



## Ergonomická laboratoř

Ing. Petr Gaďourek, Ing. Tomáš Lebeda

GETA Centrum s.r.o.

Nad Spádem 9/206

147 00 Praha 4

telefon: 271 731 264

e-mail: [ergonomie@getacentrum.cz](mailto:ergonomie@getacentrum.cz)

[www.getacentrum.cz](http://www.getacentrum.cz)

# **Příklady použití simulačního programu Tecnomatix Classic Jack při optimalizaci pracovního prostředí a pracovní zátěže**

# Model pracovního prostředí

## Tecnomatix Classic Jack

Software je universální nástroj pro hodnocení vlivu pracovního prostředí a pracovní činnosti na pracovníka. Umožňuje vytvořit 3D model pracovního prostředí, 3D model pracovníka a 3D model pracovní činnosti, resp. simulovat pracovní činnost. Umožňuje porovnávat jejich vzájemné vazby z hlediska ergonomie, fyzické zátěže pracovníka a také z hlediska efektivity práce.

### Výhody:

- analýza pracoviště a činností pomocí biomechanických a ergonomických analýz
- určení rizikových pracovních činností a nevhodného pracovního místa
- porovnání výsledků s hygienickými limity dle NV 361/2007 Sb. v platném znění z hlediska požadavků na prostory pracoviště a pracovní polohy

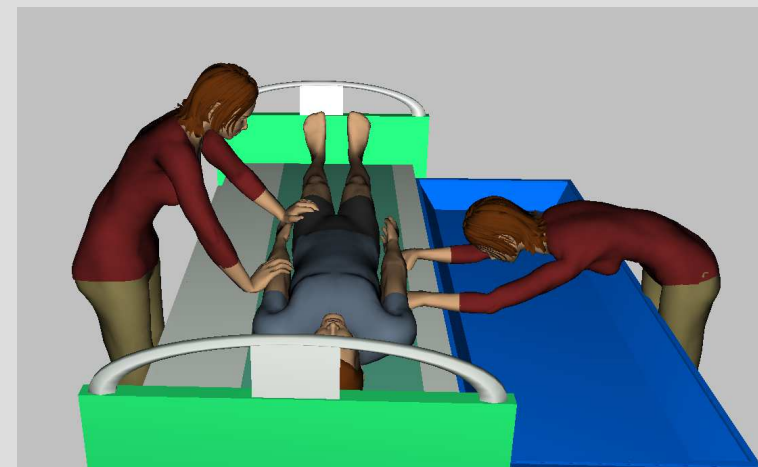


**Přehledná prezentace výsledků managementu společnosti.**

# Příklad č. 1

## Manipulace s pastickým pacientem

- zjištění sil potřebných pro manipulaci se spastickým pacientem
- zjištění zátěže muskuloskeletálního aparátu



**Digitalní tenzometr DT2**  
**výrobce: GETA Centrum s.r.o.**



## Příklad č. 1 – záznam z měření

výška pacienta: 181 cm  
 hmotnost pacienta: 65 kg



### Pacienti:

Pacient	Váha [kg]	Výška [cm]
1	65	160
2	53	157
3	61	160
4	43	149
5	46	151
6	60	172
7	57	174
8	67	176
9	78	173

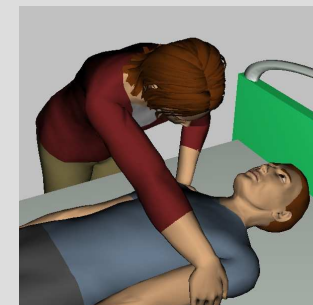
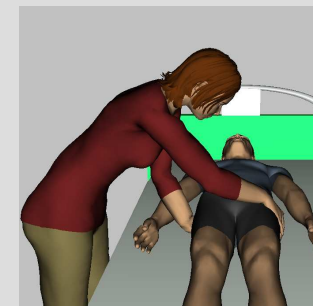
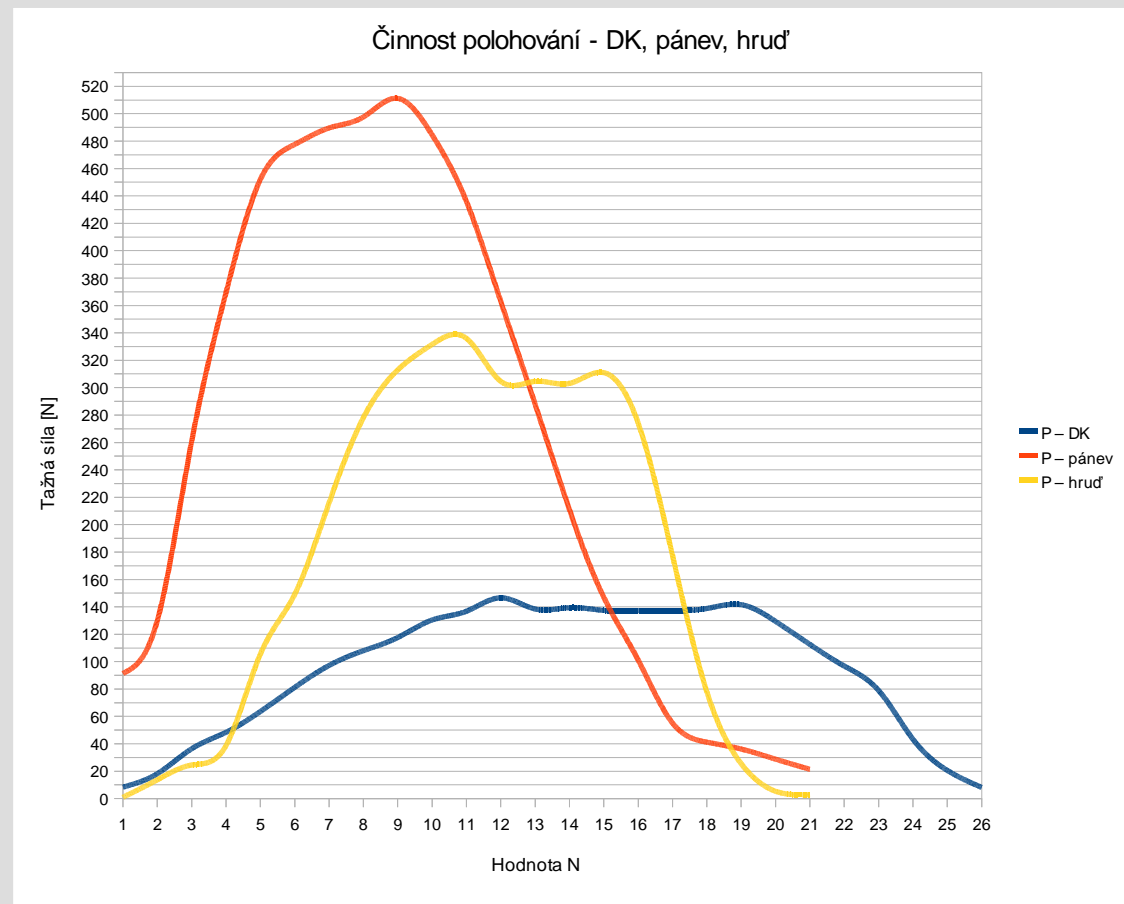
### Personál:

Personál	Počet	19
Výška	<b>Průměrná výška [cm]</b>	<b>166,7</b>
	Rozptyl	70,95
	$\sigma$ [cm]	8,42
	<b><math>2\sigma</math> [cm]</b>	<b>16,84</b>
Hmotnost	<b>Průměrná váha [kg]</b>	<b>66,6</b>
	Rozptyl	231,61
	$\sigma$ [kg]	15,22
	$2\sigma$ [kg]	30,44

# Příklad č. 1 – síly potřebné pro manipulaci s pacientem

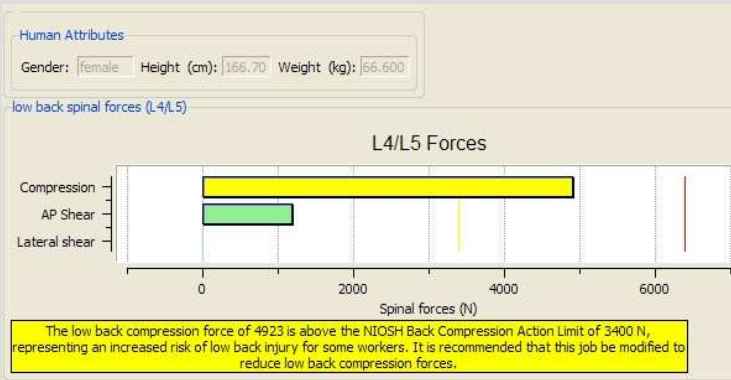
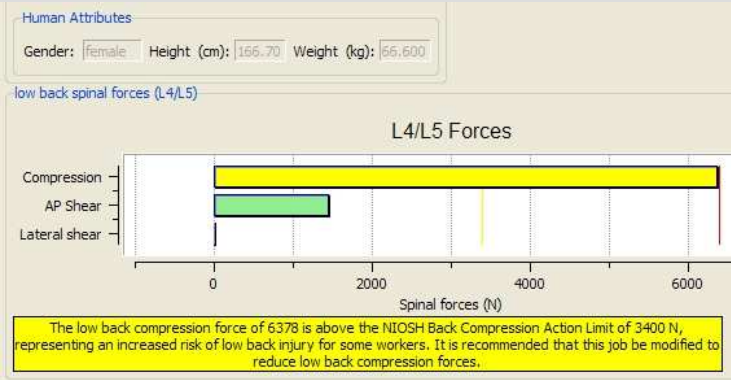
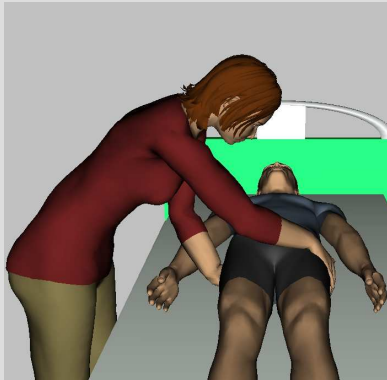
Nejvyšší naměřené síly při vykonávání činnosti polohování:

oblasti DK	oblasti pánve	oblasti hrudi
146,6 N	511,2 N	335,99 N



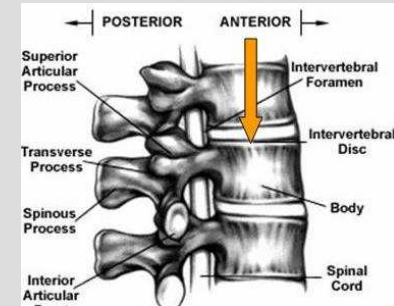


# Příklad č. 1 – biomechanická analýza LBA

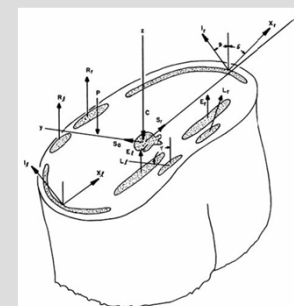


tlaková síla působící na L4/L5:

**2992 N**



**6378 N**



**4923 N**

# Příklad č. 1 – shrnutí výsledků uvedeného příkladu

Nejvyšší naměřené síly při vykonávání činnosti polohování:

oblasti DK	oblasti pánve	oblasti hrudi
146,6 N	511,2 N	335,99 N
14,94 kg	52,1 kg	34,2 kg

Celková délka manipulace je nižší než 30 min ve směně.

Dle NV 361/2007 Sb. v platném znění hmotnostní limit pro ženy je **20 kg**.

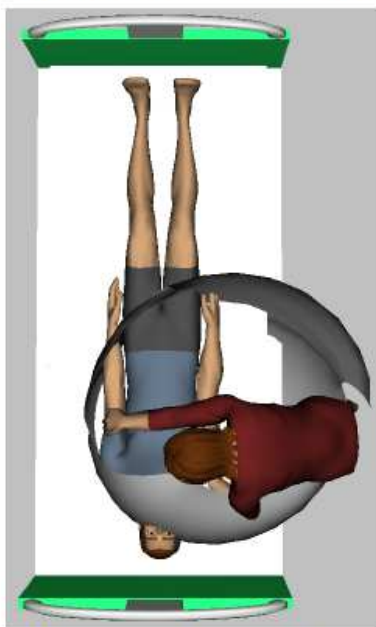
Dle normy ČSN EN 1005-3 je limitní síla během manipulace s břemenem ve stoje pro ženy v tahu **164,6 N**.

Porovnání s limity:	oblasti DK	oblasti pánve	oblasti hrudi
NV – 20 kg	5,06 kg	- 32,1 kg	- 14,2 kg
ČSN – 164,6 N	18 N	- 346,6 N	- 171,39 N

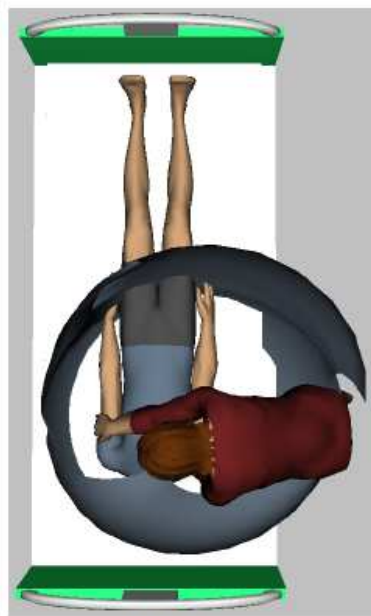
Vliv hmotnosti manipulovaného břemene a polohy na meziobratlovou plotenku L4/L5

oblasti DK	oblasti pánve	oblasti hrudi
2992 N	6378 N	4923 N

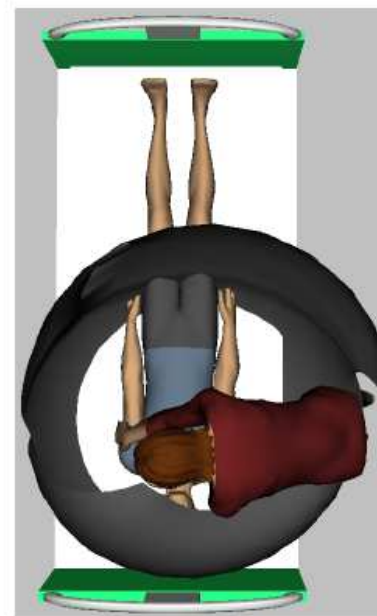
### Vykreslení dosahu ze středu dlaně pravé horní končetiny při maximální flexi trupu 60°



Výška: 149,86 cm

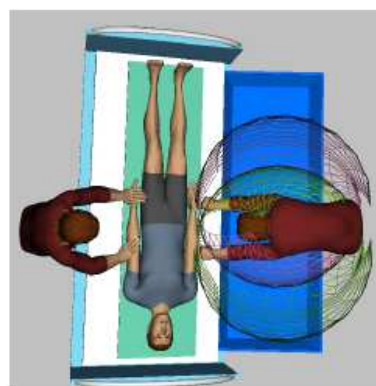


166,7 cm

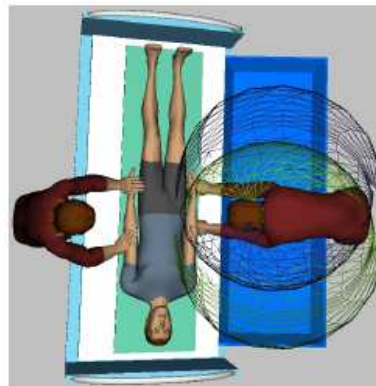


183,54 cm

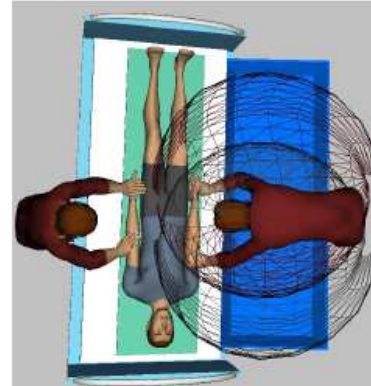
Pracovnice při výšce 149,86 cm má dosah těsně za úroveň pacientova levého boku. Pacient je umístěn ve středu lůžka.



Výška: 149,86 cm



166,7 cm



183,54 cm



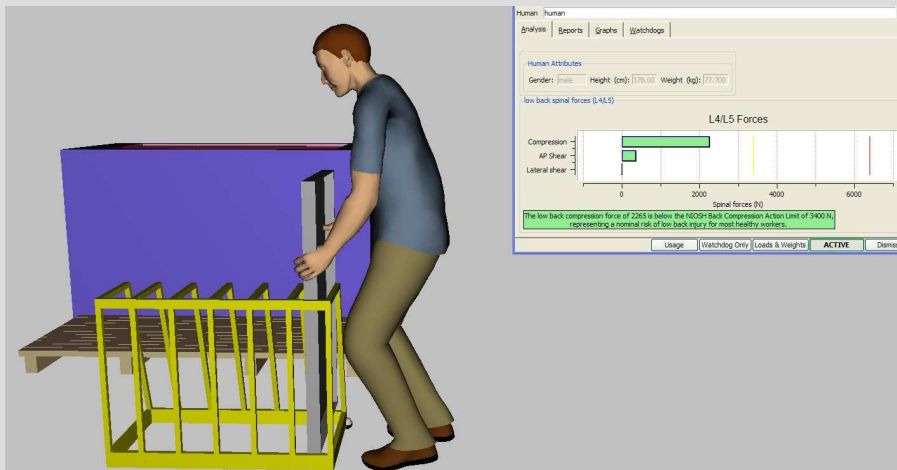
# Příklad č. 2

## **Manipulace s břemenem**

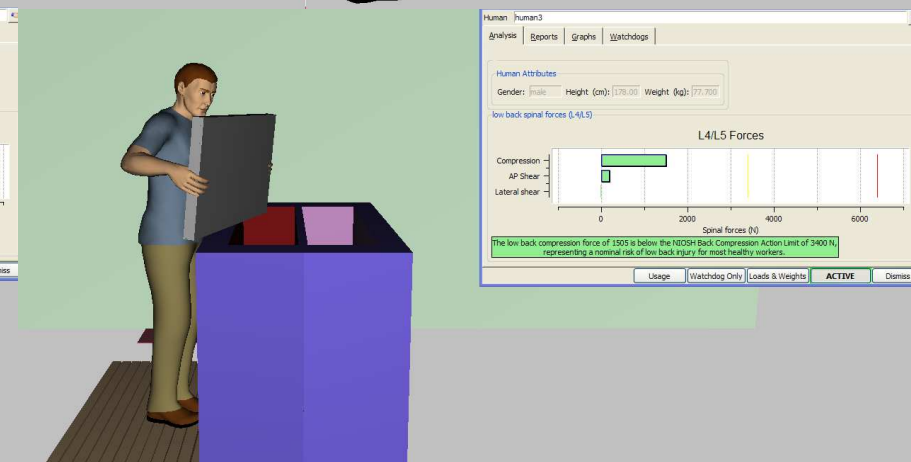
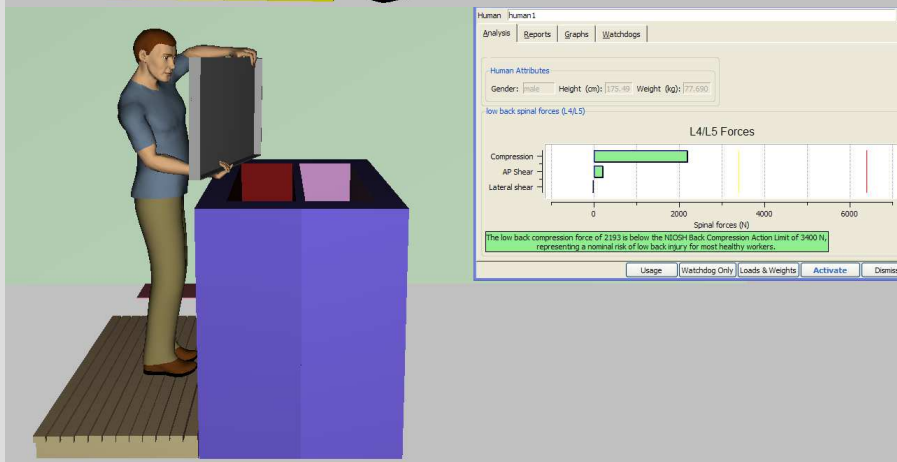
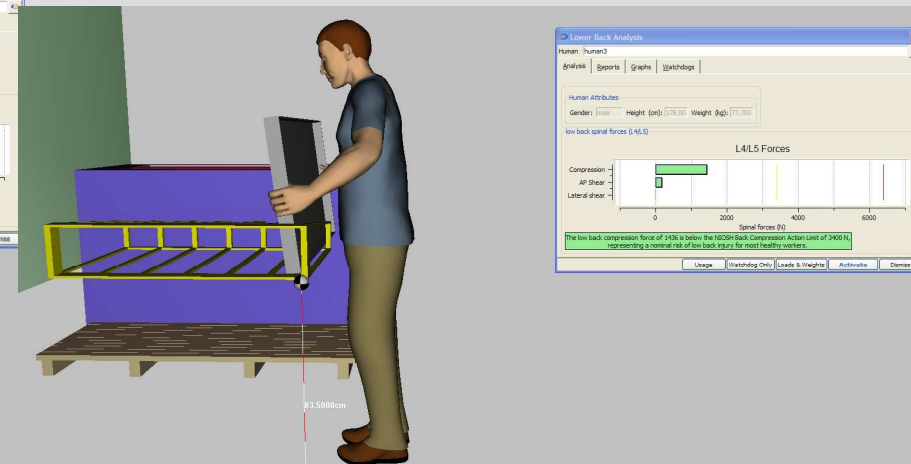
- zjištění zátěže muskuloskeletálního aparátu
- důkladný rozbor pracovní činnosti z hlediska manipulace
- návrhy opatření

# Příklad č. 2 – manipulace s 18 kg břemenem

## Reálná situace



## Návrh optimalizace



tlaková síla působící na L4/L5: **2265 N**  
**2193 N**

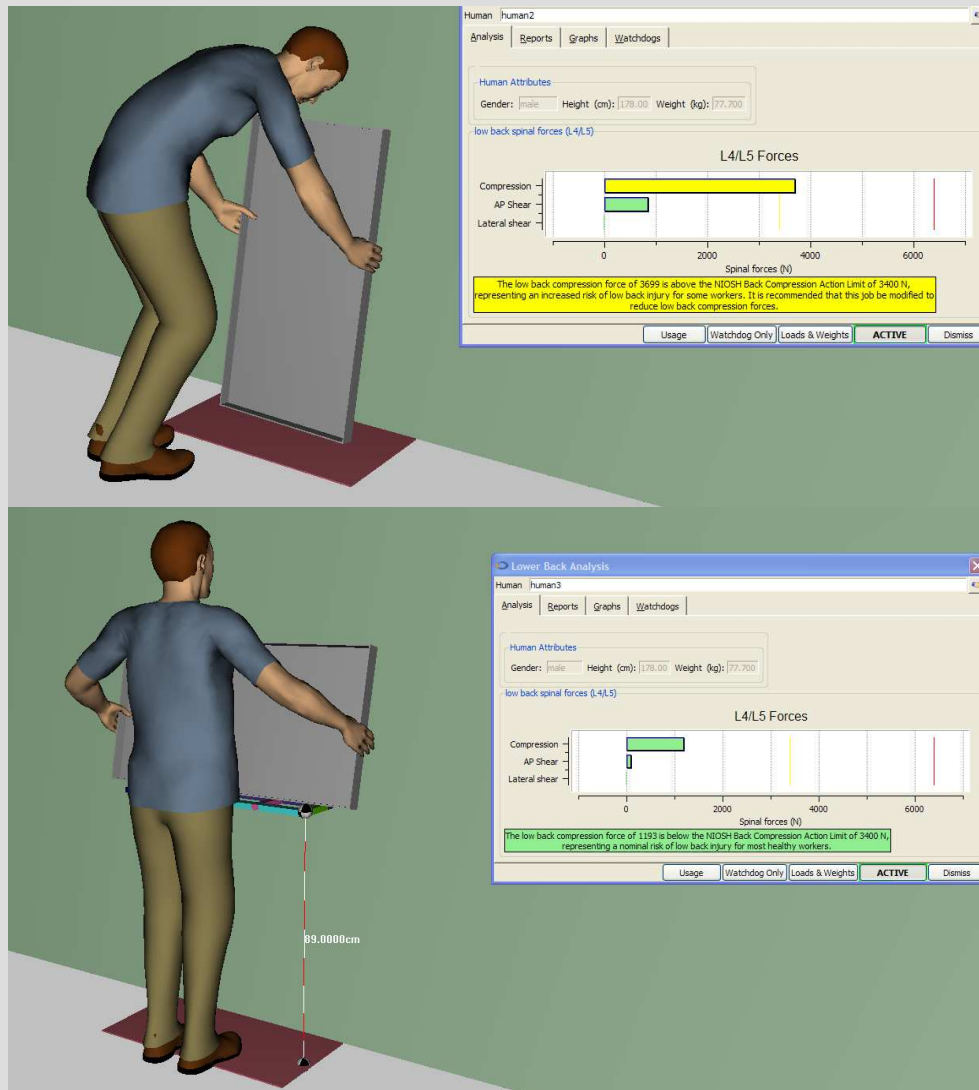
**1435 N**  
**1505 N**

# Příklad č. 2 – manipulace s 18 kg břemenem

The screenshot displays a 3D ergonomic simulation of a person lifting a box. The person is standing on a wooden platform, reaching for a box on a table. The interface includes a control panel with the following sections:

- Human:** human1
- Forces:**
  - Left hand: Site: palm.palmcenter, Force: 53.0 N, X: 0.0, Y: -1.0, Z: 0.0
  - Right hand: Site: palm.palmcenter, Force: 160.0 N, X: 0.0, Y: -1.0, Z: 0.0
- Support:**
  - Force distribution strategy: two feet
  - Supporting Hand: none
  - External Support: none
- Frequency and Duration:**
  - Use frequency/duration compensation
  - Frequency: 1.0, Cycle time (sec): 60.0
  - Freq/min: 1.0, Duration: t < 0.2 sec
- Limits:**
  - Percent capable threshold: 75.0
  - L4/L5 Compression limit (N): 3400.0
  - L4/L5 AP shear limit (N): 1000.0
  - L4/L5 Lateral shear limit (N): 1000.0
- Ergonomic Analysis:**
  - Sort by: Joint, Angle convention: Jack
  - Table with columns: Joint/Axis, % Capable, Use, Moment (Nm), Muscle Effect, Angle (deg), Strength Mean (Nm), Strength Std Dev (Nm)
- Force (N):**
  - L4/L5 Comp: 2215.0
  - L4/L5 AP: 223.9
  - L4/L5 Lat: -23.9
- Solver:**
  - Solve button
  - Starting Load (N): 10.0
  - Maximum Load (N): 300.0
  - Usage, Reset, Dismiss buttons

## Příklad č. 2 – manipulace s 18 kg břemenem



Reálná situace

**3699 N**

Návrh optimalizace byl vytvořen celkově pro 5 úseků pracovní činnosti.

Návrh optimalizace pro uvedený příklad:

**1193 N**

Návrh obsahuje 2 varianty optimalizace.

1. odkládat desku na policičku ve výšce 89 cm
2. odkládat desku přímo na přizpůsobený vozík

# Příklad č. 3

## **Montážní činnost**

- zjištění zátěže muskuloskeletálního aparátu
- důkladný rozbor pracovní činnosti z hlediska prac. poloh
- návrhy opatření



# Příklad č. 3 – stanovení výšky prac. roviny

Navržená výška je stanovena dle:

- pracovní polohy pracovníka
- analýzy RULA
- viditelnosti pracovních prvků

The screenshot displays a 3D ergonomic simulation of a worker in a side profile, interacting with a machine. The worker's body is represented by a wireframe model with green lines indicating joint positions and angles. Key angles are labeled: 90 degrees at the shoulder, 60 degrees at the elbow, and 20 degrees at the hip. The machine has a large cylindrical component and a blue base.

On the left, there are two viewports: "Left Eye View 2" and "Right Eye View 3".

The "Rapid Upper Limb Assessment (RULA)" window is open, showing the following data:

Body Group A Posture Rating	Body Group B Posture Rating
Upper arm: 3	Neck: 2
Lower arm: 2	Trunk: 1
Wrist: 2	
Wrist Twist: 2	
Total: 5	Total: 3

Muscle Use: Action repeated more than 4 times per minute  
Force/Load: < 2 kg intermittent load  
Arms: Not supported

Legs and Feet Rating  
Standing, weight even. Room for weight changes.

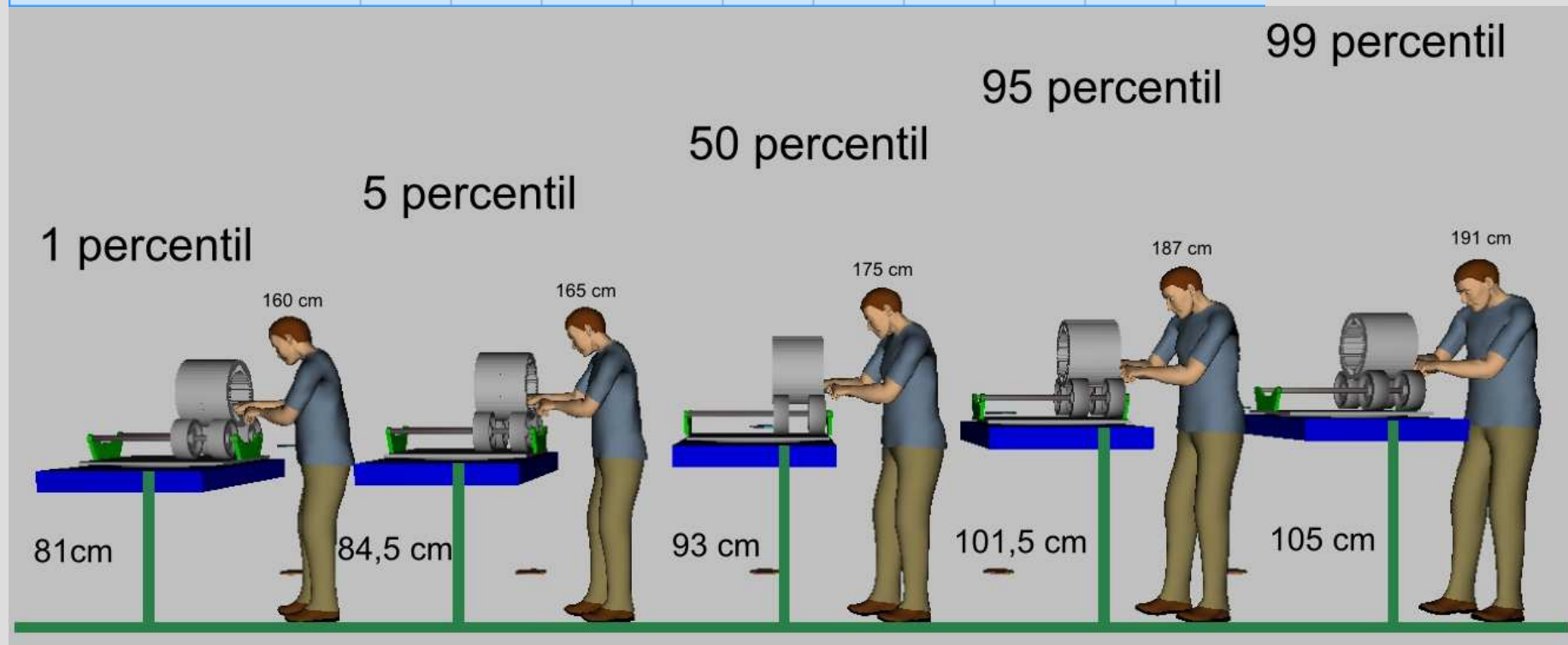
**Grand Score: 4**  
Action: Further investigation needed. Changes may be required.

On the right, the "Human Control" window is open, showing joint settings for "human0.base\_of\_neck". The Y (deg) is 15.6, Z (deg) is -4.0, and X (deg) is 4.0. The "Bend Torso" window is also open, showing "Type" as "bend from waist" and "Flex(deg)" as 9.0.

## Příklad č. 3 – stanovení výšky prac. roviny

Následující příklad popisuje doporučenou výšku pracovní roviny pro různě vysoké pracovníky.

Výška pracovníka	160	165	168	171	175	178	181	184	187	191
Výška pracovní roviny	81	84,5	87,1	89,6	93	95,1	97,2	99,4	102	105



# Příklad č. 3 – stanovení výšky prac. roviny

Bylo vytvořeno 28 modelů pracovních poloh pro 2 typy motoru.

Na základě výsledků byla doporučena změna výšky pracovní roviny pro 14 pracovních činností v rozsahu od 4 do 10 cm.

Upper arm:

	Left:	Right:
Flexion:	45.7	64.3
Abduction:	27.0	29.6
Transverse:	26.5	15.3
LatHumRot:	-51.3	-11.8



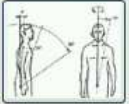
Posture analysis NV361.alfa

Human: human

Postures | Indicators | Reach | Other | Export | Setting

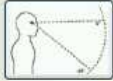
Torso:

Flexion:	14.5
Lateral:	7.1
Axial:	6.7



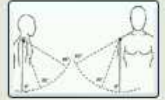
Head-Neck:

Flexion:	16.8
Lateral:	3.5
Axial:	6.1



Upper arm:

	Left:	Right:
Flexion:	45.0	38.4
Abduction:	27.8	38.2
Transverse:	27.8	44.8
LatHumRot:	-50.5	-57.4



Wrist:

Flexion:	-12.2	19.1
Deviation:	-2.4	-16.0
Pron/Sup:	-10.9	20.1

Elbow:

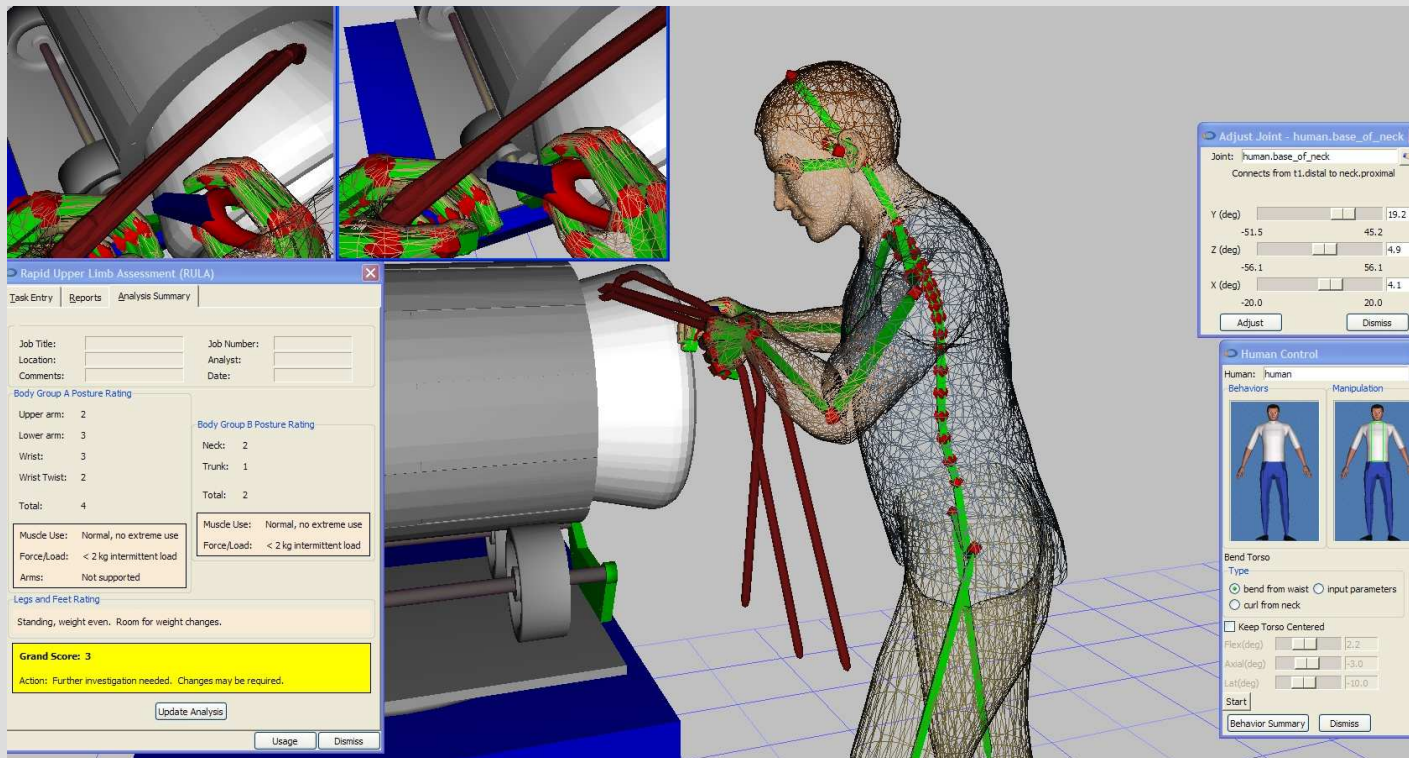
Flexion:	77.3	82.7
----------	------	------

Knee:

Flexion:	29.3	11.6
----------	------	------

Foot:

Flexion:	12.8	10.4
Add/Abd:	1.4	-14.8





# Děkuji za pozornost

**Ing. Petr Gaďourek, Ing. Tomáš Lebeda**

**GETA Centrum s.r.o.**

**Ergonomická laboratoř**

**Nad Spádem 9/206**

**147 00 Praha 4**

**telefon: 271 731 264**

**e-mail: [ergonomie@getacentrum.cz](mailto:ergonomie@getacentrum.cz)**

**[www.getacentrum.cz](http://www.getacentrum.cz)**