosa između čovjeka i djelatnog okolišnog sustava i stoga ne može biti temelj za konstruiranje i oblikovanje uopće.

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



### Sl. 3. Antropometrijske varijable prema Grieco-Masalievoj listi, stojećeg stava



#### Sl. 4. Antropometrijske varijable prema Grieco-Masalievoj listi, sjedećeg stava

**Tab. 1. Tabelarni prikaz Grieco - Masali liste antropometrijskih mjera i  
mjera za medicinu rada WHO**

Redni broj	Lista antropometrijskih mjera, Grieco - Masali	Redni broj	Lista antropometrijskih mjera za medicinu rada, WHO
1	Ukupna visina tijela	1	Ukupna visina tijela
2	Visina ramena (basis-acromion)		---
3	Visina lakta (basis-radiale)		---
4	Visina zgloba ruke (basis-stylium)		---
5	Visina šake (basis-visina šake)		---
6	Visina prstiju (basis- dodira prstiju)		---
7	Visina struka (iliocristale)		---
8	Visina kukova (basis-trochanterion)		---
9	Visina koljena (basis-tibiale)		---
10	Udaljenost prstiju od leđa		---
11	Udaljenost šake od leđa		---
12	Širina bokova (trochanterion)		---
13	Duljina glave		---
14	Širina glave (eurion)		---
15	Visina sjedenja	2	Visina sjedenja
16	Sjedalna visina očiju (sjedalo-dacriion)		---
17	Sjedalna visina vrata (sjedal.-cervicale)		---

Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu

22. Listopada, 2021.

18	Sjedalna visina ramena (sje.-acromion)		---
19	Sjedalna visina laka		---
20	Sjedalna visina bedra	3	Sjedalna visina bedra
21	Sjedalna visina koljena (patellare)	4	Sjedalna visina koljena (patellare)
22	Sjedalna visina prebačene noge		---
23	Visina sjedenja nad podom	5	Visina sjedenja nad podom
24	Širina ramena (deltoida)		---
25	Širina ramena (acromijale)		---
26	Sjedalna širina bokova (trochanterion)	6	Sjedalna širina bokova (trochanterion)
27	Sjedalna udaljenost prstiju od leđa		---
28	Sjedalna udaljenost šake		---
29	Sjedalna širina trupa		---
30	Sjedalna dužina bedra patellare	7	Sjedalna dužina bedra patellare
31	Sjedalna širina trochanterion		---
32	Sjedalna donja dužina bedra	8	Sjedalna donja dužina bedra
33	Masa tijela	9	Masa tijela
	---	10	Širina u području lakačnog zglobo
	---	11	Duljina nadlaktice (shoulder-elbow)
	---	12	Duljina podlaktice (elbow-mid. finger)
	---	13	Duljina šake
	---	14	Širina šake
	---	15	Promjer stisnute šake

**Tab. 2. Tabelarni prikaz dopunsko izvedenih antropometrijskih varijabli**

Redni broj	Naziv dopunsko izvedenih antropometrijskih mjera	Izračun
1	Visina: Vertex-Acromion	(1-2)
2	Duljina: Acromion-Radiale	(2-3)
3	Duljina: Radiale-Stylium	(3-4)
4	Udaljenost: Stylium- stisnuta šaka	(4-5)
5	Udaljenost: Središnji dio stisnute šake-dodirna točka palca i kažiprstā	(4-6)
6	Udaljenost: Oplošja leđa-Acromion	(11-2)
7	Visina: Iliocristale-Acromion	(2-7)
8	Visina: Trochanterion-Acromion	(2-8)
9	Visina: Trochanterion-Iliocristale	(7-8)
10	Duljina: Trochanterion-Tibiale	(8-9)
11	Visina: Vertex-Dacron	(15-16)
12	Visina: Vertex-Cervicale	(15-17)
13	Visina: Basis-Cervicale	(1-12d)
14	Visina: Basis-Dacron	(1-11d)
15	Visina: Acromin-Cervicale	(17-18)
16	Visina: Sjedalo-Dacron	(16+23)
17	Duljina: Acromion-donji rub flektirane podlaktice	(18-19)
18	Udaljenost: Donje oplošje flektirane podlaktice-gornje oplošje bedra	(19-20)
19	Udaljenost: Dacron-donje oplošje flektirane podlaktice	(16-19)
20	Duljina: Trochanterion-Patellare	(30-31)

Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



### 3. BIOMEHANIČKO MJERENJE LJUDSKOG RADA

### 3. BIOMEHANIČKO MJERENJE LJUDSKOG RADA

# ErSABA 4.2.

Computer software for automatic determination  
of human anthropometric measures

**Stojeći Dialog Ergonomije**

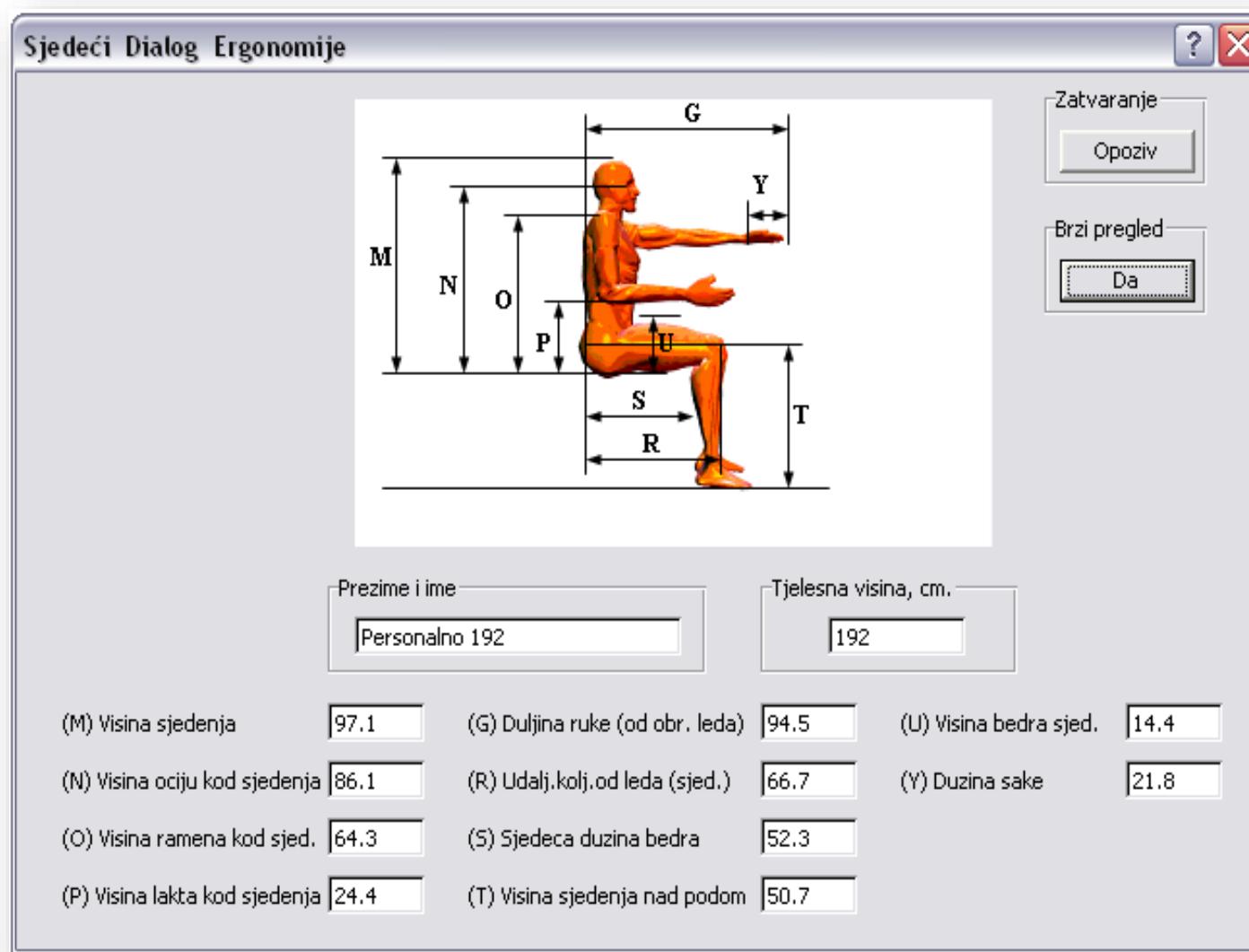
Zatvaranje  
Opoziv

Brzi pregled  
Da

Prezime i ime: Baksa Sarajko

Tjelesna visina, cm.: 192

(A) Stojeca visina	192	(E) Visina koljena (stojeca)	55.3	(K) Debljina trupa	24.4
(B) Visina ociju (stojeca)	181	(F) Raspon ruku	203	(L) Sirina bedra	34.8
(C) Visina ramena	158.2	(H) Duljina podl. sa sakom	52.3	(V) Duzina stope	29.8
(D) Visina lakta nad podom	119.3	(I) Sirina ramena	50.3	(X) Sirina stope	10.7



Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



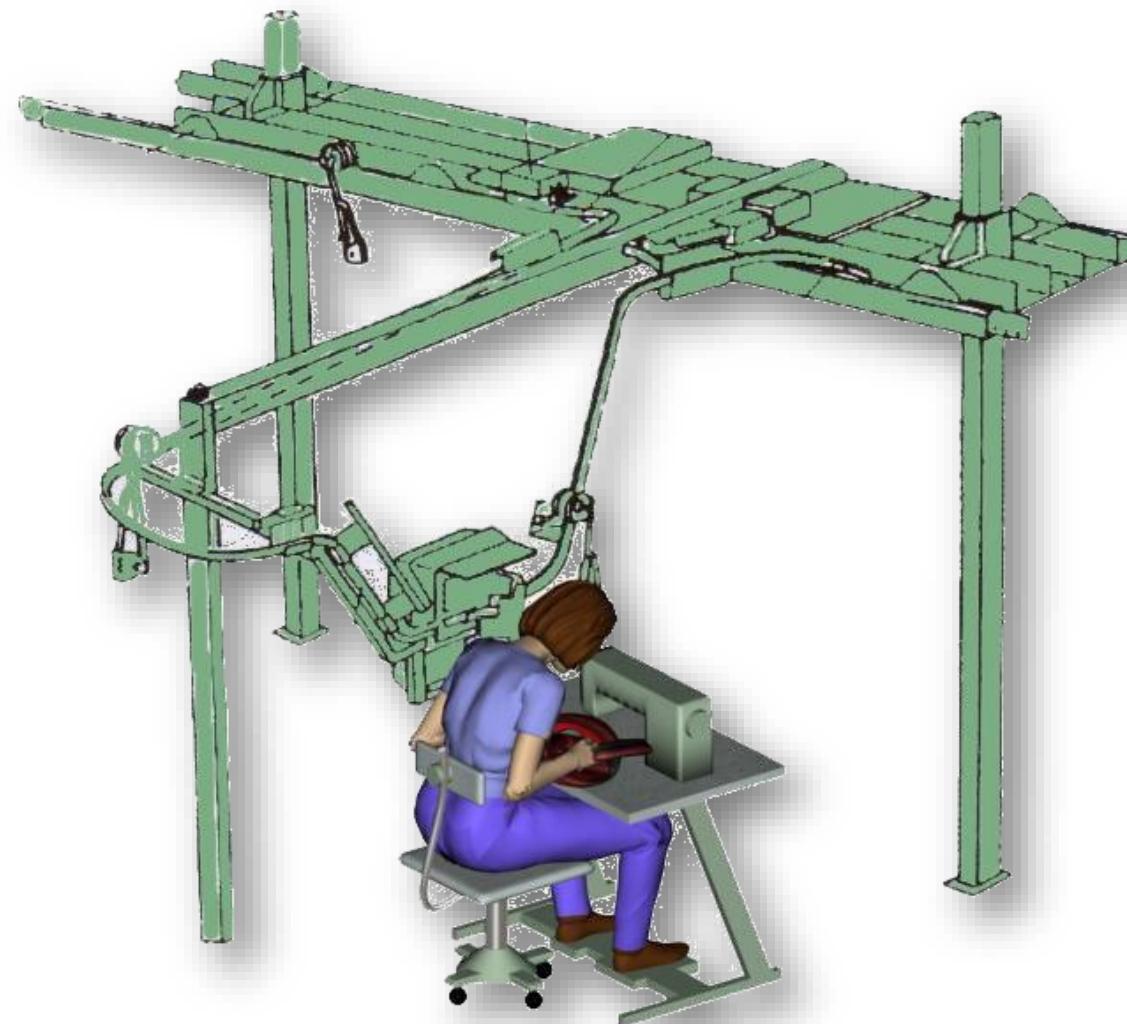
Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja

povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu

22. Listopada, 2021.

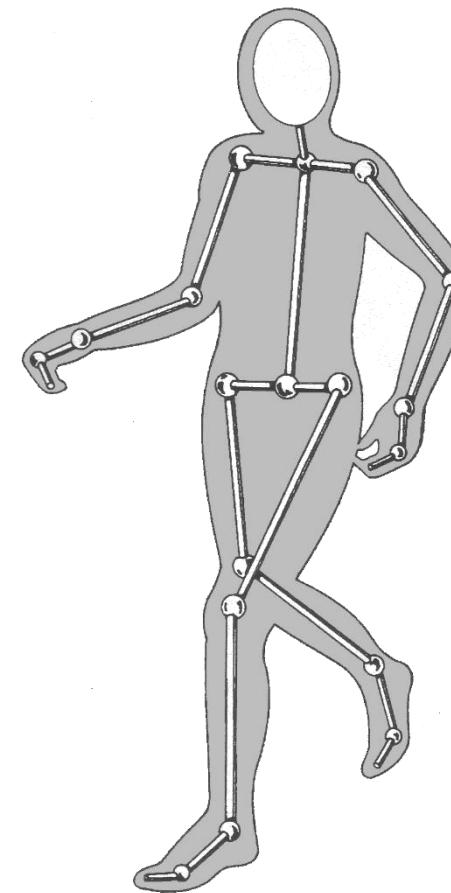


# VatoSABA 1.2.

Motion Capture System for  
Computerised Movement Analysis

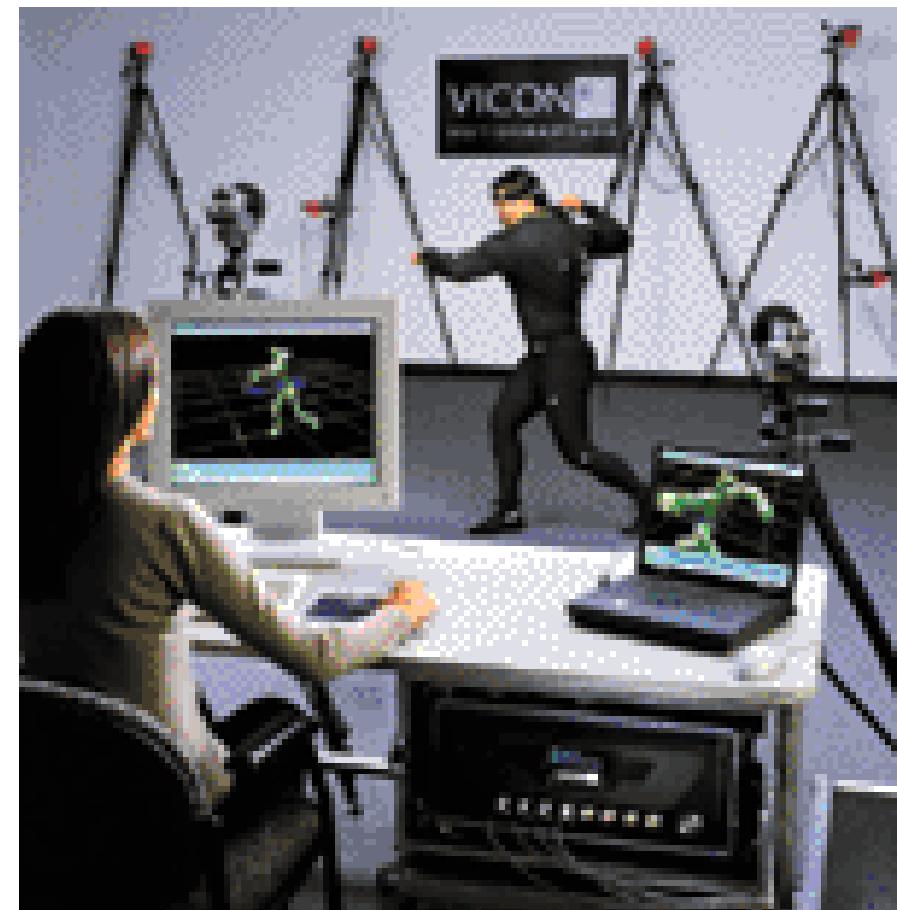
Zdrava mesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



Luka LEŠKO, Sarajko BAKSA & Ines BAKSA

# Primjeri iz prakse I

Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.

**VSS**  
part of SSBM Geneva

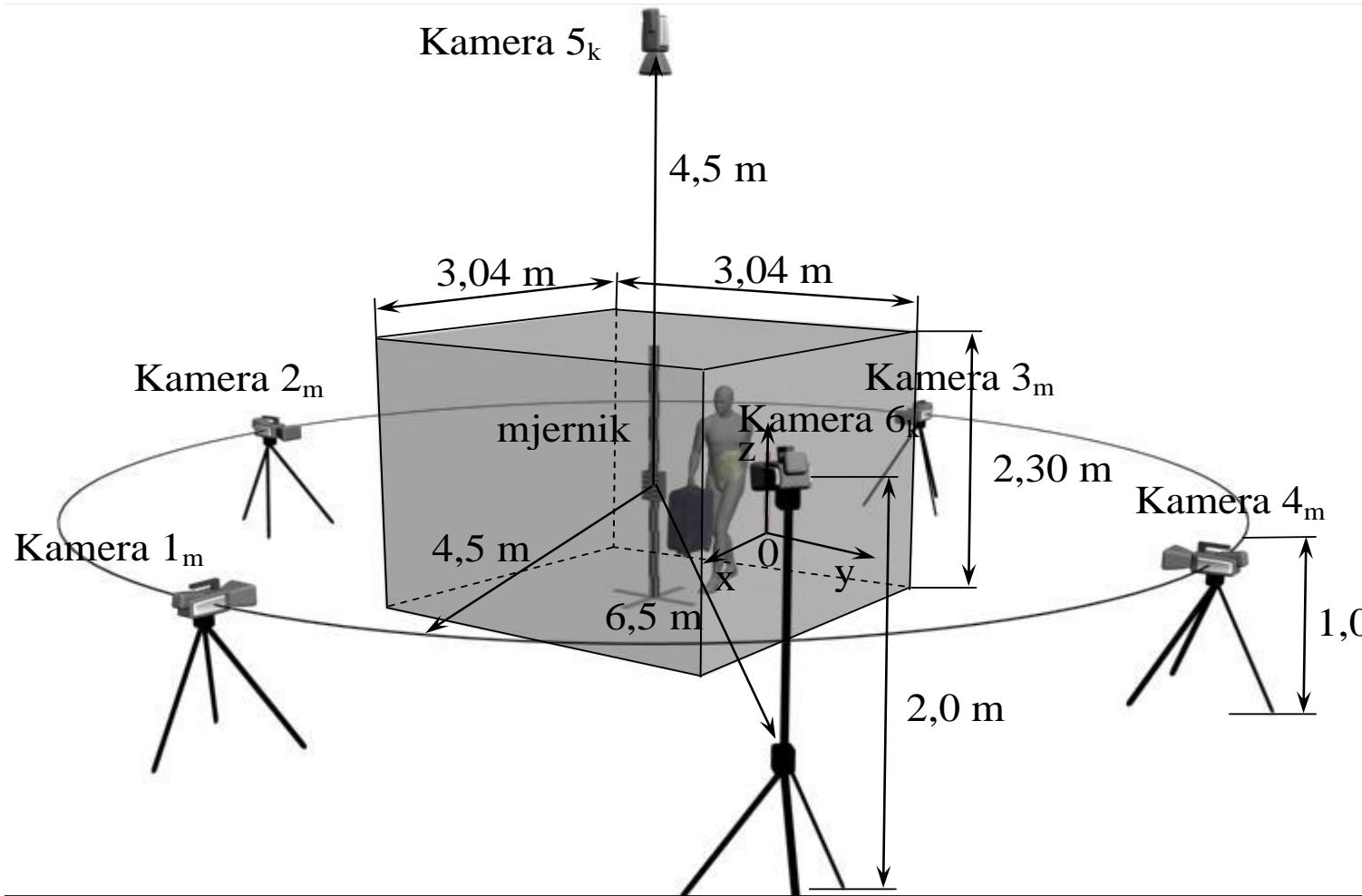
## Primjeri iz prakse I



Sl. 5. Zrakoplov Airbus A320 na stajalištu



Sl. 6. Laboratorijski okolišni sustav zrakoplova Airbus A320



Sl. 7. Postupak snimanja mjernim sustavom "VatoSABA"



Image by  
SABA Lab 2006

Sl. 8. Virtualizacija štapnog modela unutar djelatnih skupina A i B

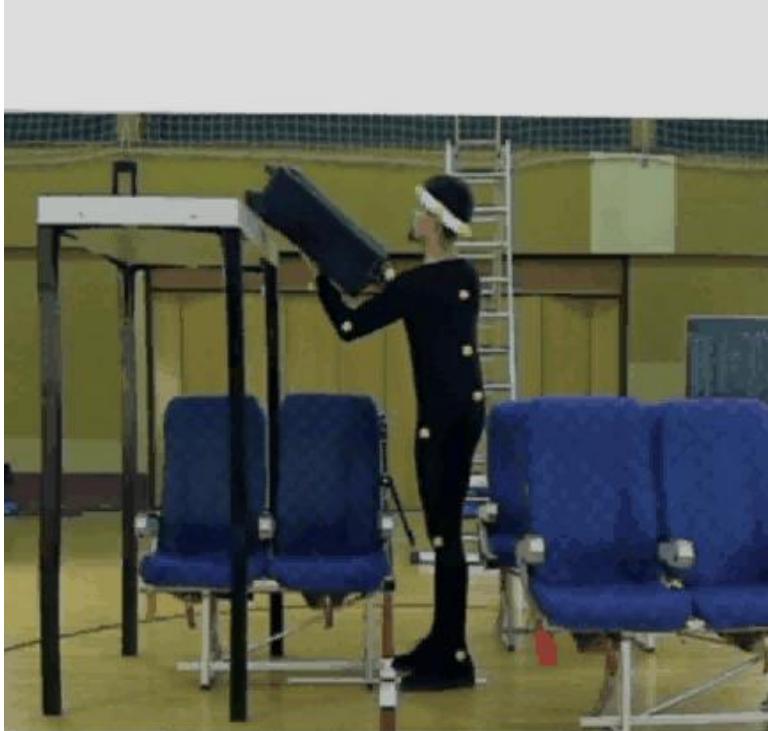


Image by  
SABA Lab 2006

Sl. 9. Virtualizacija štapnog modela unutar djelatnih skupina C i D

Zdrava mesta rada smanjuju opterećenja –

## Utvrdjivanje individualnih biomehaničkih veličina za predužbu težine ljudskog rada

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu

Doktorski rad, 03. siječanj, 2007, Zagreb



Sl. 10. *Tjelesno skeniranje sa sustavom "BodySABA"*

Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



Image by  
SABALab 2006

Sl. 11. Virtualizacija prostornog modela unutar djelatnih skupina A i B

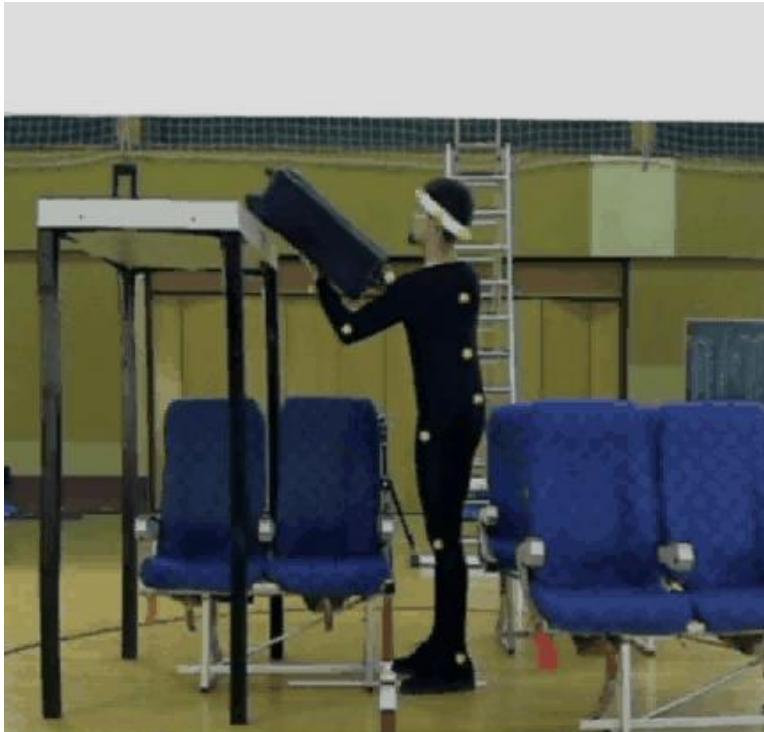


Image by  
SABA Lab 2006

Sl. 12. Virtualizacija prostornog modela unutar djelatnih skupina C i D

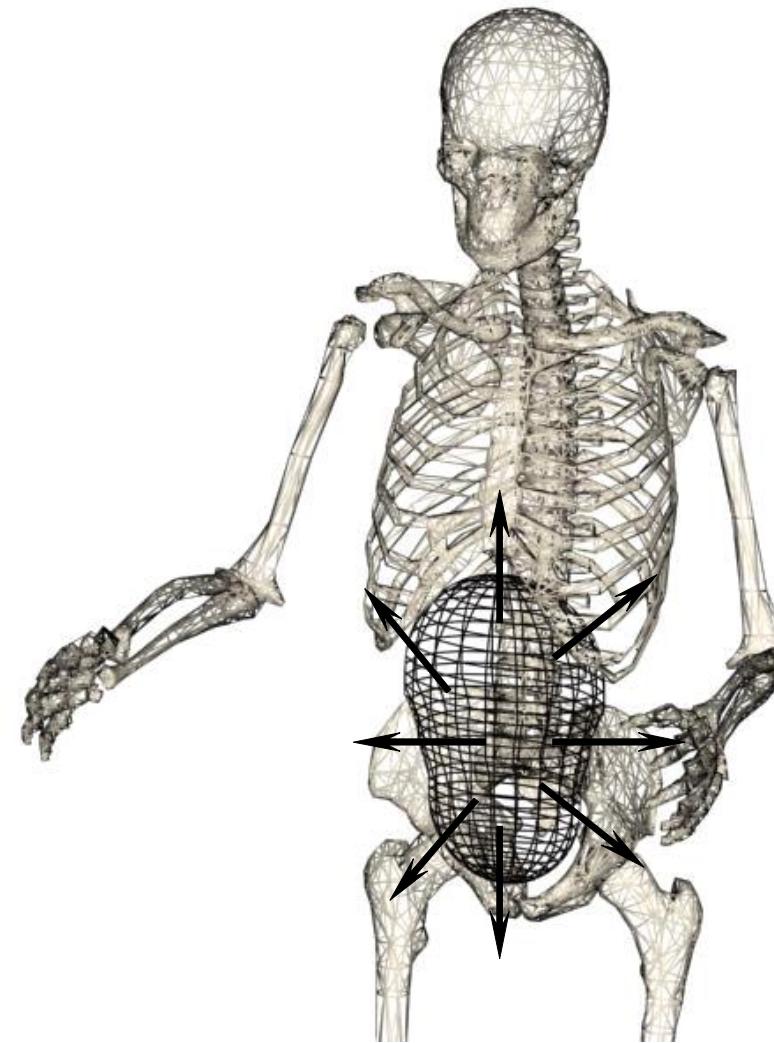


Image by  
SABA Lab 2001

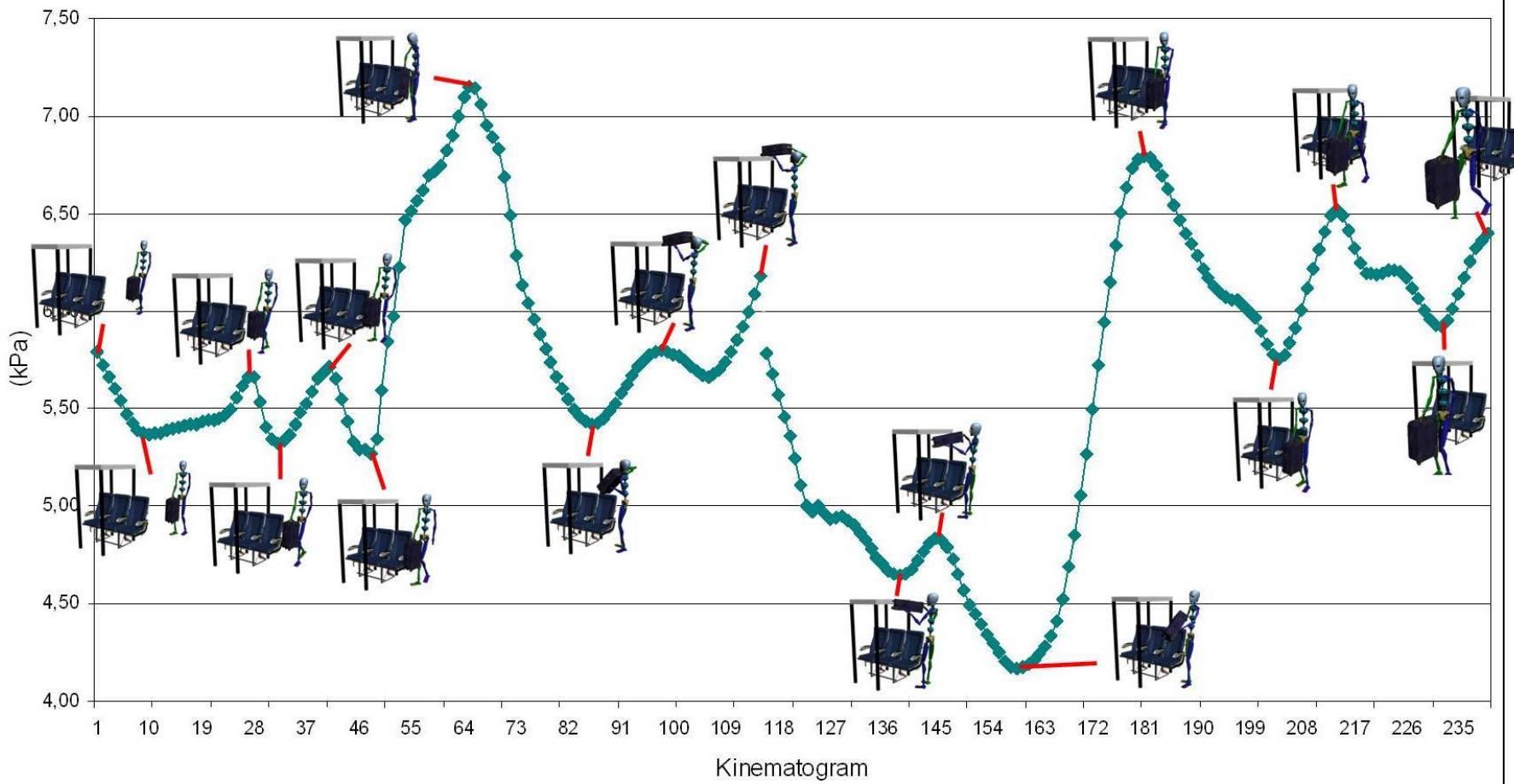
Sl. 13. Trodimenzionalni prikaz djelovanja intraabdominalnog tlaka  
kod čovjeka koji diže teret

Luka LEŠKO, Sarajko BAKSA & Ines BAKSA

Tab. 3. Tabelarni prikaz graničnih vrijednosti za podizanje i nošenje tereta

Djelatnici			Manipulacija teretom (kg)		
Djelatnost	Spol	Godine	Rijetko	Povremeno	Često
Podizanje	Muški	< 16	20	13	-
		16 – 19	40	25	20
		19 – 45	55	30	25
		> 45	50	25	20
	Ženski	< 16	13	9	-
		16 – 19	13	9	8
		19 – 45	15	10	9
		> 45	13	9	8
Nošenje	Muški	< 16	20	13	-
		16 – 19	35	25	15
		19 – 45	50	30	20
		> 45	40	25	15
	Ženski	< 16	13	9	-
		16 – 19	13	9	8
		19 – 45	15	10	10
		> 45	13	9	8
Podizanje i nošenje	Žene u trudnoći		10	5	-

### Intraabdominalni tlak (IAT)



Sl. 14. Grafički prikaz vrijednosti intraabdominalnog tlaka

Luka LEŠKO, Sarajko BAKSA & Ines BAKSA

## Primjeri iz prakse II

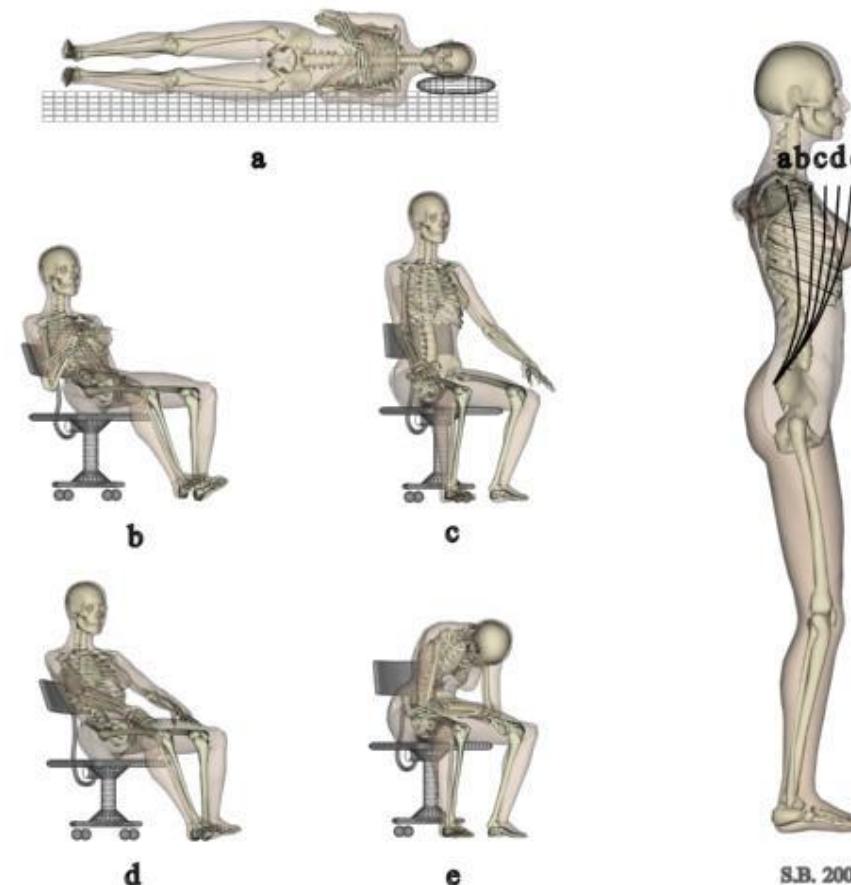


Fig. 15. Degrees of spinal curvature in case of different body positions

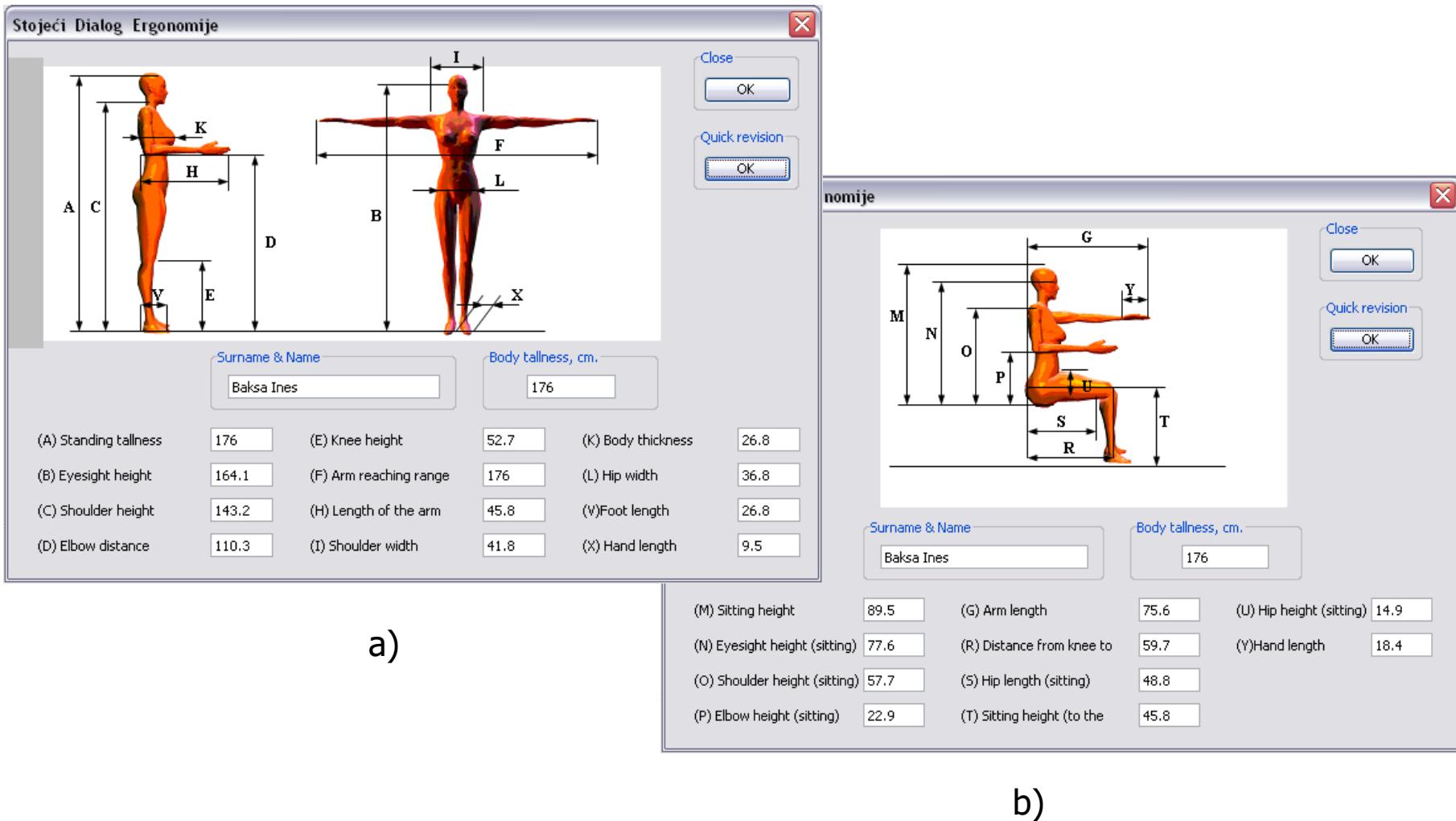


Fig. 16. Standing (a) and sitting (b) extract of the screen dialogues of the static physical anthropometrics software "ErSABA" for female models



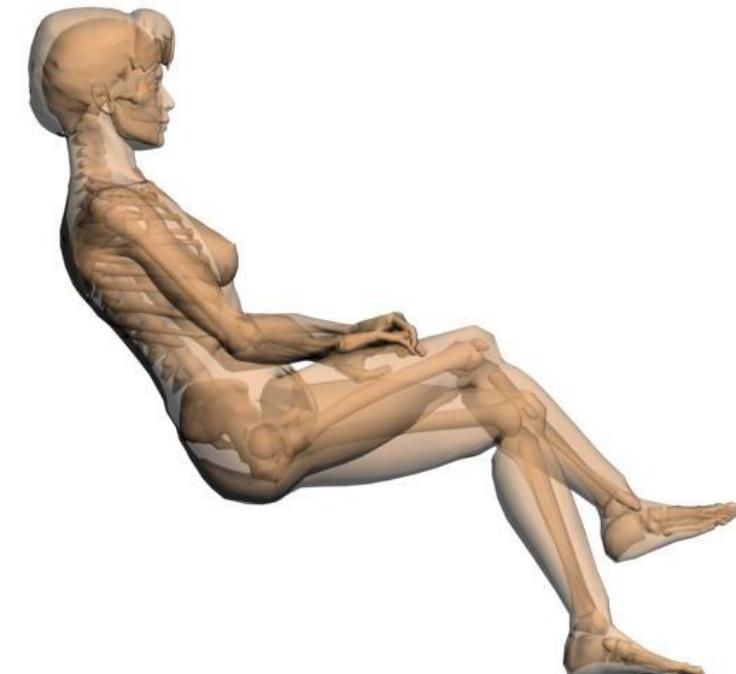
Fig. 17. Scanning with digital Body Capture System "BodySABA 0.3." and digital 3D presentation of the object scanned in Wireframe

Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



a)



b)

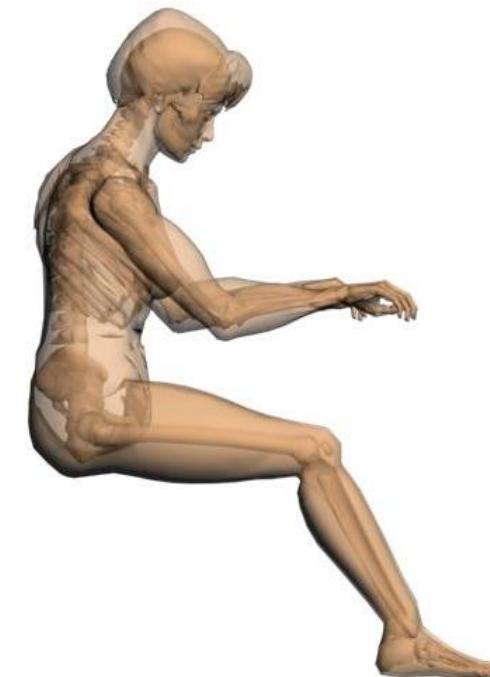
Fig. 18. Pictorial (a) and virtual X-ray 3D presentation (b) of active positions in living room

Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



a)



b)

Fig. 19. Pictorial (a) and virtual X-ray 3D presentation (b) of active positions in dining room



a)



b)

Fig. 20. Pictorial (a) and virtual X-ray 3D presentation (b) of active positions in kitchen

Tab. 5. *Presentation of comfort of detached body positions, spine*

Physical segment	Comfort (%)			
	Living room	Dining room	Kitchen	
Spine	Cervical spine 01	93	87	81
	Cervical spine 02	93	83	78
	Cervical spine 03	94	79	75
	Cervical spine 04	94	75	72
	Cervical spine 05	93	70	67
	Cervical spine 06	92	66	63
	Cervical spine 07	73	0	0
	Dorsal spine 01	46	26	40
	Dorsal spine 02	49	23	38
	Dorsal spine 03	53	21	37
	Dorsal spine 04	57	57	36
	Dorsal spine 05	62	56	36
	Dorsal spine 06	67	56	36
	Dorsal spine 07	72	57	38
	Dorsal spine 08	78	59	40
	Dorsal spine 09	85	60	42
	Dorsal spine 10	91	62	45
	Dorsal spine 11	87	64	47
	Dorsal spine 12	69	67	50
	Lumbar spine 01	49	42	24
	Lumbar spine 02	42	46	26
	Lumbar spine 03	36	49	27
	Lumbar spine 04	30	50	27
	Lumbar spine 05	29	45	31

Tab. 6. *Presentation of comfort of detached body positions, arms and legs*

Physical segment		Comfort (%)		
		Living room	Dining room	Kitchen
Arms	Right hand	14	0	32
	Right lower arm	0	3	0
	Right upper arm	13	0	0
	Right clavicle	44	34	33
	Left hand	87	83	39
	Left lower arm	3	82	0
	Left upper arm	13	81	6
	Left clavicle	43	43	46
Legs	Right foot	38	63	39
	Right lower leg	5	84	32
	Right thigh	0	82	0
	Left foot	46	63	38
	Left lower leg	31	84	31
	Left thigh	0	82	0

## Primjeri iz prakse ...

Zdrava mjesta rada smanjuju opterećenja –  
sprečavanje mišićno koštanih poremećaja  
povezanih s radom

Europski tjedan za sigurnost i zdravlje na radu  
22. Listopada, 2021.



I



II



III



IV



V



VI

Sl. 21. Muški ispitanik medicinskog osoblja prilikom podizanja osobe iz kreveta

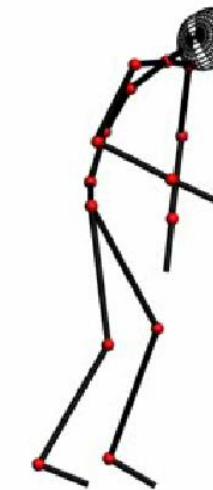


Image by  
SABA Lab 2004

Haris dizanje Završni 01.avi

Sl. 22. Vizualizacija virtualnog 3D žičanog biomehaničkog modela  
prilikom podizanja osobe iz medicinskog kreveta

Luka LEŠKO, Sarajko BAKSA & Ines BAKSA

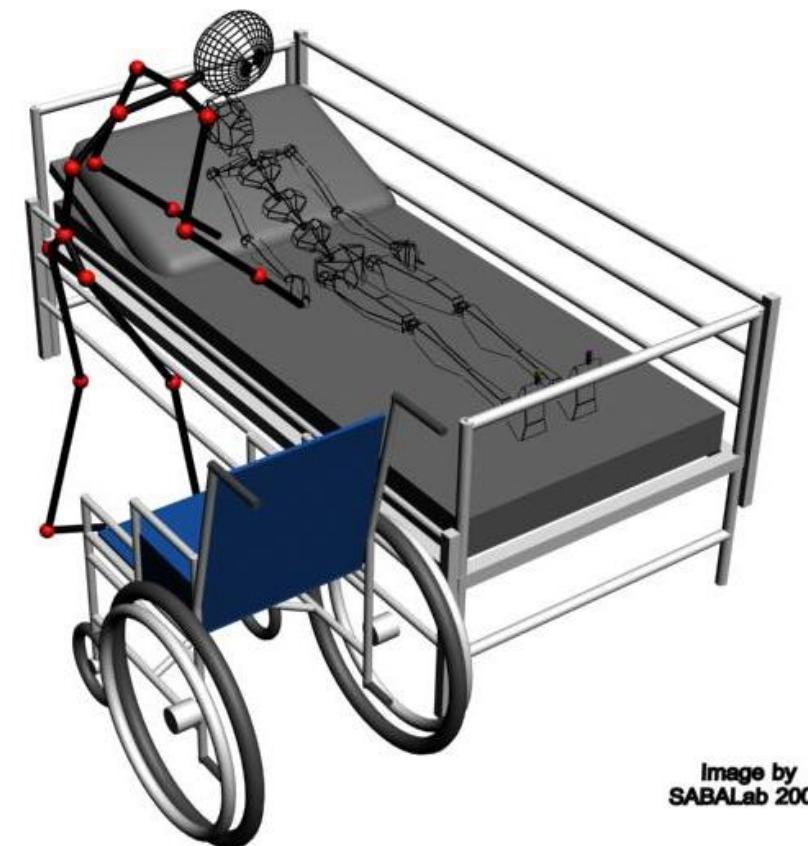


Image by  
SABA Lab 2004

Fig. 23. 3D visualisation of working process of medical personnel

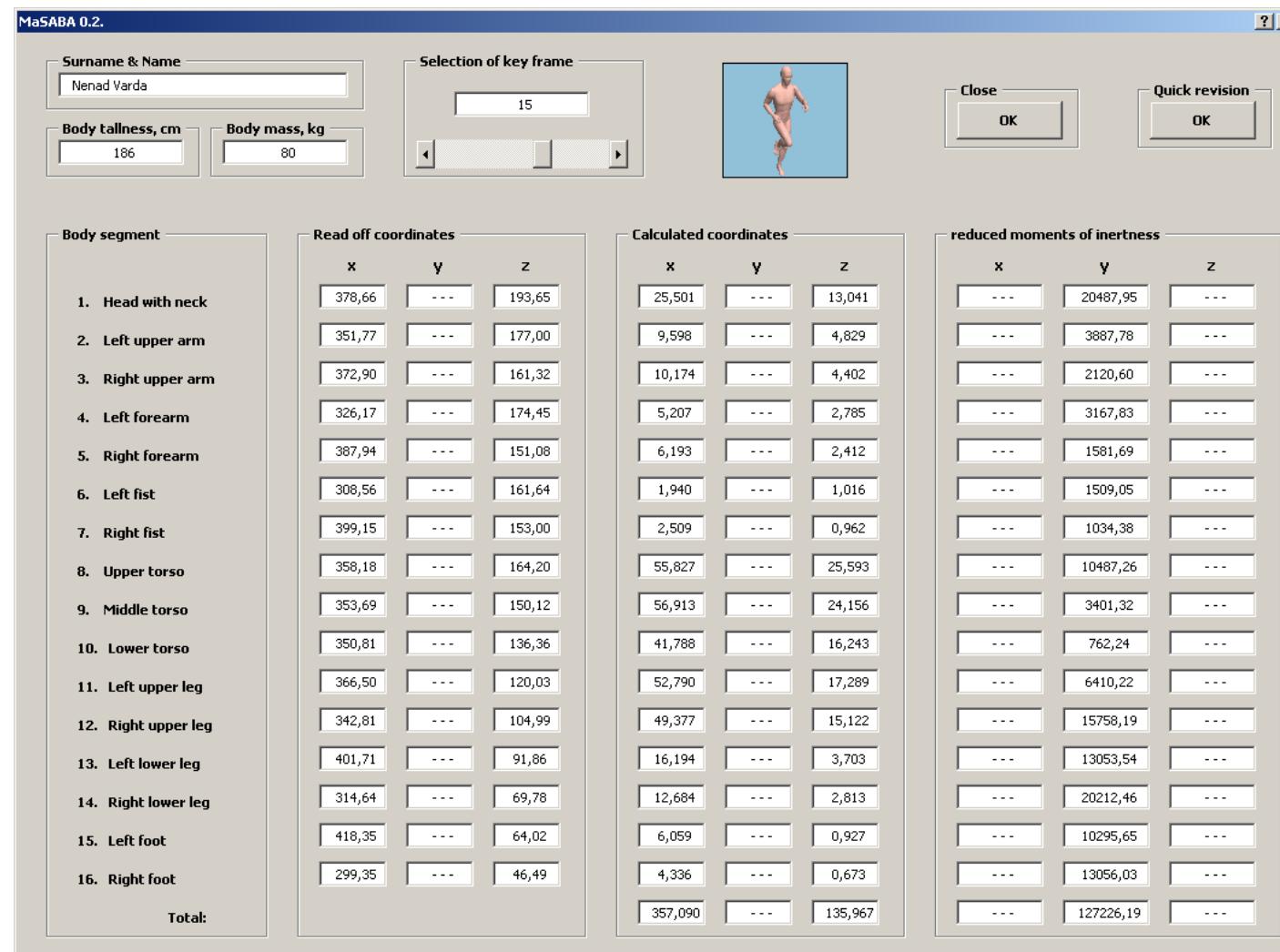


Fig. 24. Screen display of program application "MaSABA"

Tab. 7. *Intraabdominal pressure (IAT (kPa)) for characteristic working posture*

Working posture	mt (kg)	M (Nm)	IAT
Wp 1A	5,00	262,18	8,31
Wp 2A	5,00	186,19	2,31
Wp 3A	10,00	615,75	36,25
Wp 4A	15,00	788,11	49,86
Wp 5A	40,00	669,30	40,48
Wp 6A	20,00	323,26	13,14
Wp 1B	30,00	323,26	13,14
Wp 2B	40,00	1433,07	100,82
Wp 3B	20,00	1138,73	77,56
Wp 4B	15,00	824,08	52,70
Wp 5B	1,00	194,22	2,95
Wp 6B	30,00	1402,25	98,38

## Zaključci

U biomehaničkim studijama važno je odabrat optimalni mjerni sustav koji će omogućiti utvrđivanje brzih i točnih rezultata. Glede toga je potrebno obratiti pozornost na:

- \* frekvencijski raspon potreban za točno opisivanje raznovrsnih brzina gibanja,
- \* potrebne mjerne veličine (položaje, rotacije, akceleracije),
- \* okolišni sustav u kojem se provodi mjerjenje (laboratorijski ili terenski uvjeti snimanja),
- \* broj promatranih tjelesnih segmenata,
- \* točnost mjerjenja i analiza rezultata,
- \* jednostavnost korištenja mjerne opreme,
- \* te na posljeku i na cijenu sustava.

## Izvor ...

1. Utvrđivanje individualnih biomehaničkih veličina za prosudbu težine ljudskog rada, Doktorski rad, FSB, 03. siječanj, 2007, Zagreb
2. O. Muftić, I. Baksa & S. Baksa: VIRTUAL 3D HUMAN MODELLING AND DIGITAL BIOMECHANICAL ANALYSIS, 3D Modelling 2004, 3D Human & Image Processing, Harbour Conferences, Paris, April 28 – 29, 2004.
3. S. Baksa, O. Muftić O & I. Baksa: VIRTUAL 3D HUMAN MODEL IN INVESTIGATIONS IN COMPUTER INTERIOR DESIGN, 3D Modelling 2006, Virtual mockups & Ergonomics, Harbour Conferences, Paris, June 63 – 66, 2006.

U ime autora ...

# Zahvaljujem na pozornosti

dr. sc. Sarajko Baksa, prof. v.š.