



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento materiál vznikl jako součást projektu  
EduCom, který je spolufinancován Evropským  
sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.*

# Základy ergonómických studií

Ing. Ondřej Lada  
Siemens Industry Software s.r.o.



EDUCATION COMPANY

## Výrobní systémy II

Technická univerzita v Liberci a partneři  
Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s.

TU v Liberci



PRECIOSA



## Obsah přednášky

1. Co to je Ergonomie a čím se zabývá
2. Cíle Ergonomie
3. Přínosy Ergonomie
4. Používané metody v Ergonomii
5. Zákony, Nařízení vlády
6. Platné normy
7. Hygienické předpisy
8. Počítačová podpora ergonomie
9. Ergonomické studie na KVS

## Co to je Ergonomie a čím se zabývá

„Ergonomie“ je pojem pocházející z řečtiny

# ERGONOMOS

Složenina řeckých slov

„Ergon“ – práce

„Nomos“ – zákon

## Co to je Ergonomie a čím se zabývá



6.6.2012

4

Ing. Ondřej Lada

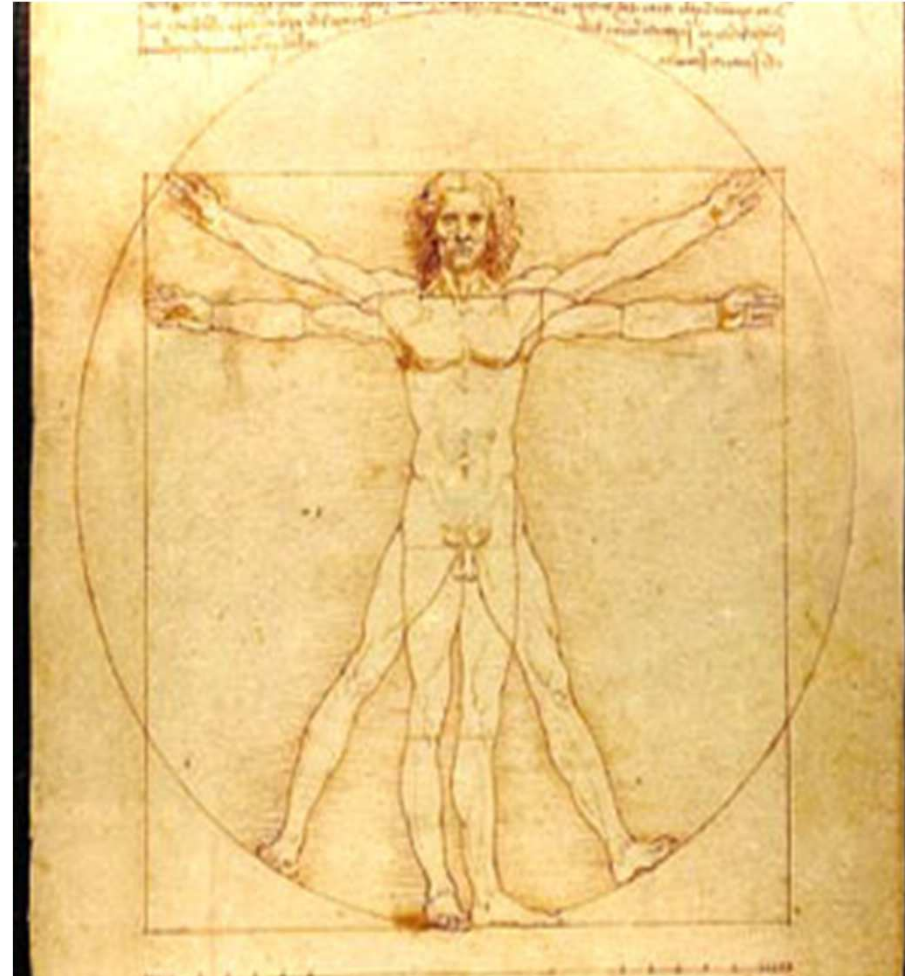
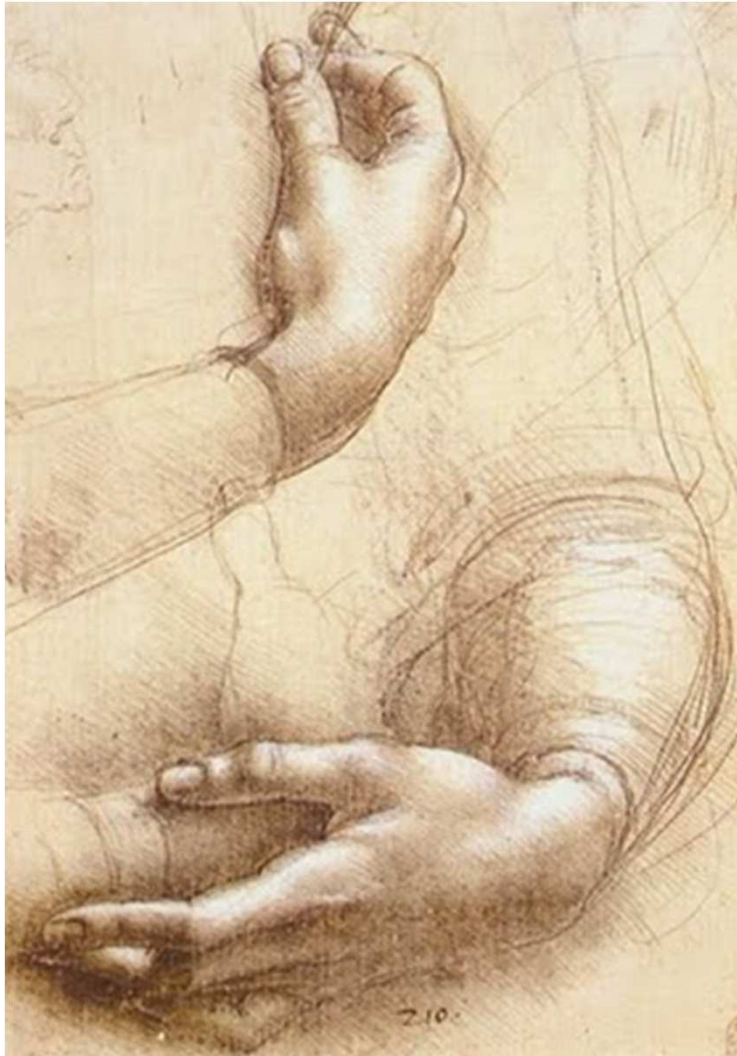
Tel.: +420 266 790 411

e-mail: [ondrej.lada@siemens.com](mailto:ondrej.lada@siemens.com)

Tento projekt je financován evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR

Projekt Educom  
[www.kvs.tul.cz/EduCom/](http://www.kvs.tul.cz/EduCom/)

## Co to je Ergonomie a čím se zabývá





## Co to je Ergonomie a čím se zabývá

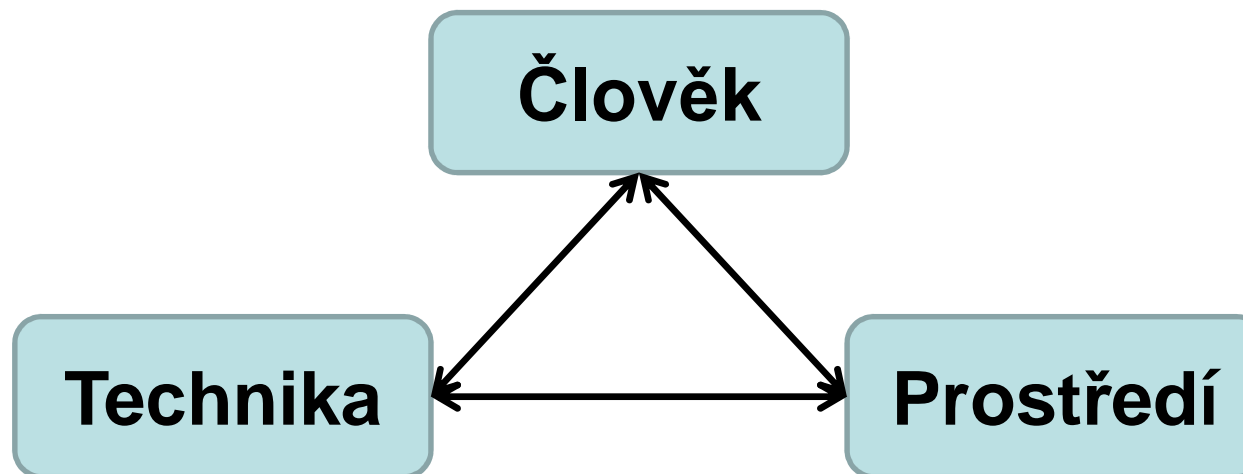
„Ergonomie je chápána jako interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou (strojem) a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyziologickou zátěž a zaručit rozvoj jeho osobnosti“

Ing. Miloslav Král, *Výzkumný ústav bezpečnosti práce*

***Ergonomie se snaží přizpůsobit pracovní okolí  
člověku nikoliv naopak***

## Co to je Ergonomie a čím se zabývá

Interdisciplinární vědní obor  
sjednocuje poznatky mnoha humanitních a  
technických vědních oborů a aplikuje je na  
systém „člověk-technika-prostředí“



## Co to je Ergonomie a čím se zabývá

# Příklady vědních oborů

Medicína

Psychologie a Sociologie

Statistika

Antropologie (antropometrie)

Konstrukce zařízení

Design

Mechanika a Kybernetika

....



## Cíle Ergonomie

1. Ochrana psychofyziologického zdraví  
Odstranění nevhodných poloh těla , zbytečných  
manipulací s těžkými břemeny a velkých  
působících sil

## 2. Bezpečnost práce

Odstranění únavových a rušivých faktorů (vibrace,  
hluk) => nepozornost, riziko úrazů

Integrace automatických prvků bezpečnosti práce  
(světelné závory, pohybové senzory)

## Cíle Ergonomie

### 3. Zvýšení efektivity práce

Odstranění zbytečných činností a nadměrné zátěže => usnadnění a snížení časové náročnosti práce

### 4. Zajištění podmínek pro profesní a osobnostní růst

Lepší pracovní podmínky => motivace pracovníka

Rotace na pracovištích => rozvíjení zručnosti, odstranění monotónnosti pracovní rutiny

## Přínosy Ergonomie

### 4 hlavní přínosy

Snížení výskytu nemocí z povolání

Snížení nemocnosti na pracovišti

Zvýšení efektivity práce

Zvýšení kvality práce

## Používané metody v Ergonomii

Metody Ergonomické analýzy pracovní zátěže je možné rozdělit podle jejich zaměření

Hodnocení zátěže při manipulaci s břemeny

Hodnocení zátěže v důsledku polohy těla nebo jeho částí

Komplexní hodnocení zátěže při práci včetně repetitivních činností

## Používané metody v Ergonomii

Hodnocení zátěže při manipulaci s břemeny  
Lower Back – zjišťuje tlakovou sílu na segmenty  
páteře v bederní oblasti

Doporučený limit 3400 N

Maximální kritický limit 6400 N

NIOSH Lifting – stanovuje pro operaci doporučený  
hmotnostní limit břemene a poměrem skutečné  
hmotnosti a doporučené získává rizikový index

$LI \leq 0.85$  Riziko lze považovat za přijatelné.

$0.85 < LI < 1$  Existuje významné riziko.

$LI > 1$  Je nutné přepracování stroje/operace.

## Používané metody v Ergonomii

# Hodnocení zátěže v důsledku polohy těla nebo jeho částí

## RULA „Rapid Upper Limb Assessment“

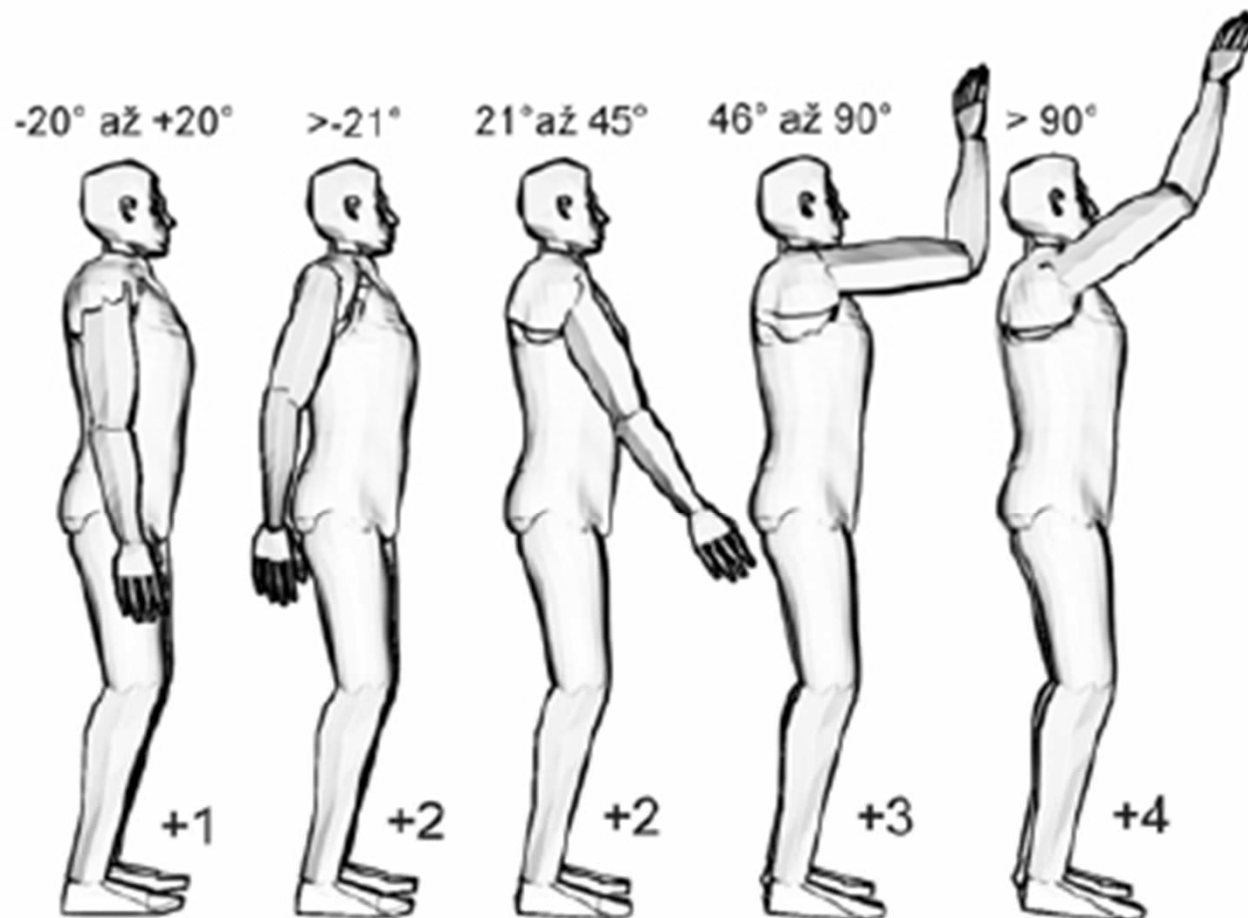
hodnoceny polohy jednotlivých částí těla (paže,  
předloktí, zápěstí, krk, trup a dolní končetiny)

body jsou přidělovány na základě odklonu od  
neutrální polohy

pomocí konverzních tabulek se stanoví výsledná  
míra rizika



## Používané metody v Ergonomii



Maximální možné skóre paží = 6 bodů

## Používané metody v Ergonomii

Hodnocení zátěže v důsledku polohy těla  
nebo jeho částí

OWAS „Ovako Working Posture Analysis Systém“  
je utčena pro rychlou kontrolu pracovního postoje  
a polohy s ohledem na pohodlí

Hlavním předpokladem je, aby nedošlo k:

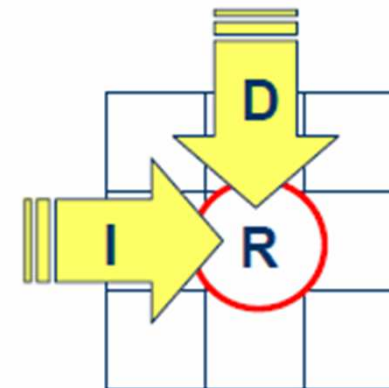
- subjektivní pracovní nepohodě
- neefektivnímu namáhání svalů
- nevhodnému zatížení těla

## Používané metody v Ergonomii

### Komplexní hodnocení zátěže při práci včetně repetitivních činností

EAWS „European Assembly Worksheed“  
nástroj ergonomické analýzy na zjišťování rizik  
biomechanického přetížení  
patří mezi checklisty 1. úrovně, (pomezí mezi 1. a  
2. úrovní.)

hodnotí 2 sledované veličiny:  
intenzita činnosti (I)  
doba trvání dané činnosti (D)



## Zákony a Nařízení vlády

Zákon č. 262/2006 Sb. Zákoník práce -  
obecná ustanovení

Zákon č. 309/2006 Sb. - další požadavky  
bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

NV 361/2007 Sb. - podmínky ochrany zdraví  
při práci

NV 101/2005 Sb. - podrobnější požadavky  
na pracoviště a pracovní prostředí

## Zákony a Nařízení vlády

NV 176/2008 Sb. - technické požadavky na  
strojní zařízení

NV 148/2006 Sb. - ochrana zdraví před  
nepříznivými účinky hluku a vibrací

NV 378/2001 Sb. - bližší požadavky na  
bezpečný provoz a používání strojů,  
technických zařízení, přístrojů a nářadí

## Platné normy

### Výběr Norem

ČSN ISO 6385 Ergonomické zásady pro  
navrhování pracovních systémů

ČSN EN 547-1,2,3 Tělesné rozměry

ČSN EN 614-1 Ergonomické zásady navrhování –  
terminologie a všeobecné Zásady

ČSN EN ISO 14122-1,2,3 Trvalé prostředky  
přístupu ke strojnímu zařízení

ČSN EN ISO 14159 Hygienické požadavky pro  
konstrukci strojních zařízení strojní zařízení



## Hygienické limity

# Hygienické limity hluku

nařízení vlády č. 148/2006 Sb.

pro osmihodinovou pracovní dobu - 85 dB

pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní  
práce náročná na pozornost a soustředění - 50  
dB

pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní  
práce rutinní povahy včetně velínu 60 dB

pro pracoviště ve stavbách pro výrobu a  
skladování 70 dB

## Hygienické limity

# Hygienické limity osvětlení ČSN EN 12464-1

|         |  |
|---------|--|
| 100 lx  | komunikační prostory a chodby              |
| 200 lx  | šatny, umývárny, toalety                   |
| 20 lx   | regálové sklady (uličky bez obsluhy)       |
| 150 lx  | regálové sklady (uličky s obsluhou)        |
| 200 lx  | čistírna odlitků                           |
| 300 lx  | strojní výroba forem, tlakové lití         |
| 500 lx  | svařovna, montáž, běžné kanceláře          |
| 750 lx  | výroba nářadí a rezných nástrojů, ...      |
| 1000 lx | lakování, kontrola laku, výstupní kontrola |

## Hygienické limity

# Hygienické limity teploty

## Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

Doporučené teploty na pracovištích :

optimální teploty pro duševní práci 20 -25°C

pro lehkou fyzickou práci 17 -21°C

pro těžkou fyzickou práci 12 -17°C

## Počítačová podpora ergonomie

# Specializované simulační softwarové grafické nástroje

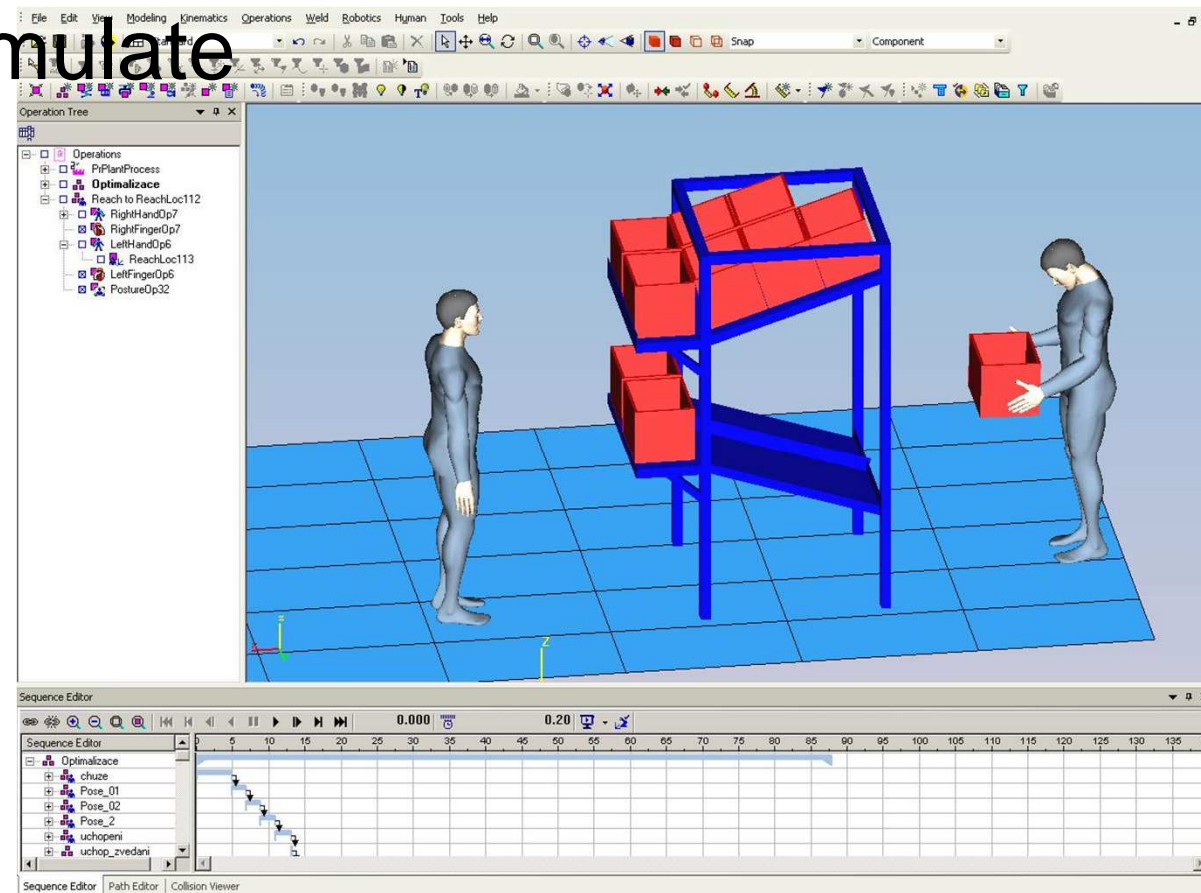
Obsahují množství naprogramovaných  
ergonomických nástrojů

Práce spočívá v tvorbě grafického prostředí  
(modelu), nastavení poloh a pohybů,  
provedení ergonomické analýzy

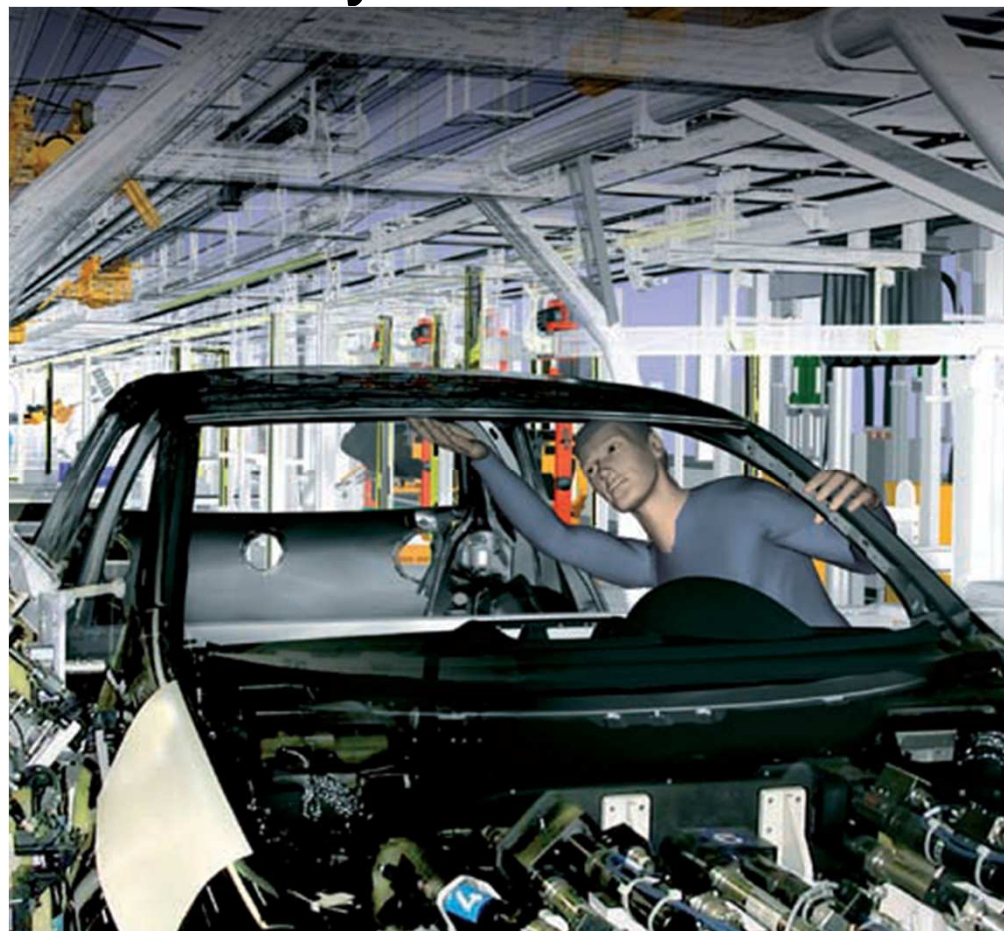
## Počítačová podpora ergonomie

# Softwarové řešení od firmy Siemens

# Process Simulate



# Softwarové řešení od firmy Siemens Classic Jack





## Počítačová podpora ergonomie

### Výhody:

Jednou vytvořený model je možné opakovaně používat

Možnost propojení s Motion Capture

Velké množství ergonomických analýz

### Nevýhody:

Vysoké nároky na odbornost (software, ergonomie)

Větší časová náročnost (čas včetně tvorby modelu)

## Ergonomické studie na KVS

# Porovnání alternativ konstrukce regálů supermarketů z hlediska ergonomické zátěže zásobovače

## Analýza pracovní zátěže pomocí počítačové simulace

## Ergonomická analýza montážní linky

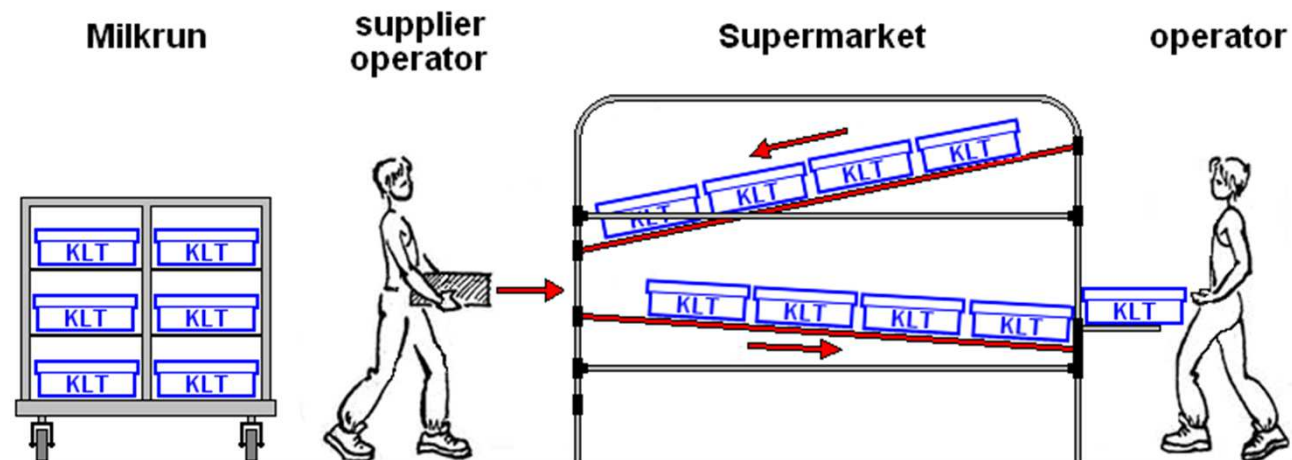
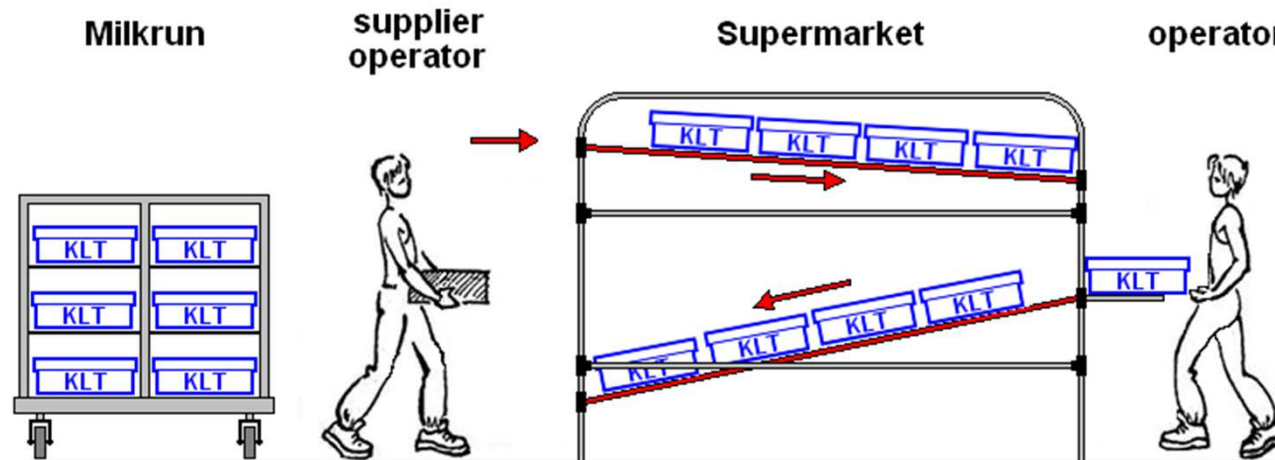
## Ergonomické studie na KVS

# Porovnání alternativ konstrukce regálů supermarketů z hlediska ergonomické zátěže zásobovače

Cílem bylo ověřit pracovní zátěž operátora a  
zásobovače u dvou alternativ regálu  
supermarketu

Byla provedena MOST analýza => časy úkolů  
Operace prověřeny metodou EAWS

## Ergonomické studie na KVS



# Ergonomické studie na KVS

| 17   | load onto fingers (e.g. clips, plugs) | <table border="1"> <tr><th>0</th><th>6</th><th>10</th><th>12</th><th>15</th></tr> <tr><td>o. (n)</td><td>3(2)</td><td>9(6)</td><td>15(10)</td><td>23(15)</td><td>30(20)</td></tr> <tr><td>f (%)</td><td>5</td><td>15</td><td>25</td><td>38</td><td>60</td></tr> </table>                      | 0      | 6      | 10     | 12        | 15  | o. (n) | 3(2) | 9(6) | 15(10) | 23(15) | 30(20) | f (%)  | 5     | 15  | 25  | 38  | 60  | time x load level | individual scores | Σ                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|---------------------------------------|---|--------|--------|--------|-----------|-----|--------|------|------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0  | 6                                     | 10  | 12     | 15     |        |           |     |        |      |      |        |        |        |        |       |     |     |     |     |                   |                   |                    |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| o. (n)   | 3(2)                                  | 9(6)  | 15(10) | 23(15) | 30(20) |           |     |        |      |      |        |        |        |        |       |     |     |     |     |                   |                   |                    |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| f (%)  | 5                                     | 15  | 25     | 38     | 60     |           |     |        |      |      |        |        |        |        |       |     |     |     |     |                   |                   |                    |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 18   | action forces required (no loads)     | <table border="1"> <tr><th>0</th><th>2</th><th>4</th><th>6</th><th>10</th></tr> <tr><td>o. (n)</td><td>3(1)</td><td>9(3)</td><td>15(5)</td><td>21(7)</td><td>27(9)</td><td>36(12)</td></tr> <tr><td>f (%)</td><td>5</td><td>15</td><td>25</td><td>35</td><td>45</td><td>60</td></tr> </table> | 0      | 2      | 4      | 6         | 10  | o. (n) | 3(1) | 9(3) | 15(5)  | 21(7)  | 27(9)  | 36(12) | f (%) | 5   | 15  | 25  | 35  | 45                | 60                | time x force level | individual scores | Σ   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0  | 2                                     | 4   | 6      | 10     |        |           |     |        |      |      |        |        |        |        |       |     |     |     |     |                   |                   |                    |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| o. (n)   | 3(1)                                  | 9(3)  | 15(5)  | 21(7)  | 27(9)  | 36(12)    |     |        |      |      |        |        |        |        |       |     |     |     |     |                   |                   |                    |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| f (%)  | 5                                     | 15  | 25     | 35     | 45     | 60        |     |        |      |      |        |        |        |        |       |     |     |     |     |                   |                   |                    |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <p><b>F</b> forces of the arm and whole body<br/>all forces recorded in Newton (N) values for <math>F_{lim}</math> (MVC) for the usage of the "Empress Assembly Worksheet" (EAWs) (Action Forces) during the planning phase<br/>MVC values adapted to BW (80 kg) for these parameters - unless stating data</p> <table border="1"> <tr><th>direction</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th><th>29</th><th>30</th><th>31</th><th>32</th><th>33</th><th>34</th><th>35</th><th>36</th><th>37</th><th>38</th><th>39</th><th>40</th><th>41</th><th>42</th><th>43</th><th>44</th><th>45</th><th>46</th><th>47</th><th>48</th><th>49</th><th>50</th></tr> <tr><td>max</td><td>228</td><td>244</td><td>260</td><td>276</td><td>292</td><td>308</td><td>324</td><td>340</td><td>356</td><td>372</td><td>388</td><td>404</td><td>420</td><td>436</td><td>452</td><td>468</td><td>484</td><td>500</td><td>516</td><td>532</td><td>548</td><td>564</td><td>580</td><td>596</td><td>612</td><td>628</td><td>644</td><td>660</td><td>676</td><td>692</td><td>708</td><td>724</td><td>740</td><td>756</td><td>772</td><td>788</td><td>804</td><td>820</td><td>836</td><td>852</td><td>868</td><td>884</td><td>900</td><td>916</td><td>932</td><td>948</td><td>964</td><td>980</td><td>996</td><td>1012</td><td>1028</td><td>1044</td><td>1060</td><td>1076</td><td>1092</td><td>1108</td><td>1124</td><td>1140</td><td>1156</td><td>1172</td><td>1188</td><td>1204</td><td>1220</td><td>1236</td><td>1252</td><td>1268</td><td>1284</td><td>1300</td><td>1316</td><td>1332</td><td>1348</td><td>1364</td><td>1380</td><td>1396</td><td>1412</td><td>1428</td><td>1444</td><td>1460</td><td>1476</td><td>1492</td><td>1508</td><td>1524</td><td>1540</td><td>1556</td><td>1572</td><td>1588</td><td>1604</td><td>1620</td><td>1636</td><td>1652</td><td>1668</td><td>1684</td><td>1700</td><td>1716</td><td>1732</td><td>1748</td><td>1764</td><td>1780</td><td>1796</td><td>1812</td><td>1828</td><td>1844</td><td>1860</td><td>1876</td><td>1892</td><td>1908</td><td>1924</td><td>1940</td><td>1956</td><td>1972</td><td>1988</td><td>2004</td><td>2020</td><td>2036</td><td>2052</td><td>2068</td><td>2084</td><td>2100</td><td>2116</td><td>2132</td><td>2148</td><td>2164</td><td>2180</td><td>2196</td><td>2212</td><td>2228</td><td>2244</td><td>2260</td><td>2276</td><td>2292</td><td>2308</td><td>2324</td><td>2340</td><td>2356</td><td>2372</td><td>2388</td><td>2404</td><td>2420</td><td>2436</td><td>2452</td><td>2468</td><td>2484</td><td>2500</td></tr> </table> |                                       |   |        |        |        | direction | 0   | 1      | 2    | 3    | 4      | 5      | 6      | 7      | 8     | 9   | 10  | 11  | 12  | 13                | 14                | 15                 | 16                | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43   | 44   | 45   | 46   | 47   | 48   | 49   | 50   | max  | 228  | 244  | 260  | 276  | 292  | 308  | 324  | 340  | 356  | 372  | 388  | 404  | 420  | 436  | 452  | 468  | 484  | 500  | 516  | 532  | 548  | 564  | 580  | 596  | 612  | 628  | 644  | 660  | 676  | 692  | 708  | 724  | 740  | 756  | 772  | 788  | 804  | 820  | 836  | 852  | 868  | 884  | 900  | 916  | 932  | 948  | 964  | 980  | 996  | 1012 | 1028 | 1044 | 1060 | 1076 | 1092 | 1108 | 1124 | 1140 | 1156 | 1172 | 1188 | 1204 | 1220 | 1236 | 1252 | 1268 | 1284 | 1300 | 1316 | 1332 | 1348 | 1364 | 1380 | 1396 | 1412 | 1428 | 1444 | 1460 | 1476 | 1492 | 1508 | 1524 | 1540 | 1556 | 1572 | 1588 | 1604 | 1620 | 1636 | 1652 | 1668 | 1684 | 1700 | 1716 | 1732 | 1748 | 1764 | 1780 | 1796 | 1812 | 1828 | 1844 | 1860 | 1876 | 1892 | 1908 | 1924 | 1940 | 1956 | 1972 | 1988 | 2004 | 2020 | 2036 | 2052 | 2068 | 2084 | 2100 | 2116 | 2132 | 2148 | 2164 | 2180 | 2196 | 2212 | 2228 | 2244 | 2260 | 2276 | 2292 | 2308 | 2324 | 2340 | 2356 | 2372 | 2388 | 2404 | 2420 | 2436 | 2452 | 2468 | 2484 | 2500 |
| direction  | 0                                     | 1   | 2      | 3      | 4      | 5         | 6   | 7      | 8    | 9    | 10     | 11     | 12     | 13     | 14    | 15  | 16  | 17  | 18  | 19                | 20                | 21                 | 22                | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49   | 50   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| max  | 228                                   | 244   | 260    | 276    | 292    | 308       | 324 | 340    | 356  | 372  | 388    | 404    | 420    | 436    | 452   | 468 | 484 | 500 | 516 | 532               | 548               | 564                | 580               | 596 | 612 | 628 | 644 | 660 | 676 | 692 | 708 | 724 | 740 | 756 | 772 | 788 | 804 | 820 | 836 | 852 | 868 | 884 | 900 | 916 | 932 | 948 | 964 | 980 | 996 | 1012 | 1028 | 1044 | 1060 | 1076 | 1092 | 1108 | 1124 | 1140 | 1156 | 1172 | 1188 | 1204 | 1220 | 1236 | 1252 | 1268 | 1284 | 1300 | 1316 | 1332 | 1348 | 1364 | 1380 | 1396 | 1412 | 1428 | 1444 | 1460 | 1476 | 1492 | 1508 | 1524 | 1540 | 1556 | 1572 | 1588 | 1604 | 1620 | 1636 | 1652 | 1668 | 1684 | 1700 | 1716 | 1732 | 1748 | 1764 | 1780 | 1796 | 1812 | 1828 | 1844 | 1860 | 1876 | 1892 | 1908 | 1924 | 1940 | 1956 | 1972 | 1988 | 2004 | 2020 | 2036 | 2052 | 2068 | 2084 | 2100 | 2116 | 2132 | 2148 | 2164 | 2180 | 2196 | 2212 | 2228 | 2244 | 2260 | 2276 | 2292 | 2308 | 2324 | 2340 | 2356 | 2372 | 2388 | 2404 | 2420 | 2436 | 2452 | 2468 | 2484 | 2500 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| force = Σ lines 17 - 18  |               |          |         | Attention: Max. score = 70 line 17<br>90 line 18 | Attention: correct evaluation of duration of evaluation = 0,5 |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--|---------------|----------|---------|--|---|---------------------|---------------|----------|---------|---------|---------|-------|------|----|-----|-----|-----|-----|---------|------|----|----|------|-------|-----|-------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|---------|------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|-------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------|------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Manual materials handling (per shift)</b>   |               |          |         |  |   |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 19 <b>Weights of loads [kg]</b> for repositioning (lifting / lowering), carrying and holding as well as pushing and pulling  |               |          |         |  |   |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <table border="1"> <tr><th>repositioning</th><th>carrying</th><th>holding</th><th>pushing</th><th>pulling</th><th>total</th></tr> <tr><td>0,5*</td><td>1</td><td>2</td><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td><td>&gt; 40</td></tr> <tr><td>f (%)</td><td>2</td><td>5</td><td>7</td><td>10</td><td>12</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>&gt; 35</td></tr> </table>  |               |          |         |  |   | repositioning       | carrying      | holding  | pushing | pulling | total   | 0,5*  | 1    | 2  | 5   | 10  | 15  | 20  | 25      | 30   | 35 | 40 | > 40 | f (%) | 2   | 5     | 7    | 10 | 12  | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  | > 35 |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| repositioning  | carrying      | holding  | pushing | pulling  | total   |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 0,5*   | 1             | 2        | 5       | 10   | 15  | 20                  | 25            | 30       | 35      | 40      | > 40    |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| f (%)  | 2             | 5        | 7       | 10   | 12  | 15                  | 20            | 25       | 30      | 35      | > 35    |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <table border="1"> <tr><th>load points</th><td>0,5</td><td>1</td><td>1,5</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5,5</td><td>7</td><td>8,5</td><td>25</td></tr> </table>   |               |          |         |  |   | load points         | 0,5           | 1        | 1,5     | 2       | 3       | 4     | 5,5  | 7  | 8,5 | 25  |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| load points  | 0,5           | 1        | 1,5     | 2  | 3   | 4                   | 5,5           | 7        | 8,5     | 25      |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <table border="1"> <tr><th>pushing and pulling</th><th>repositioning</th><th>carrying</th><th>holding</th><th>pushing</th><th>pulling</th></tr> <tr><td>males</td><td>&lt; 50</td><td>75</td><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>250</td></tr> <tr><td>females</td><td>&lt; 40</td><td>60</td><td>80</td><td>115</td><td>155</td><td>195</td></tr> <tr><td>males</td><td>&lt; 50</td><td>75</td><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>250</td><td>350</td><td>500</td><td>600</td><td>800</td><td>1250</td></tr> <tr><td>females</td><td>&lt; 40</td><td>60</td><td>80</td><td>115</td><td>155</td><td>195</td><td>270</td><td>425</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>males</td><td>&lt; 50</td><td>75</td><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>250</td><td>350</td><td>500</td><td>600</td><td>800</td><td>1250</td></tr> <tr><td>females</td><td>&lt; 40</td><td>60</td><td>80</td><td>115</td><td>155</td><td>195</td><td>270</td><td>385</td><td>480</td><td>615</td><td>950</td></tr> </table> |               |          |         |  |   | pushing and pulling | repositioning | carrying | holding | pushing | pulling | males | < 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | females | < 40 | 60 | 80 | 115  | 155   | 195 | males | < 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 350 | 500 | 600  | 800 | 1250 | females | < 40 | 60 | 80 | 115 | 155 | 195 | 270 | 425 |  |  |  | males | < 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 350 | 500 | 600 | 800 | 1250 | females | < 40 | 60 | 80 | 115 | 155 | 195 | 270 | 385 | 480 | 615 | 950 |
| pushing and pulling  | repositioning | carrying | holding | pushing  | pulling   |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| males  | < 50          | 75       | 100     | 150  | 200   | 250                 |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| females  | < 40          | 60       | 80      | 115  | 155   | 195                 |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| males  | < 50          | 75       | 100     | 150  | 200   | 250                 | 350           | 500      | 600     | 800     | 1250    |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| females  | < 40          | 60       | 80      | 115  | 155   | 195                 | 270           | 425      |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| males  | < 50          | 75       | 100     | 150  | 200   | 250                 | 350           | 500      | 600     | 800     | 1250    |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| females  | < 40          | 60       | 80      | 115  | 155   | 195                 | 270           | 385      | 480     | 615     | 950     |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <table border="1"> <tr><th>load points</th><td>0,5</td><td>1</td><td>1,5</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>  |               |          |         |  |   | load points         | 0,5           | 1        | 1,5     | 2       | 3       | 4     | 5    | 6  | 8   |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| load points  | 0,5           | 1        | 1,5     | 2  | 3   | 4                   | 5             | 6        | 8       |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <p><b>posture, position of load (select representative posture)</b></p> <p>trunk upright and / or not twisted<br/>load at or close to the body<br/>body</p> <p>little trunk bending or bending trunk deep or far forward<br/>twisting<br/>load far from the body<br/>load far from body or above shoulder level</p> <p>bending trunk for forward and twisting<br/>load far from the body<br/>limited postural stability while standing<br/>crouching or kneeling</p> <p>Posture points: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</p>   |               |          |         |  |   |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <p>(+) working conditions (pushing and pulling only)</p> <p>rolling pushing / pulling on (very) slick floor<br/>gaps / edges</p> <p>on structures sheet<br/>metal, into / out of a truck<br/>starting, strongly damaged floor</p> <p>trays have to be loaded off when</p>  |               |          |         |  |   |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <p><b>frequency of load manipulations (per / shift), holding time [min] or travel distance [meter / shift]</b></p> <p># repositioning / pushing &amp; pulling &lt; 5m<br/>2,5 min : 10 min : 37 min : 90 min : 180 min : &gt; 240 min</p> <p>distance (carrying, pushing &amp; pulling &gt; 5m)<br/>300 m : 650 m : 2,5 km : 12 km : &gt; 15 km</p> <p>f - time- or distance points</p>  |               |          |         |  |   |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <p>19 a</p> <p>load posture (condition)<br/>x (# of time or distance)</p> <p>repositioning (≤ 5m)<br/>x 6 = (0,8 + 2)</p> <p>holding (≤ 5m)<br/>x 2 = (0,8 + 2)</p> <p>carrying (≥ 6m)<br/>x 6 = (0,8 + 2)</p> <p>pushing &amp; pulling<br/>x =</p>  |               |          |         |  |   |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <p>to be applied for more than 2000 repositionings / shift only</p> <p>Maximal cumulative time points for all tasks of repositioning, holding, carrying as well as pushing &amp; pulling all together = 12</p> <p>handling = Σ line 19a = 9,6 + 3,2 + 9,6 + 0 = 22,4</p>   |               |          |         |  |   |                     |               |          |         |         |         |       |      |    |     |     |     |     |         |      |    |    |      |       |     |       |      |    |     |     |     |     |     |     |      |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |  |  |  |       |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |         |      |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |

| 20 Number of real actions (min)  |          |          |       | use highest value of static / dynamic actions for most loaded arm)   |     |     |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
|--|----------|----------|-------|--|-----|-----|------|----------------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-------|----------|----------|-------|-----|------------------------------------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|-----------------|---|-----|---|--------------|---|-----|----|------|---|-----|-----------------------|----|---|-----|-----|-----|-----|-------------|---|-----|---|---|---|--|
| <p>power grips or contact grip</p> <p>finger press or moderate pinch (five finger or hand)</p> <p>strong pinch (thumb to one or two fingers)</p>   |          |          |       | <p>Very long lasting static actions, almost 75%</p> <p>Long lasting static actions, almost 50%</p> <p>Substantial amount of static actions, ~ 35%</p> <p>Considerable amount of static actions, ~ 15%</p> <p>Low amount of static actions, ~ 10%</p> <p>Very low amount of static actions, &lt; 5%</p> <p>no static actions</p> <p>static arm movements, they start/renew arm movements but do not start/renew arm movements under rest, but extend or oscillate and irregularly fluctuate</p> <p>arm movements very fast, but of infrequent nature, necessary to keep pace with production rhythm</p>   |     |     |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| <p>Task</p> <table border="1"> <tr><th>Static actions (sec/min)</th><td>45</td><td>30</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>3</td><td>2-5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>&gt;35</td></tr> <tr><th>Dynamic real actions (actions/min)</th><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>7</td><td></td></tr> <tr><th>Mode of grip</th><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>   |          |          |       | Static actions (sec/min)   | 45  | 30  | 20   | 10                               | 5   | 3   | 2-5 | 10 | 15  | 20    | 25       | 30       | 35    | >35 | Dynamic real actions (actions/min) | 1 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 1 | 2   | 3               | 4 | 7   |   | Mode of grip | 1 | 2   | 4  | 7    |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             | <p>Calculations</p> <p>(Force x Frequency / Duration) + Grip<br/>(Force x Frequency / Duration + Grip) x percentage</p> |     |   |   |   |  |
| Static actions (sec/min)   | 45       | 30       | 20    | 10   | 5   | 3   | 2-5  | 10                               | 15  | 20  | 25  | 30 | 35  | >35   |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| Dynamic real actions (actions/min)   | 1        | 1        | 0     | 0  | 0   | 0   | 0    | 0                                | 1   | 2   | 3   | 4  | 7   |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| Mode of grip   | 1        | 2        | 4     | 7  |     |     |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| <p>Very light pressure of finger or hand</p> <p>Light pressure of finger or hand</p> <p>Handling of small loads</p> <p>Handling of smaller loads or use of small manually driven tools</p> <p>Force application with little manual driven tools</p> <p>Force application in cutting &amp; forces for grasping or moving objects</p> <p>High force application using large manual tools</p>   |          |          |       | <table border="1"> <tr><th>FFG</th><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th>%</th><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>6</td><td>9</td><td>12</td></tr> <tr><th>FFGp</th><td>2</td><td>6</td><td>10</td><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>  |     |     |      | FFG                              | 1   | 2   | 4   | 7  |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   | %   | 1 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0               | 1 | 2   | 3 | 4            | 6 | 9   | 12 | FFGp | 2 | 6   | 10                    | 12 |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| FFG  | 1        | 2        | 4     | 7  |     |     |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| %  | 1        | 1        | 0     | 0  | 0   | 0   | 0    | 1                                | 2   | 3   | 4   | 6  | 9   | 12    |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| FFGp   | 2        | 6        | 10    | 12   |     |     |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| <p>finger points</p>   |          |          |       | <p>Σ = 2,4</p>   |     |     |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| <p>hand / arm / shoulder postures</p> <p>Use scores as below for wrist and elbows. Multiply scores x 3, if shoulders are involved close to or above shoulder height without support or in awkward postures.</p> <p>Hand abduction &gt; 10° adduction &gt; 45° supination / pronation &gt; 60° forearm flexion / extension &gt; 60°</p>   |          |          |       | <table border="1"> <tr><th>hand / arm posture points</th><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>&lt; 25%</td><td>25 - 50%</td><td>60 - 80%</td><td>&gt; 80%</td><td></td><td></td></tr> </table>  |     |     |      | hand / arm posture points        | 0   | 1   | 2   | 3  | 4   | < 25% | 25 - 50% | 60 - 80% | > 80% |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| hand / arm posture points  | 0        | 1        | 2     | 3  | 4   |     |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| < 25%  | 25 - 50% | 60 - 80% | > 80% |  |     |     |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| <p>additional factors (choose only one answer)</p> <p>Gloves inadequate (which interfere with the handling ability, required) are used for over half the time</p> <p>the working gestures required imply a countershock (such as e.g., hammering, or hitting with a pick over hard surfaces, etc.) with frequency of 2 time per minute or more</p> <p>the working gestures imply a countershock (using the hand as a tool) with freq. of 10 time / hour or more</p> <p>exposure to cold or refrigeration (less than 0 degree) for over half the time</p> <p>vibrating tools are used for 1/3 of the time or more. Tools with high level of vibrations (use score 4)</p> <p>the tools employed cause compressions of the skin (reddening, callusities, blisters, etc.)</p> <p>precision tasks are carried out for over half the time (tasks over areas smaller than 2-3 mm)</p> <p>more than one additional factor is present at the same time and overall occupy the whole of the time (use score 3)</p> |          |          |       | <p>additional points</p> <table border="1"> <tr><th>duration of repetitive movements</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><th>duration [h / shift]</th><td>1</td><td>1,5</td><td>2</td><td>2,5</td><td>3</td><td>3,5</td><td>4</td><td>4,5</td><td>5</td><td>5,5</td></tr> <tr><th>duration points</th><td>1</td><td>1,5</td><td>2</td><td>2,5</td><td>3</td><td>3,5</td><td>4</td><td>4,5</td><td>5</td><td>5,5</td></tr> </table> <p>work organization<br/>Breaks are possible at every time process continues despite break<br/>Breaks are possible within given conditions<br/>Breaks lead to a stop / interruption of the process</p> <table border="1"> <tr><th>rest pauses (≤ 5 min)</th><td>1</td><td>0</td><td>2-3</td><td>4-5</td><td>6-8</td><td>&gt; 8</td></tr> <tr><th>rest points</th><td>0</td><td>0,5</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td></td></tr> </table> |     |     |      | duration of repetitive movements | 1   | 2   | 3   | 4  | 5   | 6     | 7        | 8        | 9     | 10  | duration [h / shift]               | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | duration points | 1 | 1,5 | 2 | 2,5          | 3 | 3,5 | 4  | 4,5  | 5 | 5,5 | rest pauses (≤ 5 min) | 1  | 0 | 2-3 | 4-5 | 6-8 | > 8 | rest points | 0   | 0,5 | 1 | 2 | 4 |  |
| duration of repetitive movements   | 1        | 2        | 3     | 4  | 5   | 6   | 7    | 8                                | 9   | 10  |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| duration [h / shift]   | 1        | 1,5      | 2     | 2,5  | 3   | 3,5 | 4    | 4,5                              | 5   | 5,5 |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| duration points  | 1        | 1,5      | 2     | 2,5  | 3   | 3,5 | 4    | 4,5                              | 5   | 5,5 |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| rest pauses (≤ 5 min)  | 1        | 0        | 2-3   | 4-5  | 6-8 | > 8 |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| rest points  | 0        | 0,5      | 1     | 2  | 4   |     |      |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| <p>Overall evaluation of upper limb loads in repetitive tasks</p>  |          |          |       | <p>20</p> <p>(force &amp; grip) + hand / arm posture + additional) x duration = upper limbs</p> <table border="1"> <tr><th>a</th><td>2,4</td><td>b</td><td>2</td><td>c</td><td>4,5</td><td>d</td><td>19,8</td></tr> </table>   |     |     |      | a                                | 2,4 | b   | 2   | c  | 4,5 | d     | 19,8     |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |
| a  | 2,4      | b        | 2     | c  | 4,5 | d   | 19,8 |                                  |     |     |     |    |     |       |          |          |       |     |                                    |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |                 |   |     |   |              |   |     |    |      |   |     |                       |    |   |     |     |     |     |             |   |     |   |   |   |  |



## Ergonomické studie na KVS

| Alternativa A   |                 |            |               |          |   |        |   |                 |   |       |             |
|-----------------|-----------------|------------|---------------|----------|---|--------|---|-----------------|---|-------|-------------|
| Supplier        | EAWS evaluation | Whole body | =             | Postures | + | Forces | + | Manual handling | + | Extra | Upper limbs |
|                 | possible        | 32,4       | =             | 10       | + | 0      | + | 22,4            | + | 0     | 19,8        |
| Operator        | EAWS evaluation | Whole body | =             | Postures | + | Forces | + | Manual handling | + | Extra | Upper limbs |
|                 | low             | 16,2       | =             | 5        | + | 0      | + | 11,2            | + | 0     | 8,5         |
| Alternativa B   |                 |            |               |          |   |        |   |                 |   |       |             |
| Supplier        | EAWS evaluation | Whole body | =             | Postures | + | Forces | + | Manual handling | + | Extra | Upper limbs |
|                 | possible        | 29,9       | =             | 7,5      | + | 0      | + | 22,4            | + | 0     | 19,8        |
| Operator        | EAWS evaluation | Whole body | =             | Postures | + | Forces | + | Manual handling | + | Extra | Upper limbs |
|                 | low             | 16,2       | =             | 5        | + | 0      | + | 11,2            | + | 0     | 8,5         |
| EAWS evaluation |                 | 0-25       | Low risk      |          |   |        |   |                 |   |       |             |
|                 |                 | 26-50      | Possible risk |          |   |        |   |                 |   |       |             |
|                 |                 | >50        | High risk     |          |   |        |   |                 |   |       |             |

## Ergonomické studie na KVS

Analýza pracovní zátěže pomocí počítačové simulace

Optimalizace výrobního procesu na stroji Mazak Integrex 100 IV z pohledu ergonomie

Tvorba modelu a layoutu pracoviště v Process Simulate

Ergonomická analýza současného stavu

Návrh opatření

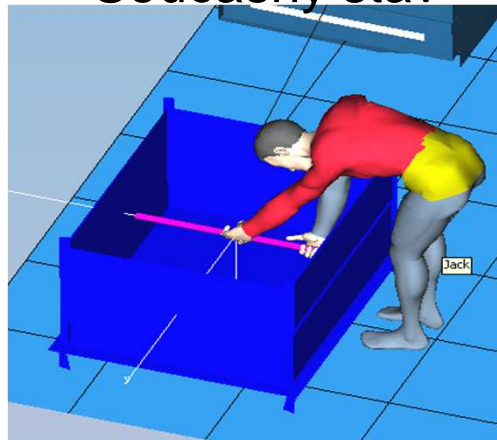
Porovnání současného a navrhovaného stavu



## Ergonomické studie na KVS

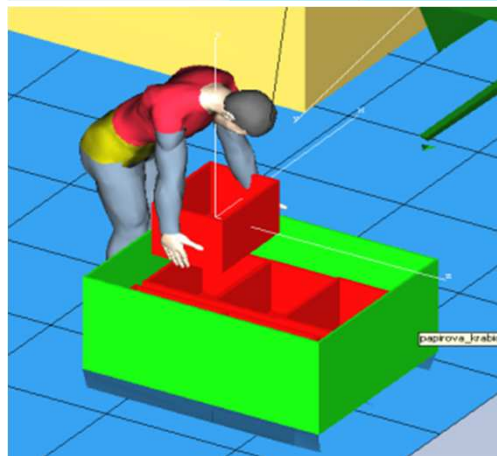
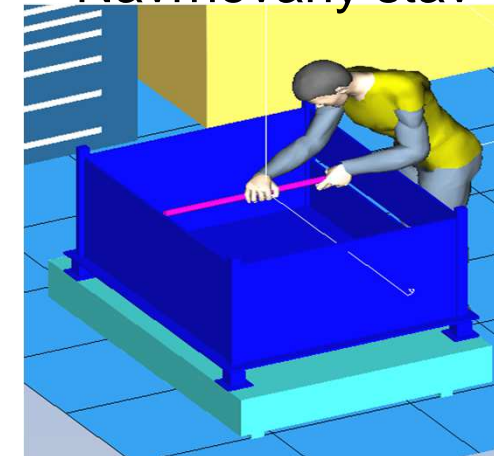
### Identifikovány 2 problematické operace

Současný stav

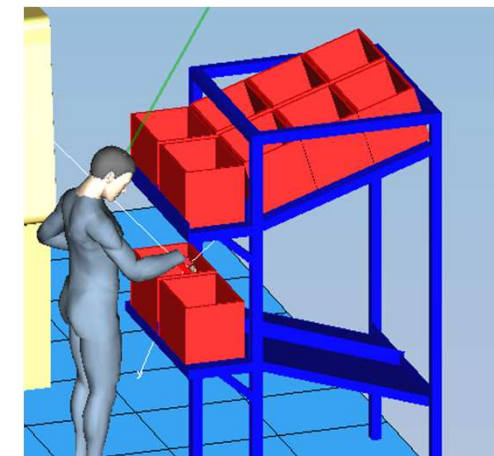


Paletový vozík s  
odporovou pružinou

Navrhovaný stav



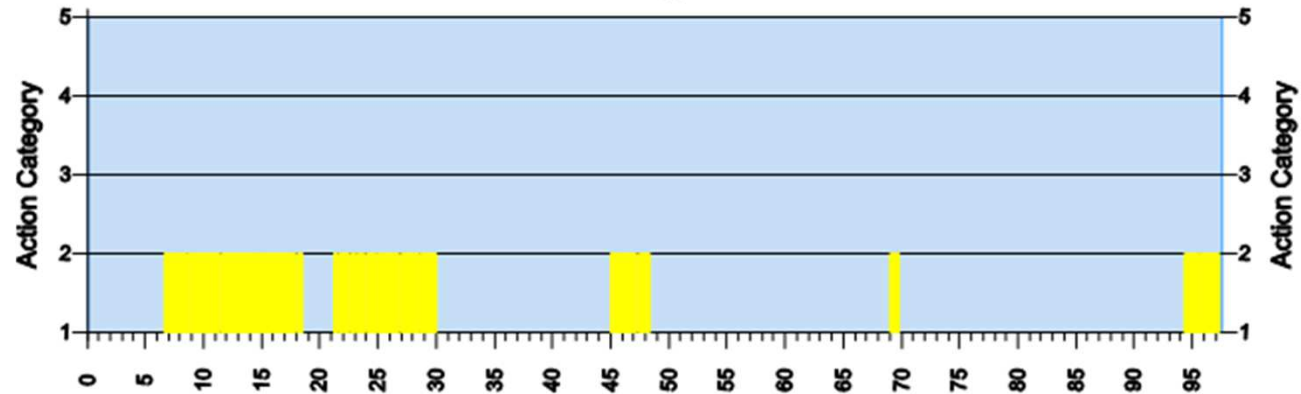
Odkládání plných  
KLT do spádového  
regálu



# Ergonomické studie na KVS

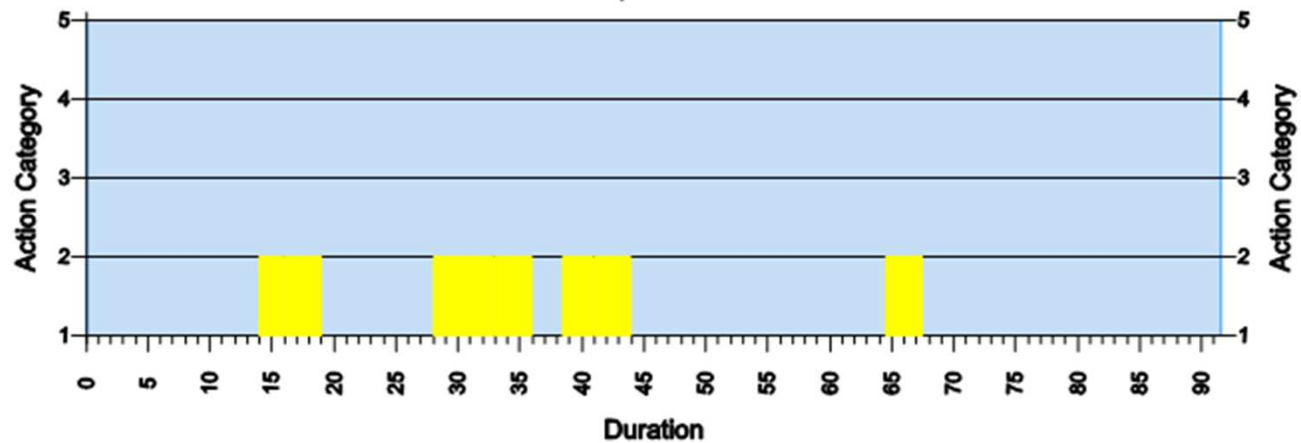
OWAS - Action Categories for Work Posture Combinations

OWAS - zakladani\_obrobku - Jack



OWAS - Action Categories for Work Posture Combinations

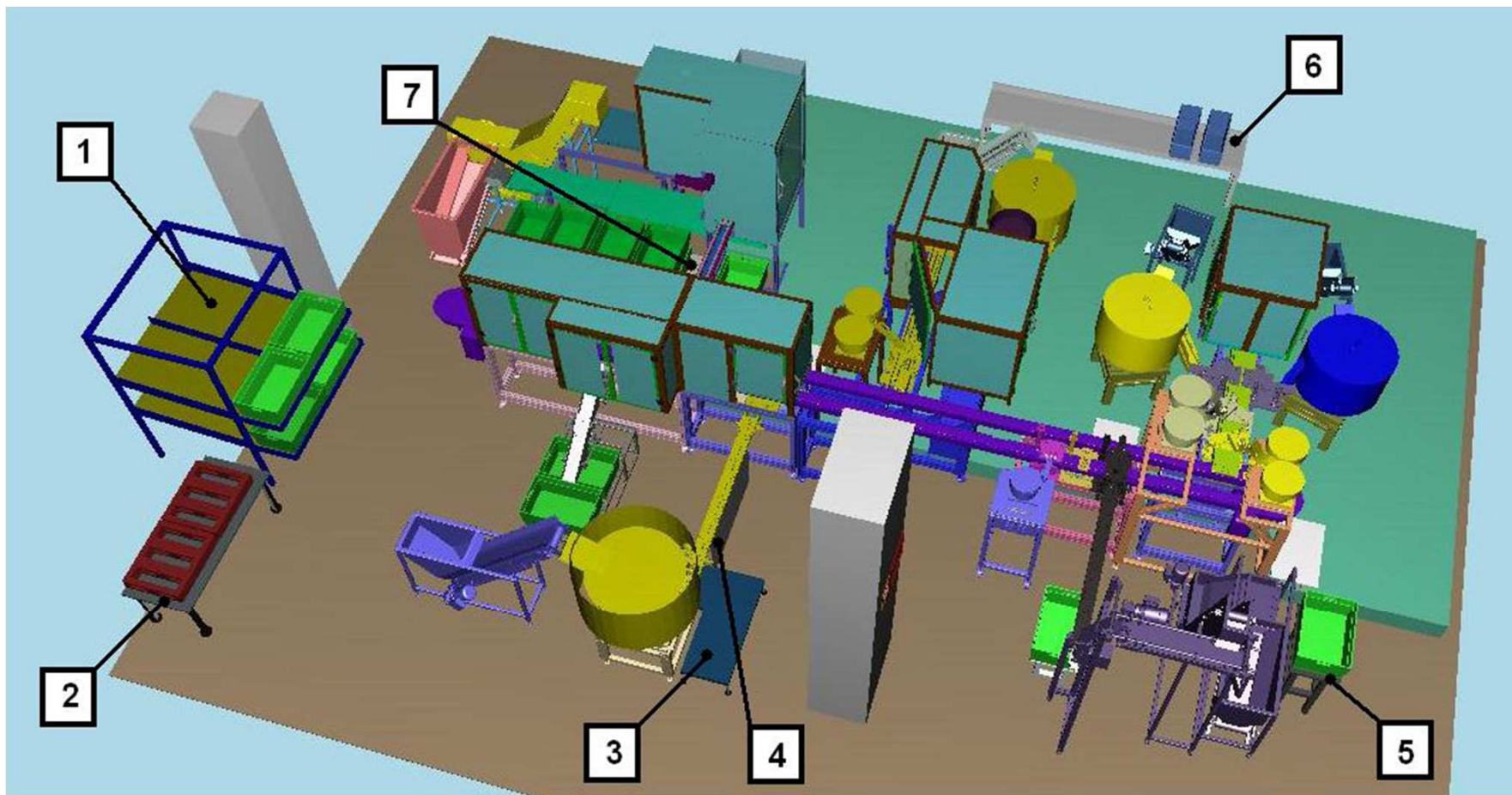
OWAS - Optimalizace - Jack



## Ergonomické studie na KVS

- Ergonomická analýza montážní linky
  - Tvorba modelu automatické montážní linky
  - Identifikování problémových oblastí linky
- Ergonomická analýza z pohledu pracovníka za podpory počítačové simulace
- Návrh opatření ke zlepšení stávajícího stavu
- Porovnání navrhovaného řešení se současným stavem
- Zhodnocení návrhu

## Ergonomické studie na KVS



1 - spádový regál, 2 - paletový stůl, 3 - stolička vršky, 4 - bránící deska  
5 - stůl spodky, 6 - stůl dutinky, 7 - stůl třmeny

## Ergonomické studie na KVS

### Navržená opatření:

Přidání pružinového paletového stolu na operaci 3

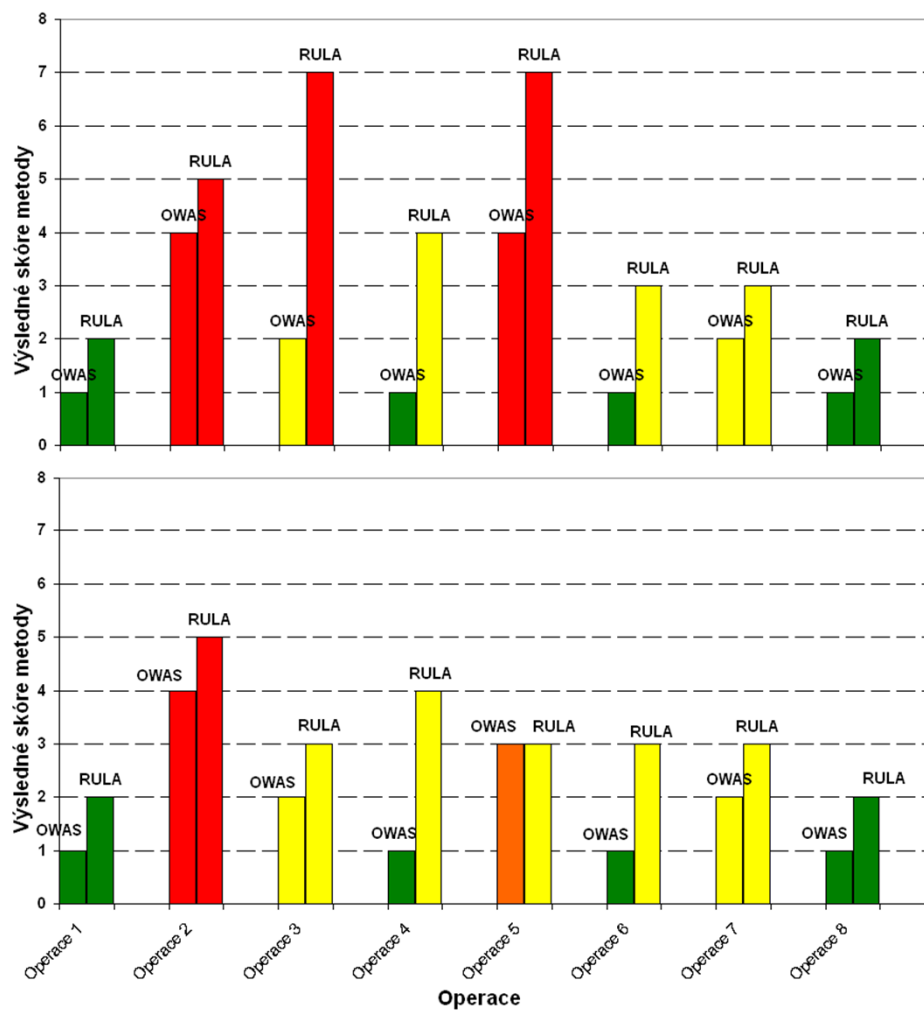
Přidání spádového regálu na operaci 5

Zvýšení výšky umístění beden pro hotové výrobky



## Ergonomické studie na KVS

Ergonomické hodnocení mon.16 metodami OWAS, RULA



## Literatura

- [1] KRÁL, Miroslav. *Pět kroků chronologického postupu ergonomického zkoumání a hodnocení v rámci pracovního systému*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2001. 27 s. ISBN 8023888749.
- [2] Interní školící materiály. Siemens Industry Software s.r.o.
- [3] HANIŠ, Pavel, Projekt aplikace metodiky EAWS ve společnosti DENSO Manufacturing Czech, s.r.o. [cit 2009/11/10]. Dostupný na WWW: [http://web.fame.utb.cz/cs/docs/Pavel\\_Hanys\\_prispevek.pdf?PHPSESSID=04d3ccc54034dbee10915866f1ad3d2e](http://web.fame.utb.cz/cs/docs/Pavel_Hanys_prispevek.pdf?PHPSESSID=04d3ccc54034dbee10915866f1ad3d2e)
- [4] IPA Slovakia: Manipulace s břemeny [online]. c2009 [cit. 2009-02-14]. Dostupný z WWW: <[http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=151](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=151)>.
- [5] LADA, O. – PLECHAČ, R.: Comparison of supermarket racks construction alternative from the view of ergonomic strain of the supplier operator: Výrobní systémy dnes a zítra. Liberec 2009. Liberec: Technická univerzita v Liberci – Fakulta strojní - Katedra výrobních systémů, 2009, ISBN 978-80-7372-541-9
- [6] HOLENDA, Miroslav. *Analýza pracovní zátěže pomocí počítačové simulace*. TU v Liberci, 2010. 48 s. Bakalářská práce. TU v Liberci.
- [7] BORŮVKA, Lukáš. Ergonomická analýza montážní linky. TU v Liberci, 2011. Diplomová práce. TU v Liberci



# Děkuji za pozornost



Tato přednáška byla inovována v rámci projektu EduCom  
CZ.1.07/2.2.00/15.0089

EduCom - Inovace studijních programů s ohledem na  
požadavky a potřeby průmyslové praxe zavedením inovativního  
vzdělávacího systému "Výukový podnik"