

***Simulácia diskretných systémov
vo výučbe na Strojníckej fakulte
STU v Bratislave***

Ing. Vladimír Jerz, PhD.

Katedra výrobných systémov



História výučby simulácie na katedre

- Simula 67
- GPSS
- SIMAN
- Witness

Súčasnosť výučby simulácie na katedre

3.ročník bakalárskeho odboru „**Strojárska výroba a manažment**“

- ▶ *informácia o možnostiach simulácie v rámci širšie koncipovaných predmetov*

2.ročník inžinierskych študijných odborov

„**Výrobné systémy s priemyselnými robotmi a manipulátormi**“ a
„**Manažment strojárskych podnikov**“

- ▶ *predmet **Simulácia diskretných systémov***
- ▶ *predmet **Aplikácie počítačovej simulácie***
- ▶ *riešenie **diplomových prác***

FESTO-Didactic

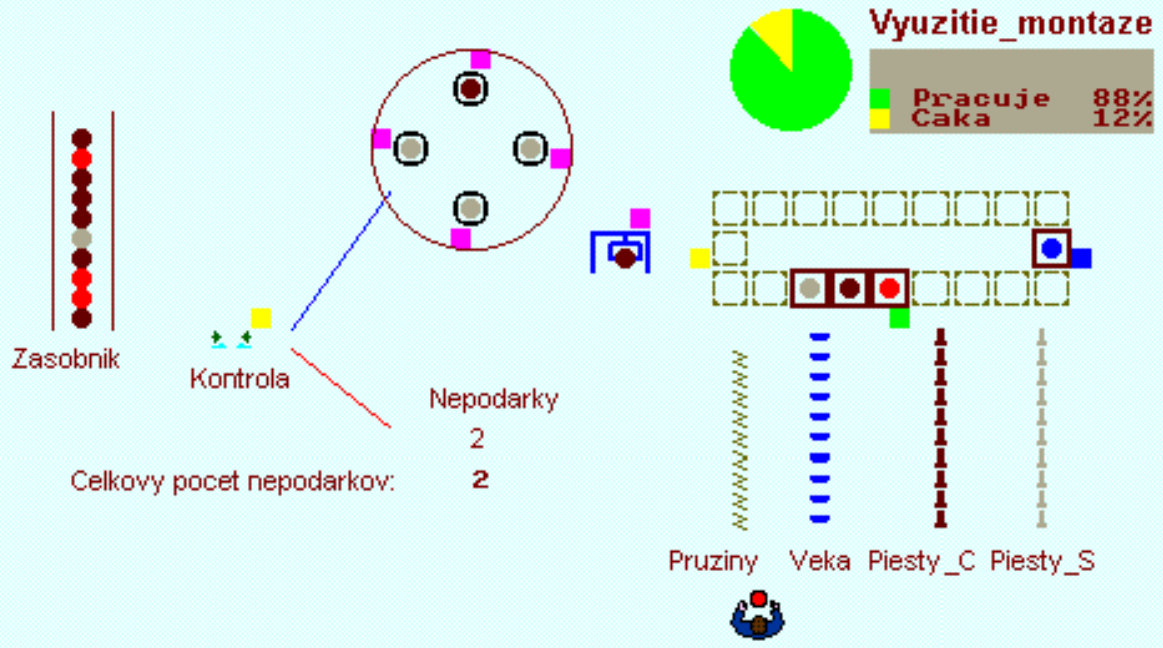
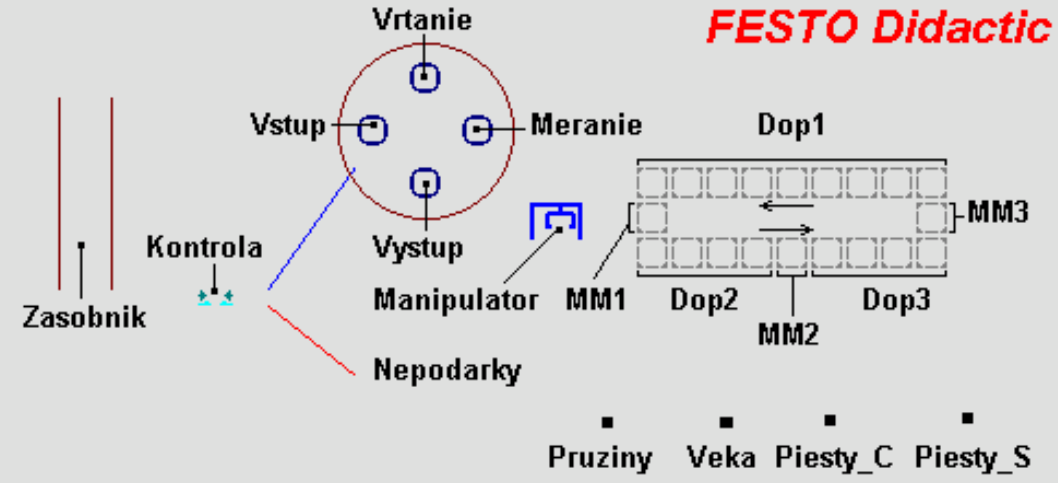
Parametrický simulačný
model na prezentáciu
možností simulácie

Simulovaný objekt

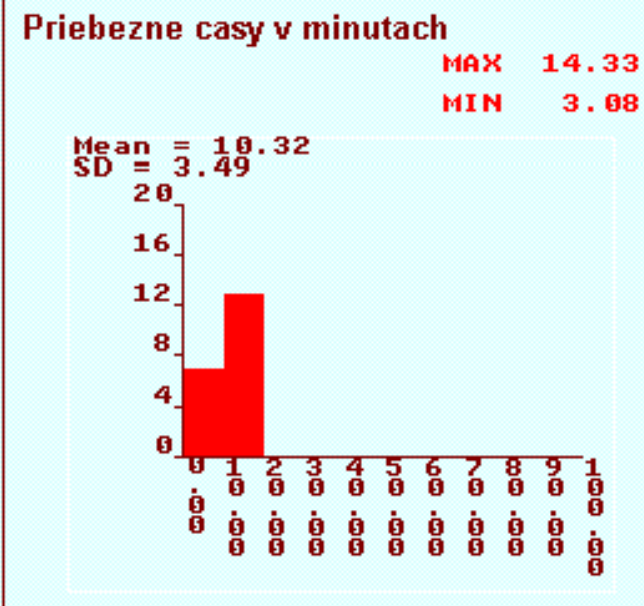
Školský modulární pružný výrobní systém FESTO-Didactic



Simulačný model



Pocet hotovych vyrobkov: 20



- Stavy strojov**
- Off Shift
 - Waiting Parts
 - Busy
 - Blocked
 - Setup
 - Broken Down
 - Wait Cycle Labor
 - Wait Setup Labor
 - Wait Repair Labor

Predmet
„Simulácia výrobných systémov“

Zadania
na cvičenia a skúšky

Príklad zadania

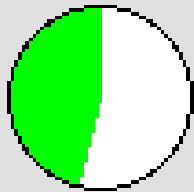
V dielni sú 3 konvenčné obrábacie stroje a má sa na nich vyrobiť 300 súčiastok. Obsluha prvého stroja postupne berie materiál na výrobu súčiastky (je k dispozícii v požadovanom množstve) obrobí ho na stroji a polovýrobok presúva na druhý stroj. Odtiaľ je po obrobení presunutý na tretí stroj a po obrobení na treťom stroji je hotová súčiastka odkladaná do debny. Medzi strojmi nie je možné vytvárať medzioperačnú zásobu. Obrábanie na jednotlivých strojoch (v poradí 1, 2, 3) trvá čas daný negatívnym exponenciálnym rozdelením so strednými hodnotami 9, 10 a 8 minút. Stroj 3 je poruchový. Poruchy sa objavujú priemerne po každých dvoch hodinách práce stroja, pričom interval bezporuchovej činnosti (nezápornej dĺžky) je daný normálnym rozdelením so štandardnou odchýlkou 70 minút. Oprava trvá 20 minút.

Úlohy:

- ☞ Zistite simuláciou, za aký čas možno požadovaný počet súčiastok vyrobiť (počet vyrobených súčiastok bude priebežne zobrazovaný na obrazovke). Zároveň zobrazujte okno, v ktorom bude čas uvedený v dňoch, zmenách, hodinách a minútach (uvažujeme trojzmennú prevádzku).
- ☞ Pomocou výsečových grafov (aj s uvedením percent) demonštrujte v akých stavoch sa jednotlivé stroje v priebehu simulácie nachádzajú.
- ☞ Ako sa zmení výrobnosť, ak by boli medzi stroje zaradené vyrovnávacie zásobníky s kapacitou 5 polovýrobkov? Oba varianty simulujte s animáciou na obrazovke paralelne. (Odporúčanie: druhý variant vytvorte klonovaním a potom ho upravte.)
- ☞ Vplyv náhodných čísiel na výsledky posúďte tak, že urobíte 3 simulačné behy s rôznymi kombináciami prúdov náhodných čísiel a výsledky porovnáte.

Simulačný model

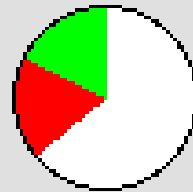
Stroj1



Uyuzitie stroja 1

| | |
|-----------|-----|
| Pracuje | 54% |
| Čaka | 0% |
| Blokovany | 46% |

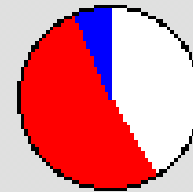
Stroj2



Uyuzitie stroja 2

| | |
|-----------|-----|
| Pracuje | 64% |
| Čaka | 19% |
| Blokovany | 17% |

Stroj3



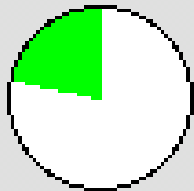
Uyuzitie stroja 3

| | |
|-----------|-----|
| Pracuje | 41% |
| Čaka | 53% |
| Blokovany | 0% |
| Porucha | 6% |

Pocet vyrobenych suciastok:

135

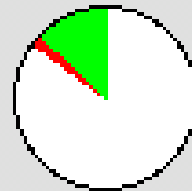
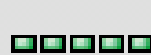
Stroj1B



Uyuzitie stroja 1

| | |
|-----------|-----|
| Pracuje | 78% |
| Čaka | 0% |
| Blokovany | 22% |

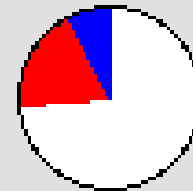
Stroj2B



Uyuzitie stroja 2

| | |
|-----------|-----|
| Pracuje | 85% |
| Čaka | 2% |
| Blokovany | 13% |

Stroj3B



Uyuzitie stroja 3

| | |
|-----------|-----|
| Pracuje | 73% |
| Čaka | 18% |
| Blokovany | 0% |
| Porucha | 8% |

Pocet vyrobenych suciastok:

201

Predmet

„Aplikácie počítačovej simulácie“

- Súbory a súbory súčiastok,
- P&F prvky,
- spoľahlivosť a opravy,
- analýza rozdelení pravdepodobnosti,
- Optimizer,
- Documentor, atď.

Diplomová práca

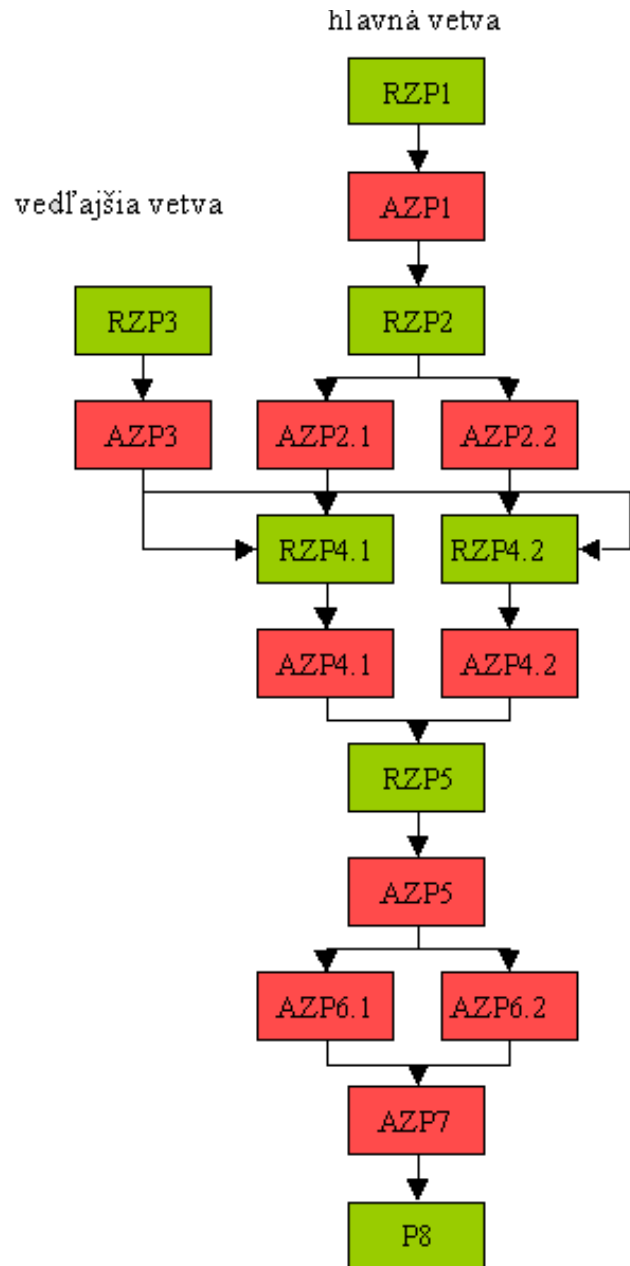
Kapacitné rozšírenie zvarovne náprav Colorado s využitím simulačného programového systému

Diplomant:

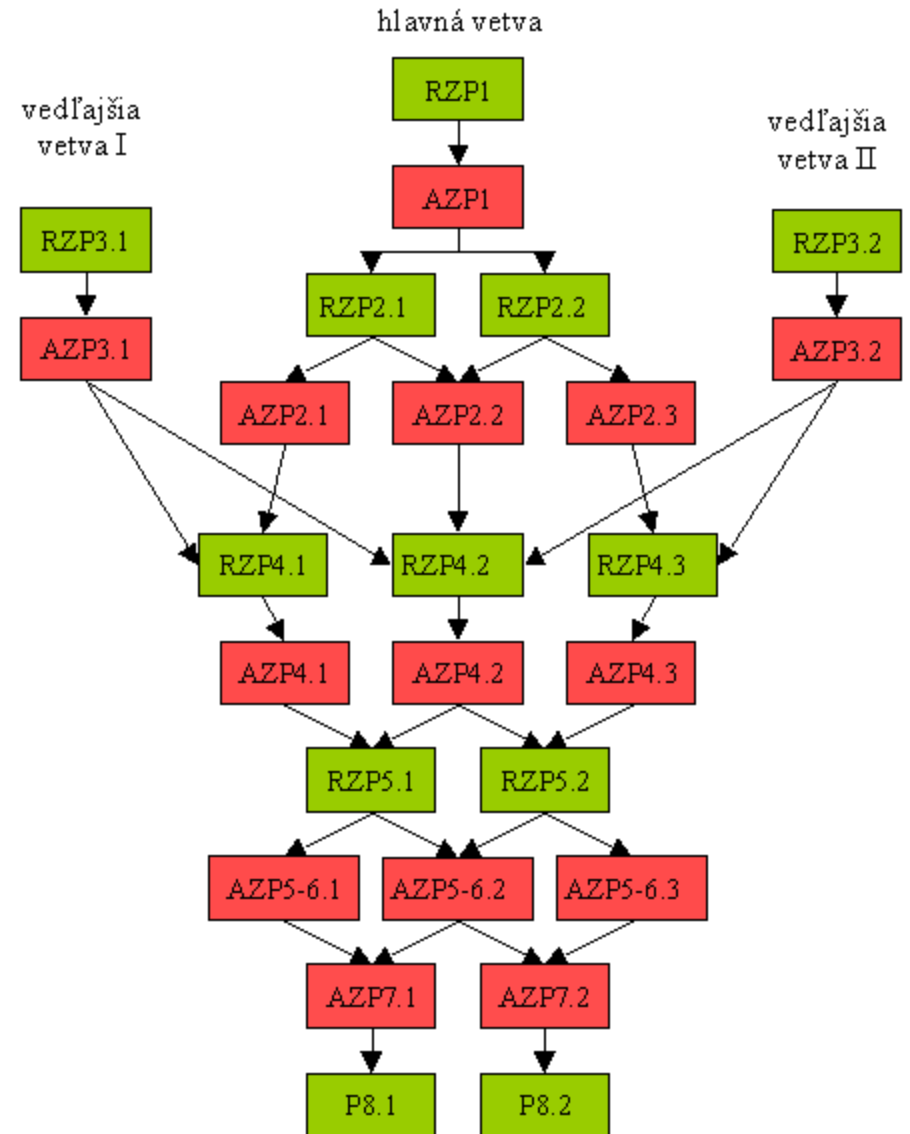
Ondrej Šalamon



Pôvodné usporiadanie

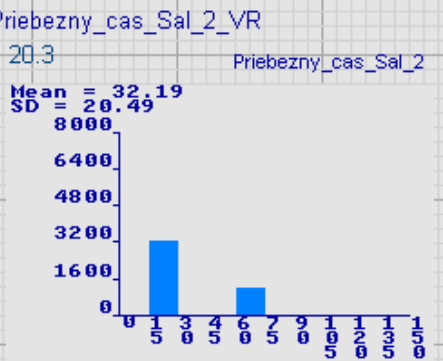
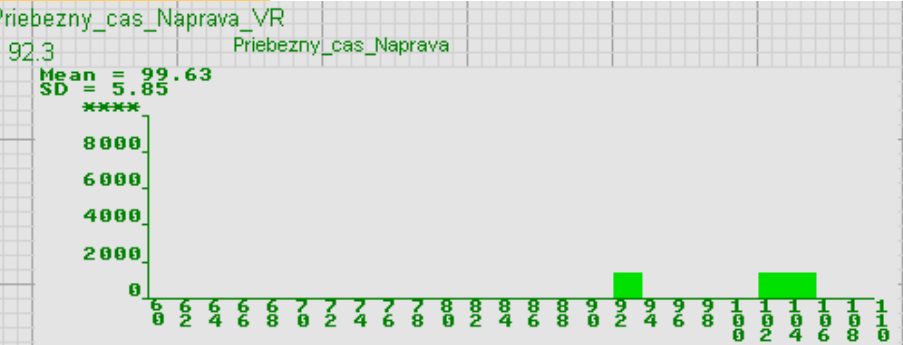


Usporiadanie – variant III



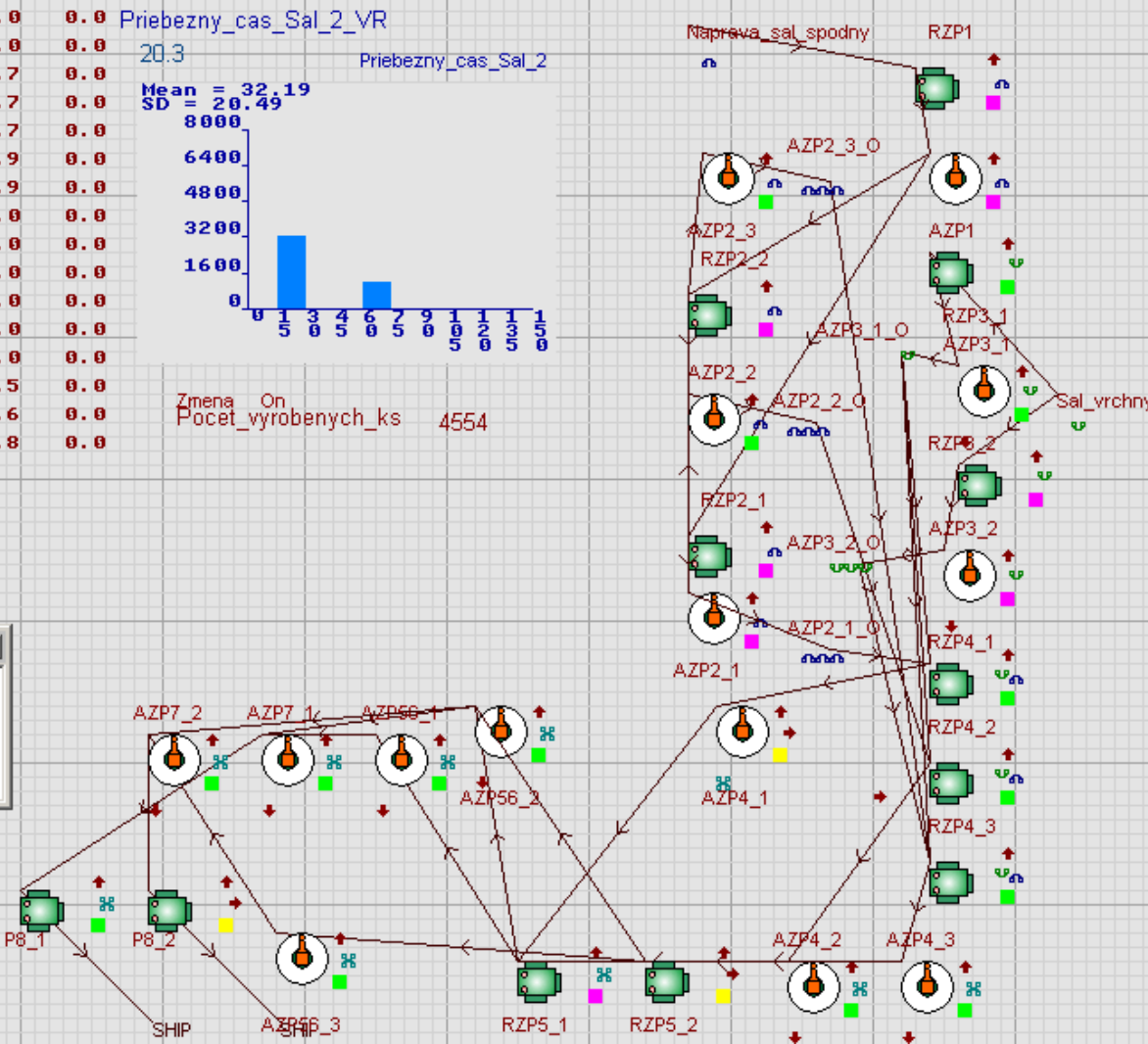
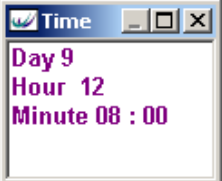
Animačná schéma simulačného modelu – variant III

| AZP_RZP | Vyuzitie | Priebežny_cas_Naprava_VR |
|------------|----------|--------------------------|
| 1 RZP1_1 | 87.5 | 0.0 |
| 2 AZP1 | 97.8 | 0.0 |
| 3 RZP2_1 | 82.2 | 0.0 |
| 4 RZP2_2 | 41.7 | 0.0 |
| 5 AZP2_1 | 90.8 | 0.0 |
| 6 AZP2_2 | 90.8 | 0.0 |
| 7 AZP2_3 | 90.9 | 0.0 |
| 8 RZP3_1 | 83.3 | 0.0 |
| 9 RZP3_2 | 30.2 | 0.0 |
| 10 AZP3_1 | 100.0 | 0.0 |
| 11 AZP3_2 | 36.2 | 0.0 |
| 12 RZP4_1 | 100.0 | 0.0 |
| 13 RZP4_2 | 100.0 | 0.0 |
| 14 RZP4_3 | 100.0 | 0.0 |
| 15 AZP4_1 | 91.7 | 0.0 |
| 16 AZP4_2 | 91.7 | 0.0 |
| 17 AZP4_3 | 91.7 | 0.0 |
| 18 RZP5_1 | 47.9 | 0.0 |
| 19 RZP5_2 | 95.9 | 0.0 |
| 20 ---- | 0.0 | 0.0 |
| 21 ---- | 0.0 | 0.0 |
| 22 AZP56_1 | 100.0 | 0.0 |
| 23 AZP56_2 | 100.0 | 0.0 |
| 24 AZP56_3 | 100.0 | 0.0 |
| 25 AZP7_1 | 95.0 | 0.0 |
| 26 AZP7_2 | 47.5 | 0.0 |
| 27 P8_1 | 93.6 | 0.0 |
| 28 P8_2 | 46.8 | 0.0 |



Zmena_On
Pocet_vyrobenych_ks 4554

Cas_vzniku_Sal_1
Cas_vzniku_Sal_2
Cas_vzniku_Naprava



Porovnanie variantov

| Variant | Súčasný stav | I | II | III |
|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Počet pracovísk RZP+AZP+P | 15 | 28 | 28 | 26 |
| Počet pracovníkov | 12 | 17 | 17 | 16 |
| Výrobná kapacita za zmenu | 297 ks | 446 ks | 446 ks | 446 ks |
| Priebežný čas výroby (str. hodnota) | 128 min | 124 min | 119 min | 125 min |
| Celkové využitie pracovnísk VS | 87,5 % | 79,7 % | 79,7 % | 82 % |
| Zabraná plocha | 910 m² | 1350 m² | 1420 m² | 1300 m² |
| Náklady na prestavbu | - | vyššie | nižšie | vyššie |
| Dopravné aspekty (cesty zariadení MD) | bez kríženia | kríženie | bez kríženia | kríženie |

Ďakujem za pozornosť!

