



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

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projektování výrobních systémů

František Manlig
Technická univerzita v Liberci



Výrobní systémy II – 5. 3. 2013

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



Cíle přednášky + workshopu

1. Seznámit s jednotlivými etapami návrhu výrobního systému.
2. Detailně rozebrat postup zpracování kapacitních propočtů.
3. Procvičit postup stanovení počtu potřebných pracovišť a pracovníků.

Projektování výrobních systémů

Ucelený návrh výrobního systému, tj. efektivní propojení subsystémů:

- přímé výroby a montáže
- materiálového toku
- informačního toku
- pracovníků.

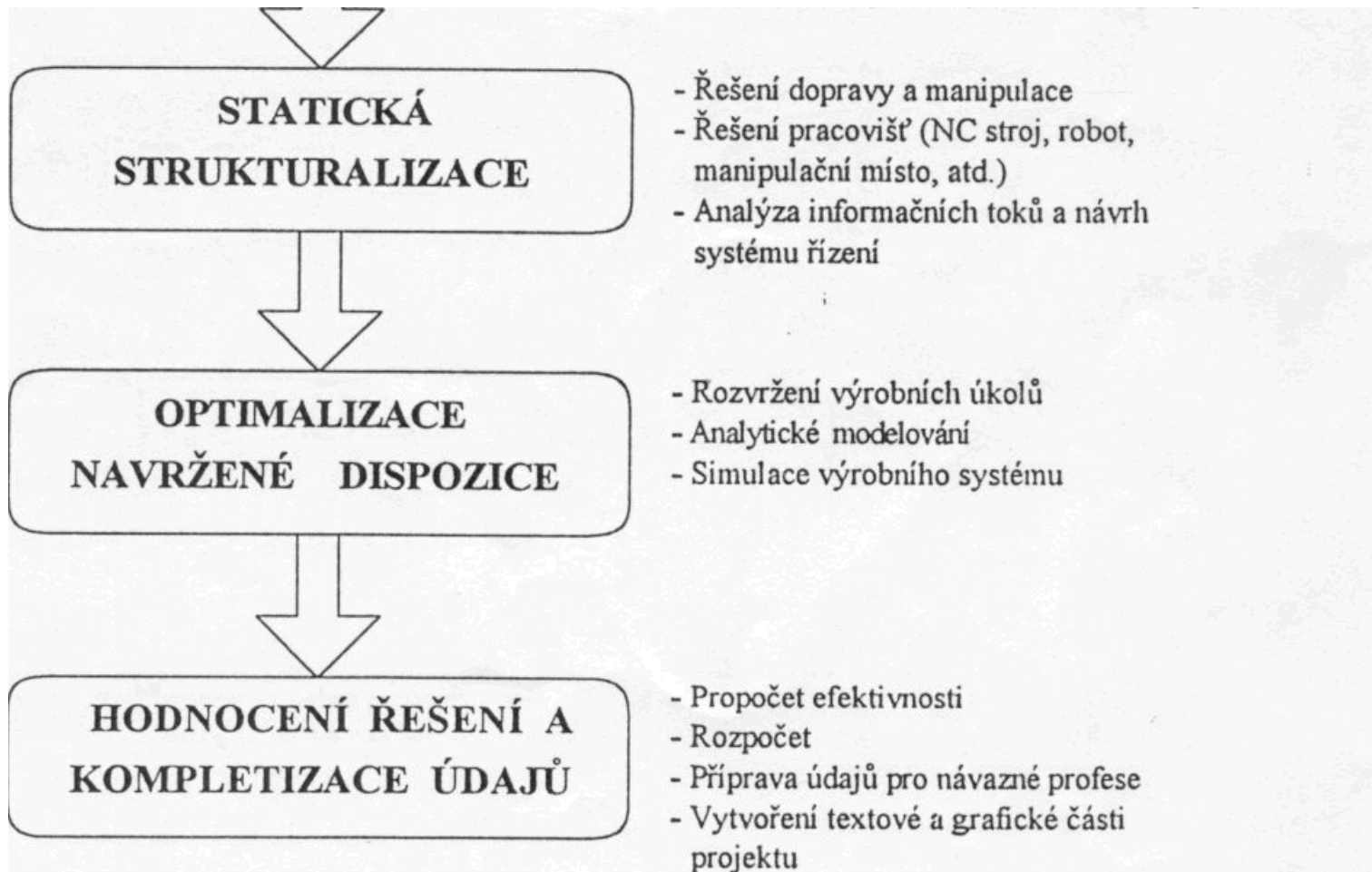
Nové přístupy:

- dynamické projektování
- důraz na organizaci a řízení
 - integrace okolí.

Základní etapy projektování - 1



Základní etapy projektování - 2



Zásady manipulace s materiálem

přímé a nejkratší dopravní cesty
vyloučení zbytečných manipulací s materiálem
(zmenšení objemu manipulačních výkonů)
rytmičnost, nepřetržitost a plynulost
(sladění materiálu a technologických zařízení)
vytvoření vhodných pracovních podmínek
(hygiena + bezpečnost práce)

Analýza materiálového toku

6 základních požadavků:

P - výrobek (produkt), co se bude dopravovat?

Q – množství (sériovost a opakovatelnost)

R – technologie (kam se bude dopravovat?)

T – čas, termíny (kdy se bude rozmisťovat a jak dlouho?)

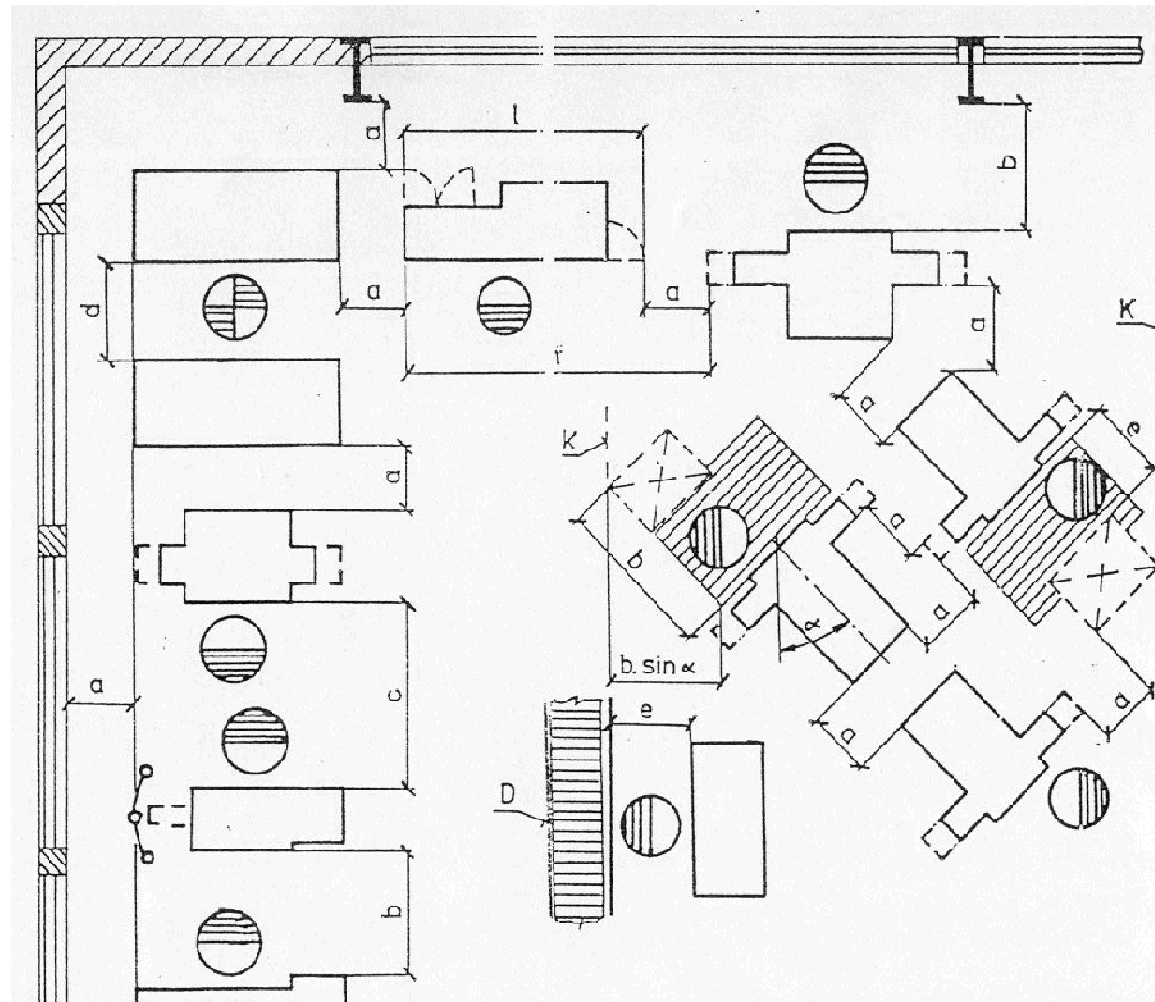
S – služby (pomocí čeho?) – manipulační prostředky

N – náklady (co to bude stát?)

Detailní dispozice

- Šířka mezi stroji (komunikace)
- Vzdálenost od stěny
- Rozteče sloupů
- Zatížení podlahy, povrch podlahy
- Rozvody elektřiny, vzduchu, ...
- Požadavky ergonomie (odstranění psychické + fyzické únavy, tj. monotónního namáhání,...):
 - materiál i nářadí v dosahu
 - jednoduché a snadné uchopení
 - práce v nejvhodnější poloze těla
 - jednoduché pohyby
 - podmínky pohody na pracovišti

Minimální vzdálenosti strojů - 1 (Němec)

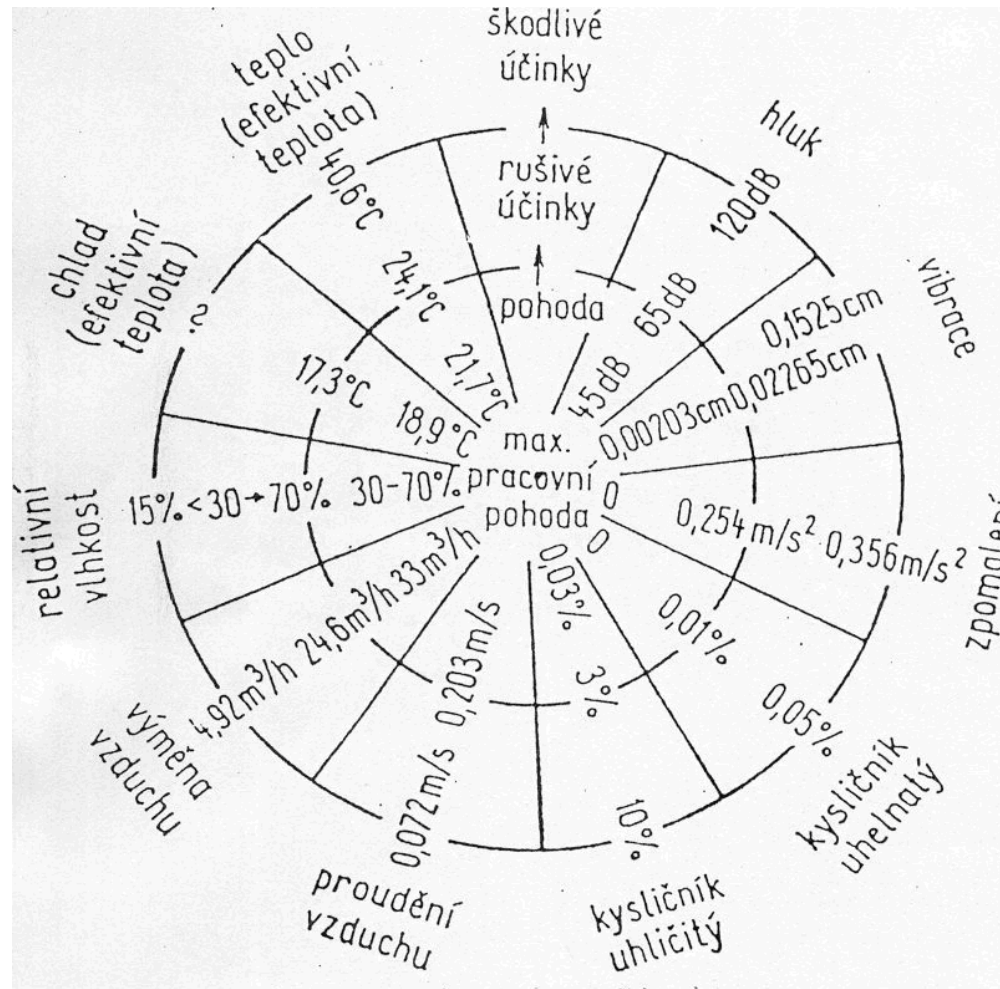


Minimální vzdálenosti strojů - 2 (Němec)

Rozměr	Význam	Minimální vzdálenosti (mm) u strojů o půdorysné ploše		
		do 2 m ²	do 8 m ²	přes 8 m ²
a	obslužné průchody	600	900	1 200
b	prac.a manip.místa - 1 str.obsł.	1 400	1 600	2 000
c	: "- "- "-	2 000	2 500	3 000
d	: "- "- 2 str.obsł.	1 300	1 500	-
e	pracovní místa	800	900	1 000
f	rozteč strojů	min 1 500	1 + a	1 + a

l - největší délka stroje, D - dopravník; K - obrys komunikace; vzdálenosti se upravují (zvětšují) podle konkrétní situace

Oblast „pohody“ na pracovišti (Zelenka)



Kapacitní propočty

Kapacitní propočty

- 1/ *Určení kapacitní potřeby:
počet pracovišť,
pracovníků (výrobních i nevýrobních)
i potřebných ploch.***
- 2/ *Stanovení výrobních možností:
kapacity výrobních zdrojů***

Počet pracovišť

Potřebný čas

$$Ps_{\text{teor.}} = \frac{\text{Potřebný čas}}{\text{Fond času}}$$

Stanovení výrobních ploch

$$F_v = F_s + F_r \text{ [m}^2\text{]}$$

F_s – plocha strojních pracovišť

F_r – plocha ručních pracovišť

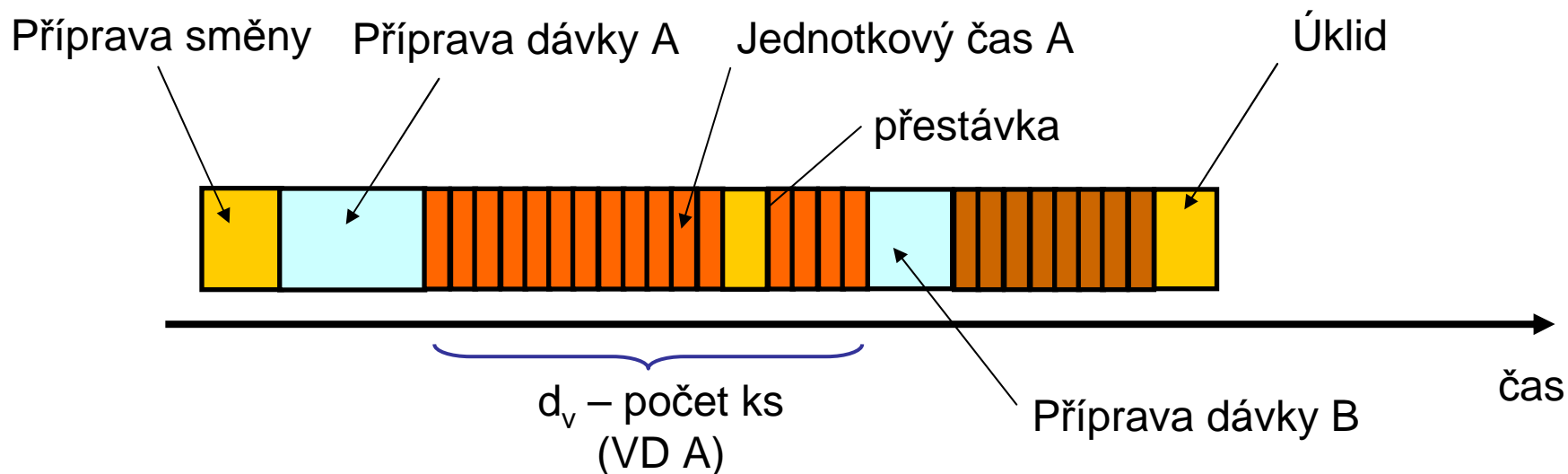
+ prostor pro: obsluhu,

manipulaci,

obrobky,

nářadí, ...

Potřebný čas k výrobě



$$\Sigma t_C + \Sigma t_B + \Sigma (t_A * d_v)$$

t_A čas jednotkový

t_B čas dávkový

t_C čas směnový

Potřebný čas k výrobě

$$H_n = T_{AC} + T_{BC} \text{ [Nhod/rok]}$$

$$T_{AC} = \frac{t_{AC} * Q}{60}$$

$$T_{BC} = \frac{t_{BC} * p_d}{60}$$

Q	počet kusů
pd	počet výrobních dávek
t _{AC}	čas jednotkový s přírážkou času směnového
t _{BC}	čas dávkový s přírážkou času směnového

Potřebný čas k výrobě

čas jednotkový s přírážkou času směnového

$$t_{AC} = k_C * t_A$$

čas dávkový s přírážkou času směnového

$$t_{BC} = k_C * t_B$$

k_C – koeficient směnového času

směnový čas - příprava na začátku směny - t_{C1}

- osobní potřeby, oddech - t_{C2}

- zahřátí přesných OS - t_{C3}

Výrobní dávka:

***„... soubor součástí zadávaných do výroby
nebo odváděných najednou,
zpracovávaných v těsném časovém sledu
nebo současně na určitém pracovišti
s jednorázovým vynaložením nákladů
na přípravu a zakončení příslušného
procesu.“ (Líbal)***

Výpočet velikosti VD

- 1/ výpočet min. VD
- 2/ výpočet optimální VD
- 3/ výpočet podle prof. Straky
- 4/ D. Alt/S. Heuser
- 5/ ...

1 – výpočet min. VD

Velikost výrobní dávky (minimální výrobní dávka - „orientační“)

$$d_V = \frac{t_{BC}}{a * t_{AC}}$$

hromadná výroba:	$a = 0,02 - 0,05$
Středně sériová výroba:	$a = 0,03 - 0,08$
malosériová výroba:	$a = 0,05 - 0,12$

2 – výpočet optimální VD

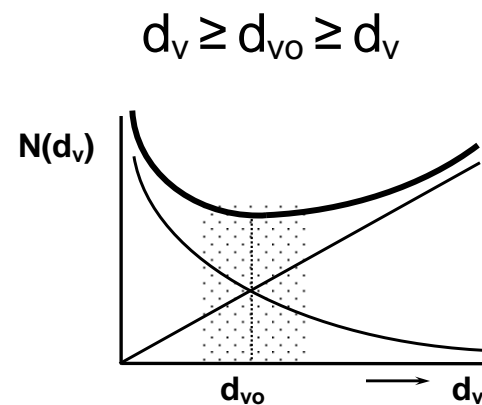
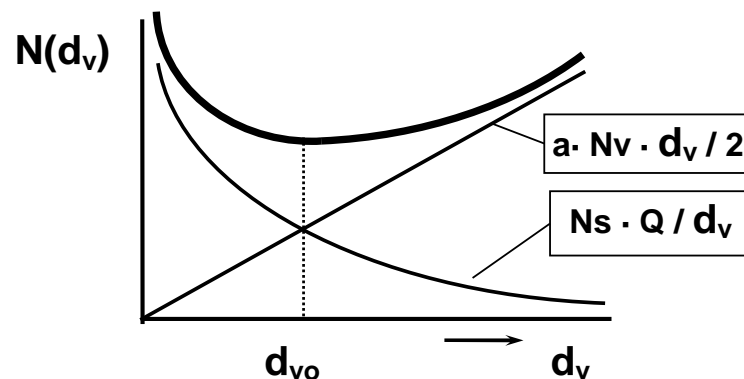
Velikost výrobní dávky (optimální výrobní dávka - „ekonomická“)

$$d_{vo} = \sqrt{\frac{(2 \cdot Q \cdot N_s)}{a * N_v}}$$

- Q objem výroby
- N_s náklady na seřízení dávky
- N_v náklady na výrobu 1 kusu
- a roční náklady na skladování (%)

výpočet optimální/ekonomické VD

Náklady na zásoby a seřízení



Velikost výrobní dávky ovlivňuje řada aspektů, např. velikost balení, velikost zakázky,...

Potřebný čas k výrobě

$$H_n = T_{AC} + T_{BC} \text{ [Nhod/rok]}$$

$$H_n = \Sigma (p_{di} * (t_{BCi} + t_{ACi} * d_{vi}))$$

Počet výrobních dávek

$$p_d = \frac{Q}{d_v}$$

Fond času

$$F_{VS} = d * h * s * k$$

d – počet dní

h – počet hodin ve směně

s – směnnost

k – koeficient na opravy

Počet pracovišť

$$P_{s_{\text{teor.}}} = \frac{\text{Potřebný čas}}{\text{Fond času}}$$

$$P_{s_{\text{teor.}}} = \frac{\sum (p_{di} * (t_{BCi} + t_{ACi} * d_{vi}))}{d * h * s * k}$$

Počet pracovišť

$$Ps = \frac{Ps_{\text{teor.}}}{\alpha}$$

α – koeficient překračování norem

$$\text{Využití} = \frac{Ps_{\text{teor.}}}{Ps_{\text{skut.}}}$$

Workshop

Využití kapacitních propočtů při návrhu výrobního systému

Samostatná práce studentů

1. Sběr a analýza vstupních dat.
2. Stanovení velikosti výrobní dávky
 - orientační výpočet velikosti minimální výrobní dávky,
 - stanovení velikosti výrobní dávky s přihlédnutím k daným výrobním omezením.
3. Určení počtu pracovišť a pracovníků.

Doporučená literatura

- [ALT-93] Alt, D. ; Heuser, S.: Schlanke Lose. AV 30 (1993) 2, s. 57-59
- [KOL-09] Kol.: Koncepčné projektovanie. www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=75
- [KRA-56] Kramer, B.; Bolze, K.; Schrogl, F.: *Organisace a ekonomika průmyslové výroby*. SPN Praha 1956
- [LÍB-79] Líbal, V. a kol.: *Organisace a řízení výroby*. SNTL Praha 1979
- [NĚM-90] Němec, V.: *Navrhování a výstavba strojren I*. ČVUT Praha, 1990
- [WAR-00] Warnecke, H.-J.; Košturiak, J.; Debnár, R.; Gregor, M.; Mičieta, B.: *Fraktálový podnik*. Žilina: Slovenské centrum produktivity 2000.
- [VIG-84] Vigner, M.: *Projektování výrobních systémů*. ČVUT Praha, 1984
- [VĚCH-82] Věchet, V.: *Technologické projekty*. VŠST v Liberci, 1982
- [ZEL-99] Zelenka, A.; Preclík, V.; Haninger, M.: *Projektování procesů obrábění a montáží*. ČVUT Praha 1999
- [ZEL-95] Zelenka, A.; Král, M.: *Projektování výrobních systémů*. ČVUT Praha, 1995
- [ZEL-95] Zelenka, A.: *Základy technicko-organizačního uspořádání pracovišť ve strojírenství*. Educa, Praha 1999

semestrální a diplomové práce studentů oboru „Výrobní systémy“

Děkuji za pozornost



Přednáška a workshop byly inovovány 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"