



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



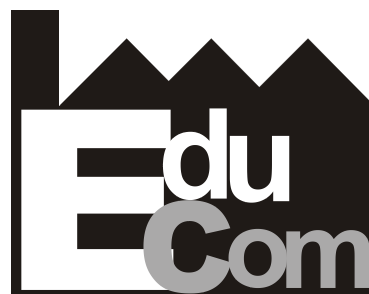
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

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

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Analýza a měření práce

Jan Vavruška
Technická univerzita v Liberci



EDUCATION COMPANY

Výrobní systémy II

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

TU v Liberci



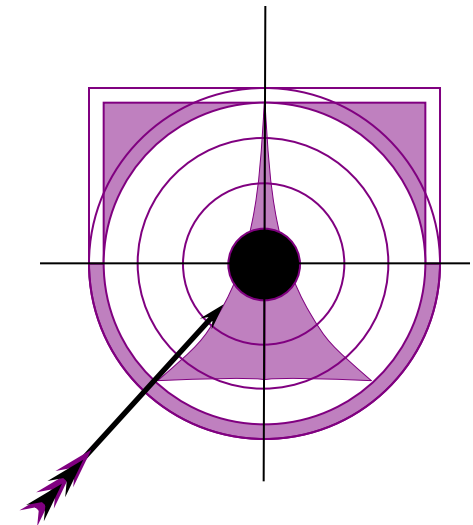
PRECIOSA



Co je analýza a měření práce

Metodi na měření práce jsou systematické postupy záznamu a analýzy způsobu vykonávání práce, tak aby mohl být odhalen potenciál na zlepšení

- Základní znalost průmyslového inženýra
- Nastroj na odhalení a odstranění neefektivnosti při vykonávání práce
- Systematické přezkoumávání pracovních postupů s cílem zlepšit efektivnost



Proč analyzovat a měřit práci?

- Zvyšování produktivity při malých nákladech
- Definovat časové normy
- Zvýšení bezpečnosti na pracovišti
- Úspory jsou viditelné ihned
- Relativně snadné použití a implementace
- Výbornou zbraní na neefektivnost – kvantifikace plýtvání

Studium práce

Studium práce

Studium metod

Efektivnější využití materiálu, prostoru, strojů a pracovníků

Měření práce

Lepší plánování a řízení, základna pro systém odměňování pracovníků

**VYŠŠÍ
PRODUKTIVITA**

Studie metod práce = analýza práce

- Získávání informace o pracovních procesech, které jsou následně analyzovány s cílem objevit plýtvání
- Cílem je nalézt nejlepší cestu jak dělat požadované činnosti
- Přispívá k dosažení vyšší produktivity prostřednictvím eliminace plýtvání

Měření práce

- Aplikace technik pro určení času potřebného na vykonání specifické práce kvalifikovaným dělníkem na definované úrovni výkonu
- Slouží především pro účely normování práce
- Jsou zpravidla podkladem pro racionalizace pracovních procesů

Historie

- 16. stol.
 - První záznamy o pokusech měřit čas potřebný k práci
- 1880
 - Založena American Society of Mechanical Engineers (zabývající se problematikou zvýšení výkonu dělník)
- 1885
 - F. W. Taylor má přednášku na téma "Soustava kusové sazby, krok k vyřešení dělnické otázky".
 - První aplikace časových studií
- začátek 19. stol.
 - Frank Bunker a Lilian Gilbrethovi vytvořili první pohybové studie
 - Hypotéza: Každou operaci lze rozdělit na základní prvky - pracovní pohyby (therbligy)
 - Definovali 17 therbligů + odpočinek
 - Stanovili řadu pravidel, jak kombinacemi therbligů sestavit pracovní operaci, oproštěnou od zbytečných pohybů
 - Základy moderních pohybových studií

Historie

- 20 léta 20 stol.
- Henry Ford se zabývá formami organizace a řízení výrobního procesu » Toto období je ve znamení: proudové organizace výroby, vysoké specializace pracovníka i pracoviště, regulace pracovního tempa, úplného oddělení obslužných operací
- V Evropě se začínají vytvářet ucelené systémy organizace, normování a odměňování práce (německá **REFA**)
- 1920 Na základě úsilí kolektivu vědců okolo Stanislava Špačka byla v Praze založena Masarykova akademie práce, zabývající se problematikou lidské práce
- 1924 Mezinárodní kongres pro vědecké řízení v Praze
- 20-30 léta 20. století
- **Tomáš Baťa** - Samostatné dílny, Úsporné programy, Princip seniority, Baťova škola práce, Sociální systém, Zaměstnanecká banka

Historie

- 30/40 léta 20. stol
 - V organizaci práce se začínají uplatňovat poznatky z oblasti fyziologie práce, psychologie práce a hygieny práce, formuje se ergonomie
- 1948
 - Harold B. Maynard představuje veřejnosti metodu MTM, založenou na kombinaci časových a pohybových studií, tzv, systém předem určených časů. MTM je založeno na časech získaných z filmových záznamů ve 40, letech
- 1967
 - Švédská pobočka firmy **MAYNARD** vyvíjí principiálně nový systém předem určených časů - **MOST**. Metody, která vychází prvotně ze statistiky
Autorem **MOSTu** je fin **Kjell Zandin**

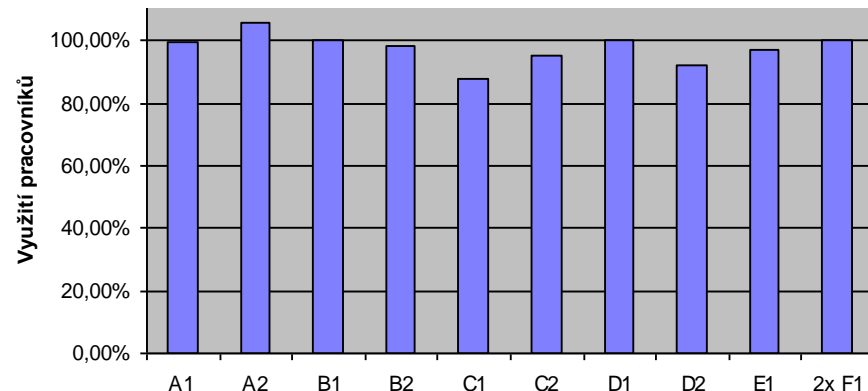
Jak postupovat při analýze práce

- **Vyberte** – práci, která má být zkoumána (úzké místo)
- **Zaznamenejte** – vypovídající fakta o této práci
- **Přezkoumejte** – způsobem jakým je práce vykonávána
- **Navrhňte** – praktičtější, hospodárnější a ekonomičtější metodu jak práci vykonávat
- **Zhodnoťte** – různé alternativy pro zlepšení vykonávané práce
- **Definujte** – novou metodu
- **Zaveďte** – novou metodu
- **Udržujte** – nový stav, kontrolujte jako prevenci proti návratu k původnímu stavu

Jak naložit s neefektivitou?

□ 4 stádia zlepšování procesů na základě analýzy a měření práce

- Zjednodušit, zlepšit
- Přeuspořádat
- Spojit
- Eliminovat



Posuzování aktivit

- CO** - má být činností dosaženo?
 - Proč je tato činnost potřebná?
- KDE** – má být činnost vykonána?
 - Proč právě zde?
- KDY** – má být vykonána?
 - Proč právě v tuto dobu?
- KDO** – má činnost vykonávat?
 - Proč právě tento pracovník?
- JAK** – má být činnost vykonávána?
 - Proč právě tímto způsobem?

ÚČEL

MÍSTO

SEKVEN

CE

OSOBA

ZPŮSOB

Metody pro analýzu práce

- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
 - Sankeyho diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

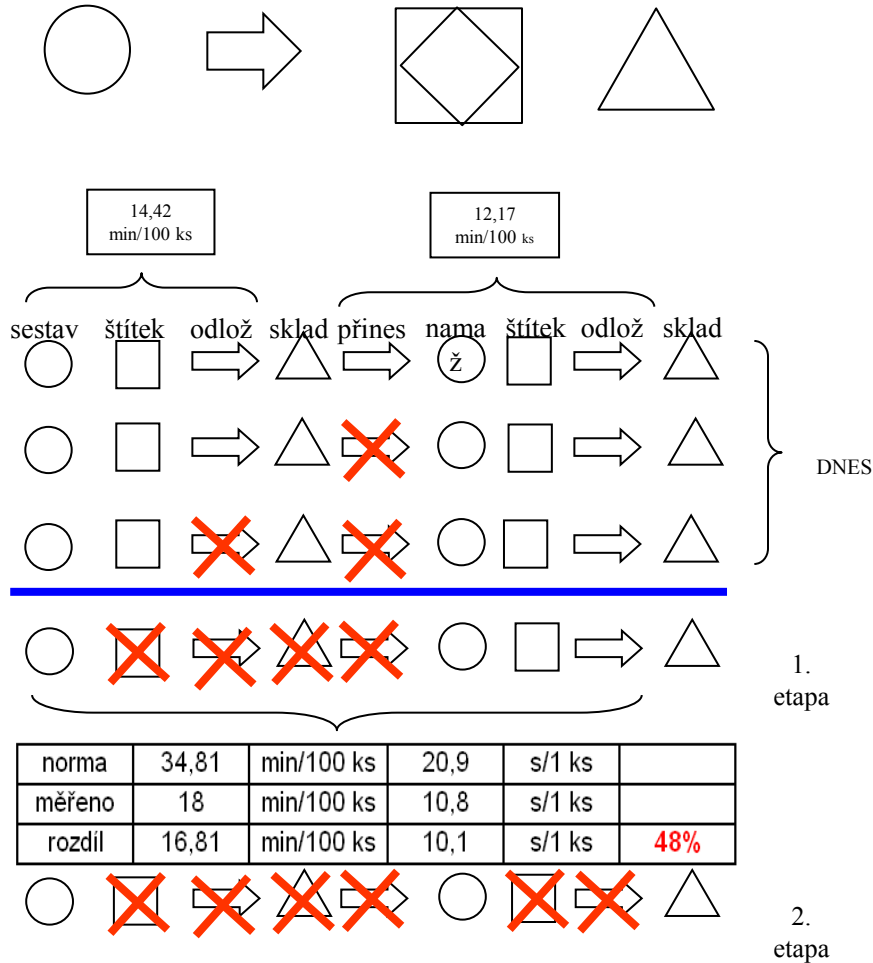
Procesní diagram (analýza)

- Slouží k popisu účinnosti a výkonnosti procesů obsahující větší podílem přesunů, čekání a překážek
- Účinná pro popis výroby procházející několika dílčími procesy
- Účinná pomůcka při tvorbě a inovaci layoutu

POSTUP

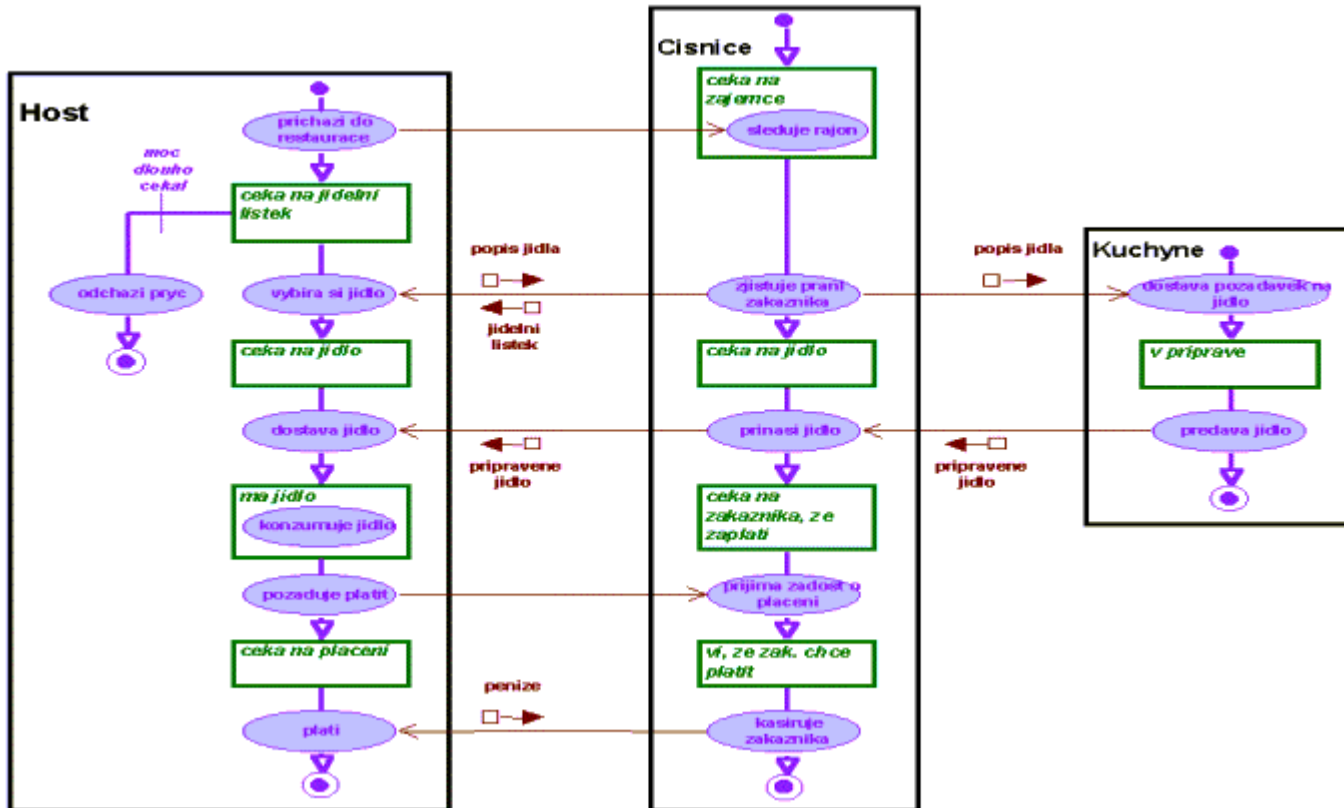
- Předběžná studie
- Analýza toku
- Záznam relevantních informací
- Analýza současného stavu
- Plán zlepšení
- Implementace a hodnocení
- Standardizace

Symbyly procesní analýzy



č.	činnost	operace	transport	kontrola	skladování	čekání	vzdálenost (m)	doba trvání(min)	počet pracovníků
1	Vykládka kamionu - příjem zboží	○						0,25	0,5
2	transport		→				10		
3	skladování				△			7689	
4	transport		→				8		
5	skladování				△			456	
6	transport		→				35		
7	soustružení	○						4,7	1
8	transport		→				26		
9	skladování				△			1211	
10	transport		→				10		
11	frézování	○						3,6	1
12	transport		→				12		
13	skladování				△			3456	
14	transport		→				36		
15	montáž	○						5,2	0,5
16	transport		→				2		
17	skladování				△			1456	
18	transport		→				5		
21	skladování				△			457	
22	kontrola (100%)			⊠				1,5	1
	transport		→						
	skladování				△				
	balení, expedice	○							1
Celkem: - četnost		5	10	1	7	0			5
- součet času (min)								14740,25	
- vzdálenost (m)							144		

Procesní diagram

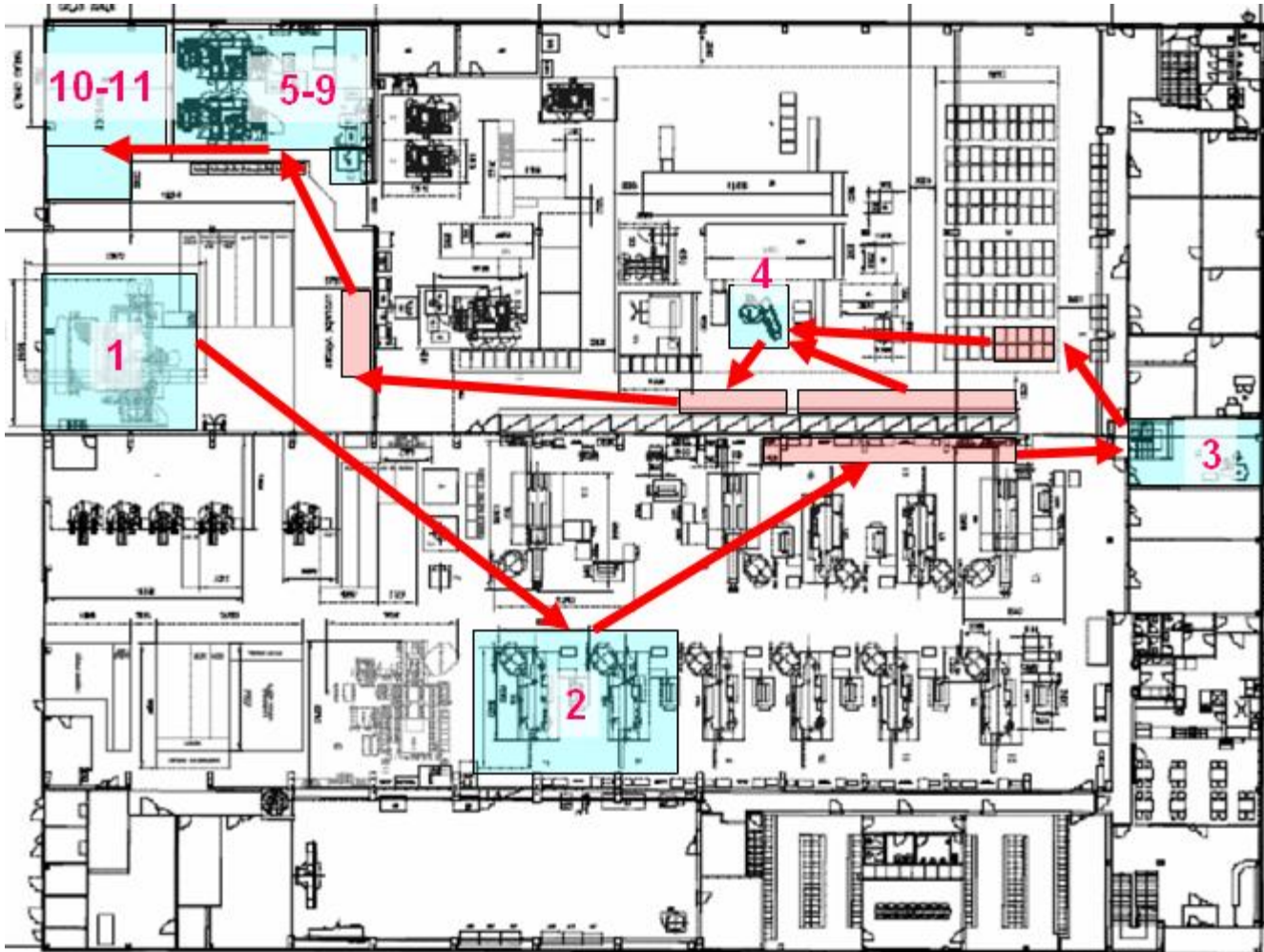


http://www.grada.cz/dokums_raw/usn/borm_diagram.gif

Metody pro analýzu práce

- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
 - Sankeyho diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

Nitkový diagram



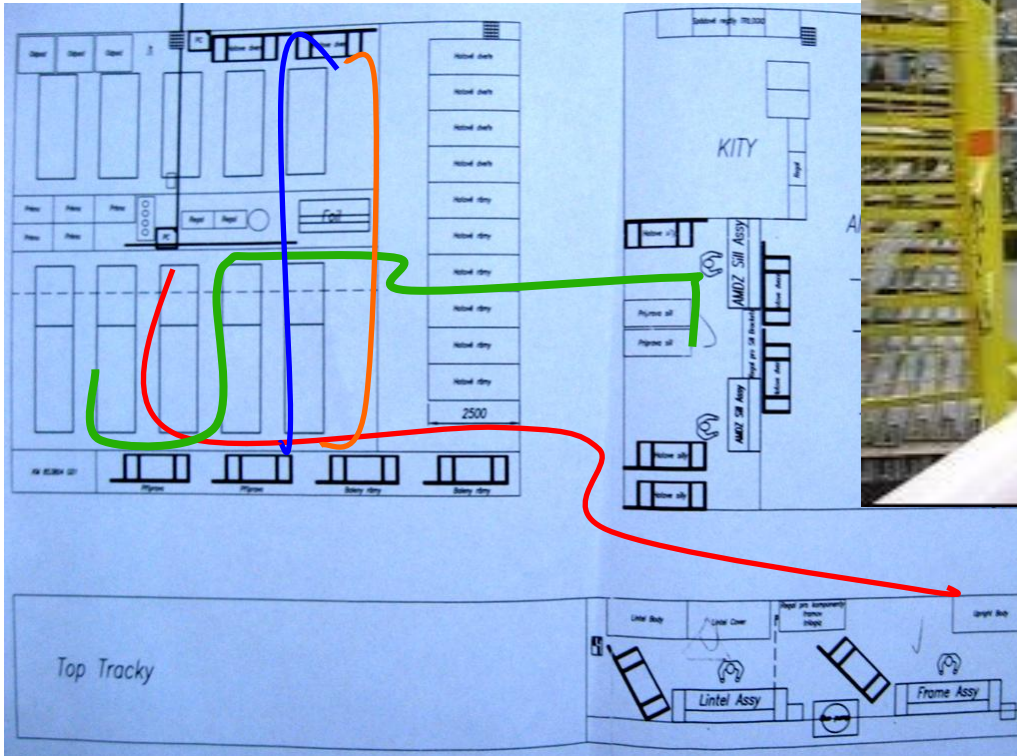
Špagetový diagram

- ☞ Zachycuje pohyb pracovníka nebo materiálu v určitém časovém období
- ☞ Do layoutu pracoviště se zakresluje jeho veškerý pohyb za daný časový úsek
- ☞ Tento způsob analýzy je často uskutečňován společně s se snímkováním průběhu práce. Odhalí tak množství chůze mimo pracoviště a může být dobrým podkladem pro inovaci Layoutu
- ☞ Díky špageti diagramu jednoduše vizualizujeme prostor, ve kterém se operátor pohybuje

Metody pro analýzu práce

- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
 - Sankeyho diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

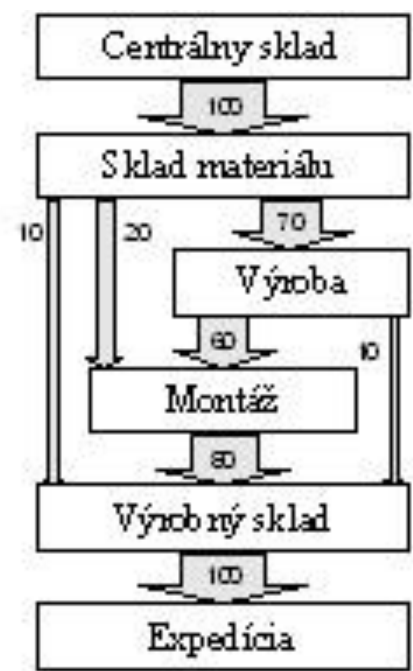
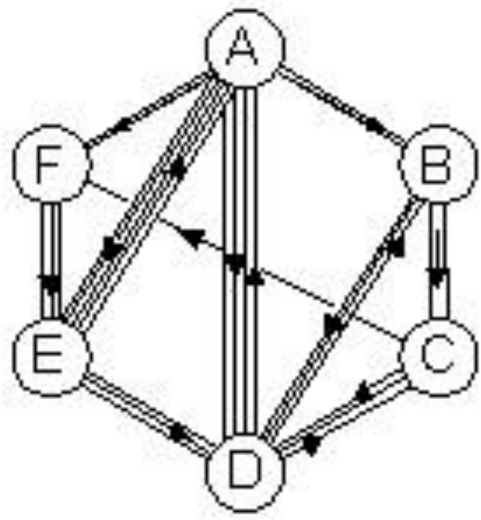
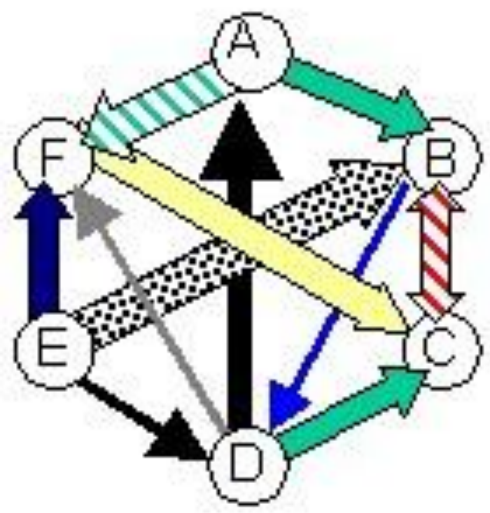
Spaghetti diagram



Metody pro analýzu práce

- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
 - Sankeyho diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

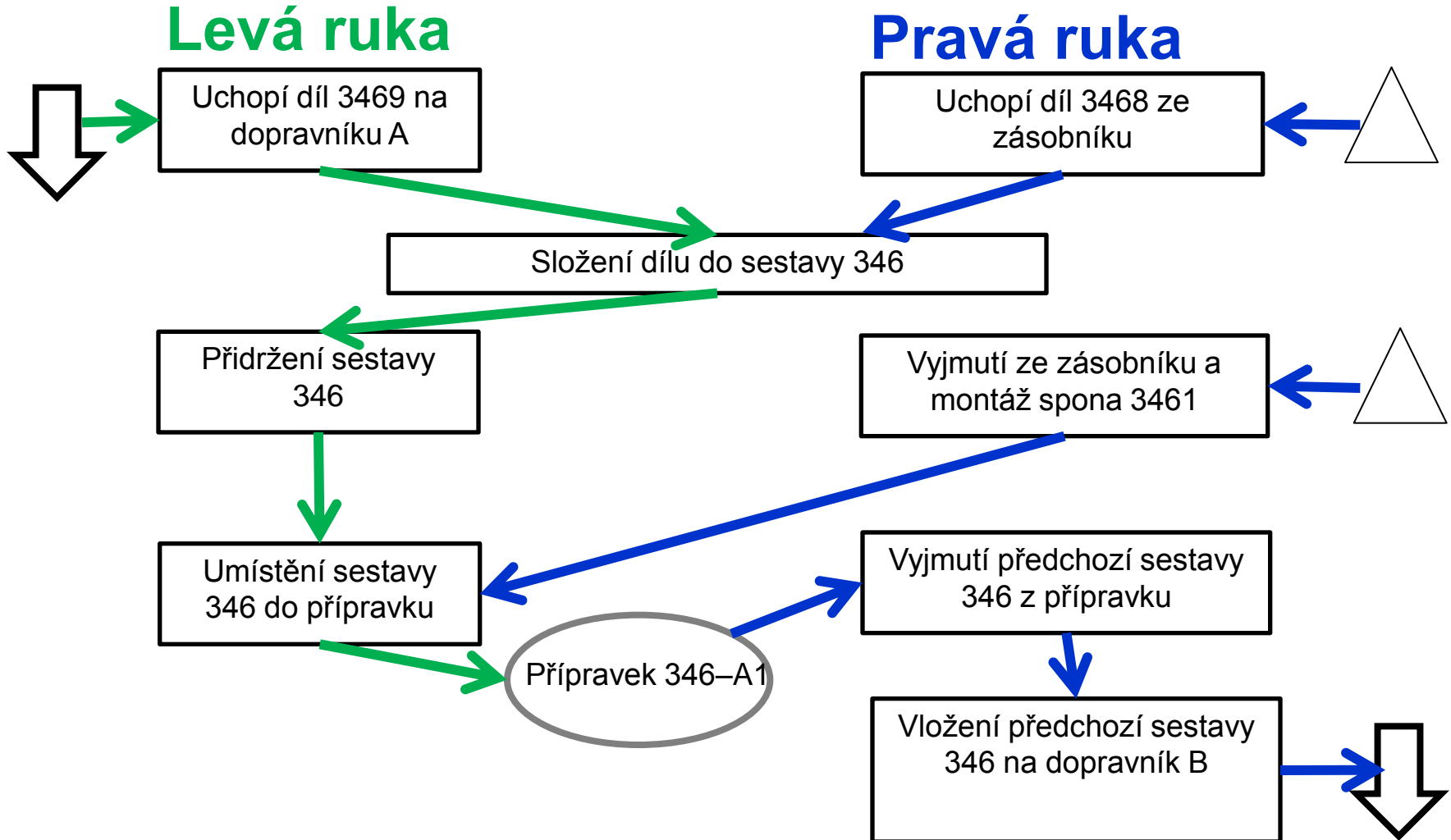
Sankeyho diagram



Metody pro analýzu práce

- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
 - Sankeyho diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

Diagram obouřučných činností



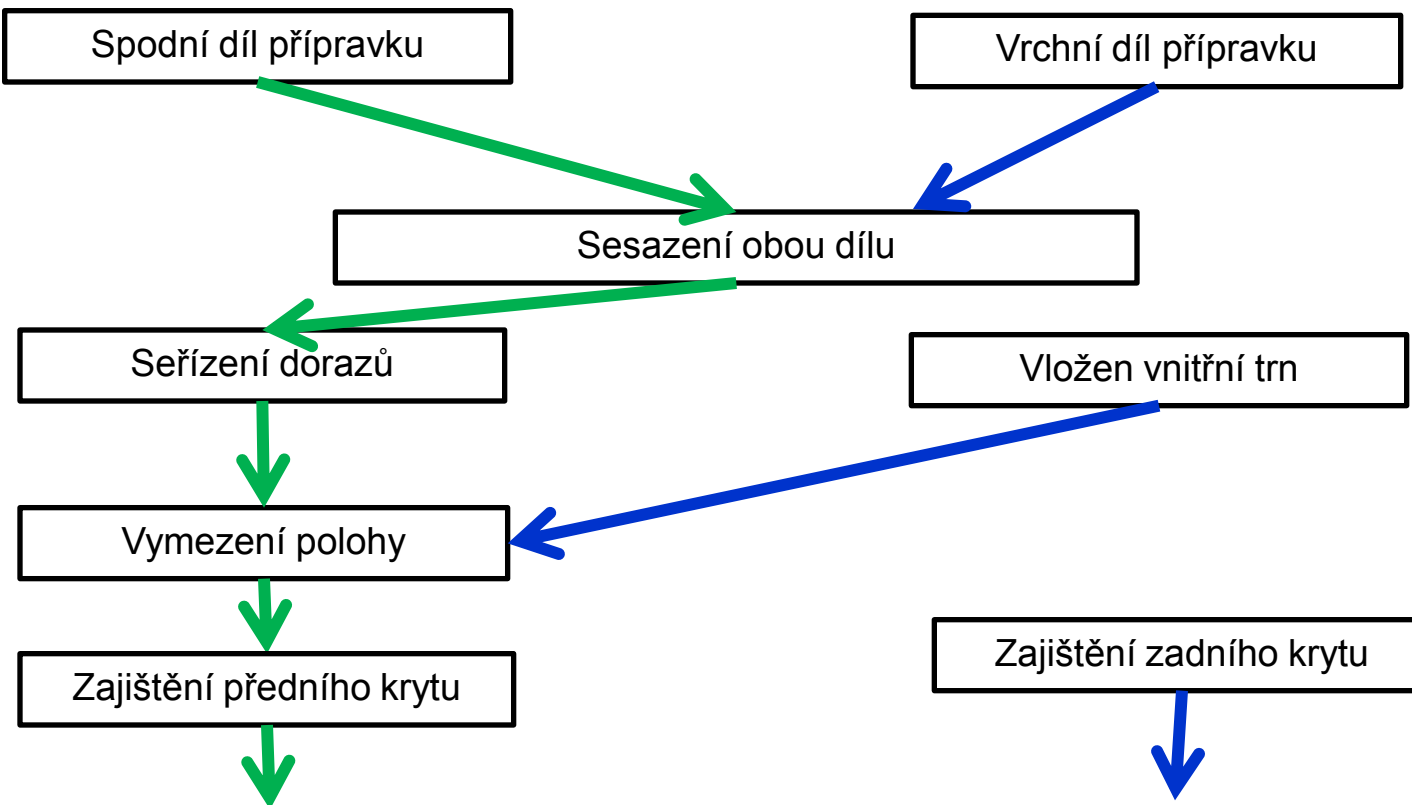
Metody pro analýzu práce

- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
 - Sankeyho diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

Diagram vícenásobné obsluhy

Operátor 1

Operátor 2



Metody pro analýzu práce

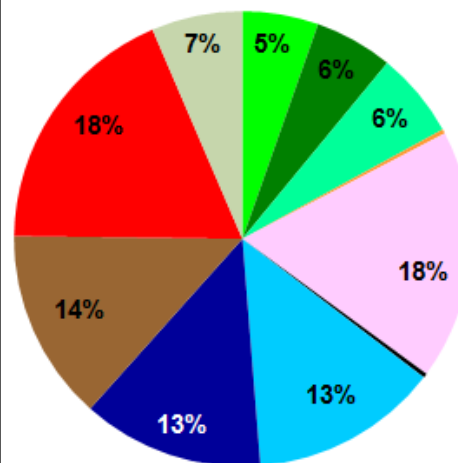
- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
 - Sankeyho diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

Snímek pracovního dne

Pracoviště	AMDZ Assembly Balení
Datum	16.7.2008
Směna	Denní
Čas pozorování	5:25
Začátek pozorování - reálný čas	6:08:00
Začátek pozorování - čas dle stopek	0:00:00

REÁLNÝ ČAS	ČAS DLE STOPEK			KATEGORIE	1 OS	2 B
	OD	DO	ROZDÍL			
6:08:00	0:00:00	0:01:00	0:01:00	8		
6:09:00	0:01:00	0:01:21	0:00:21	2		0:00:21
6:09:21	0:01:21	0:02:08	0:00:47	13		
6:10:08	0:02:08	0:03:10	0:01:02	3		
6:11:10	0:03:10	0:03:28	0:00:18	11		
6:11:28	0:03:28	0:03:58	0:00:30	8		
6:11:58	0:03:58	0:05:10	0:01:12	3		0:01:12
6:13:10	0:05:10	0:05:28	0:00:18	11		
6:13:28	0:05:28	0:06:37	0:01:09	3		0:01:09
6:14:37	0:06:37	0:06:57	0:00:20	14		
6:14:57	0:06:57	0:07:24	0:00:27	2		0:00:27
6:15:24	0:07:24	0:07:30	0:00:06	8		
6:15:30	0:07:30	0:08:34	0:01:04	3		0:01:04
6:16:34	0:08:34	0:09:10	0:00:36	11		
6:17:10	0:09:10	0:09:58	0:00:48	11		
6:17:58	0:09:58	0:10:20	0:00:22	1	0:00:22	
6:18:20	0:10:20	0:12:00	0:01:40	13		
6:20:00	0:12:00	0:13:30	0:01:30	11		
6:21:30	0:13:30	0:13:56	0:00:26	8		
6:21:56	0:13:56	0:16:02	0:02:06	13		
6:24:02	0:16:02	0:17:00	0:00:58	3		0:00:58

Zpracovaný pracovník, balení rámu AMDZ 16.7.08 6-13hod



- Fixace dílů
- Balení
- Hledání
- Čekání na ukončení aut. chodu stroje
- Výměna výrobků, součástek
- Výměna nástrojů, přípravků
- Kontrola a měření
- Dokumentace - studium, zápis
- Přestavení stroje
- Úklid, čištění
- Manipulace
- Mimo pracoviště
- Rozhovor
- Čekání (nečinnost)
- Přestávka pracovníka

kat	Symbol	Činnost	Délka trvání
1	OS	Fixace dílů	0:17:32
2	B	Balení	0:18:06
3	H	Hledání	0:19:46
4	ČS	Čekání na ukončení aut. chodu stroj.	0:00:00
5	VV	Výměna výrobků, součástek	0:00:00
6	VN	Výměna nástrojů, přípravků	0:00:00
7	KM	Kontrola a měření	0:01:00
8	DO	Dokumentace - studium, zápis	0:57:33
9	PS	Přestavení stroje	0:00:00
10	UČ	Úklid, čištění	0:01:00
11	MA	Manipulace	0:43:28
12	MP	Mimo pracoviště	0:41:55
13	R	Rozhovor	0:44:04
14	ČNČ	Čekání (nečinnost)	0:59:36
15	PP	Přestávka pracovníka	0:21:00

Metody pro analýzu práce

- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
 - Sankeyho diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

Chronometráž

- **Plynulá chronometráž** po dobu pozorování se měří čas všech úkonů operace. Úkolem je zjistit skutečnou spotřebu času na jednotlivé úkony a na celou operaci, pokud se úkony zkoumané operace pravidelně opakují.
- **Výběrová chronometráž** je druh chronometráže, při kterém jsou předmětem pozorování a měření pouze určité, dopředu vybrané prvky operace. Používá se k určení skutečné spotřeby času na vybrané pravidelně i nepravidelně se opakující, předem známé úkony.
- **Obkročném chronometráž** se používá v případech, kdy je třeba zjišťovat délku trvání velmi krátkých, pravidelně se opakujících prvků operace. Protože v tomto případě je obtížné měřit délku každého prvku jednotlivě, měří se časy celých skupin pracovních úkonů, z nichž se dodatečně vypočítává délka každého z nich.

Metody pro analýzu práce

- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
 - Sankeyho diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

Videosnímek



Zkoumané oblasti činností a procesů

Účel operace

- Možnost eliminace nebo sloučení operací

Konstrukce výrobku

- Unifikace dílů
- Počet komponent

Tolerance a specifikace kvality

- Požadavky na přesnost
- PokaYoke

Používaný materiál

- Nejeekonomičtější varianty
- Standardizovaný materiál

Zkoumané oblasti činností a procesů

Výrobní proces

- Počet operací
- Převážná vzdálenosti
- Automatizace

Nastavení a používání nástrojů

- Přetypování, opakovatelnost výroby

Manipulace s materiálem

- Vzdálenost

Layout dílny

- Materiálové toky

Úroveň ergonomie pracoviště

- Zatížení pracovníku

Metody měření spotřeby času

- Z historického vývoje známe několik způsobů měření práce
 - Hrubý odhad
 - Využití historických údajů
 - Kontinuální časové studie přímým měřením
 - Systémy předem určených časů

Výběr vhodné metody měření spotřeby času

		OBJEM VÝROBY		
		Vysoký	Střední	Nízký
CELKOVÝ ČAS	Dlouhý	Momentkové pozorování Kontinuální čas. Studie	Momentkové pozorování Kontinuální čas. Studie	Expertní odhady Momentkové pozorování Historická data
	Střední	Momentkové pozorování Kontinuální čas. Studie Systém předem urč. časů	Momentkové pozorování Kontinuální čas. Studie	Expertní odhady Historická data Kontinuální čas. Studie
	Nízký	Systém předem urč. časů	Kontinuální čas. Studie Systém předem urč. časů	Kontinuální čas. Studie Expertní odhady

- Měřit spotřebu času můžeme za předpokladu
- Pracovník je kvalifikovaný
 - Vykonává se stanoveným pracovním postupem
 - Má dostatečný objem produkce

Důvod k měření času práce

Cíl měření

- Racionalizace práce
- Definice norem spotřeby času

Důvody měření

- Nová práce, výrobek, postup
- Změna v postupu, materiálu, podmínek práce
- Reklamace časových norem
- Potřeba optimalizovat úzké místo
- Porovnání alternativních metod
- Redukce nákladu
- Odměňování pracovníku

Metody přímého měření

- Poskytují informace o struktuře a využití časového fondu
- Poskytuje informace o době trvání jednotlivých pracovních i nepracovních dějů
- Slouží pro účel normování i racionalizace práce
- Nástroje pro realizaci: papír, tužka, stopky
(kamera software atd.)

Přímé měření

Snímek pracovního dne - hromadný

- Snímek operace
- Snímek pracovního dne
 - Jednotlivce
 - Hromadný
 - Čety
 - Vlastní
- Snímek dvojstranného pozorování
- Snímek průběhu práce (snímek prac. dne)
- Filmový snímek
- Chronometráž (úseky a měřicí body)
 - Plynulá
 - Výběrová (transporty)
 - Obkročná (nepravidelné činnosti)

Počet sledovaných pracovníků	Interval pozorování a zápis
3-6	1 minuta
7-12	2 minuty
13-18	3 minuty
19-25	5 minut

Činnosti	Počet a spotřeba času v min				
	5	6-10	11-15	16-25	26 víc
Porady					40
Telefony					
Pošta					
Návštěvy					65
Studium					
atd.					

Stanovení počtu měření

- $n = \left(\frac{z * s}{k * \bar{X}} \right)^2$ koeficient spolehlivosti, konfidenční interval ($z=1,96$ pro 95%)
- s – statistická odchylka
- k – přípustná chyba v procentech
- \bar{X} – aritmetický průměr z měření

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

Typ výroby	Délka úkonu	Koeficient rozpětí K_r pro časy ruční a strojně ruční
kusová a malosériová	do 0,15 min.	2,0
	do 0,50 min.	1,7
	nad 0,55 min.	1,5
sériová	do 0,1 min.	2,0
	do 0,3 min.	1,8
	nad 0,3 min.	1,5
hromadná	do 0,3 min.	1,5
	nad 0,3 min.	1,3

Prostředky pro měření

- Stopky
- Pozorovací listy
- Fotoaparát
- Videokamera
- PDA, Notebook s předdefinovanými zkratkami

Příklad použití

- Montážní dělník vykonává operaci během které kompletuje dva plastové díly do jedné sestavy. Stanovte potřebný počet měření tohoto montážního úkonu, aby mohl tento náměr sloužit jako norma spotřeby času. Je povolena chyba 5%. Během prvotních náměrů byla naměřena spotřeba času: **10s, 8s, 12s, 9s, 11s.**

Příklad - výpočet

- Výpočet aritmetického průměru

$$\bar{X} = \frac{10+8+12+9+11}{5} = 10$$

- Výpočet směrodatné odchylky

$$s = \sqrt{\frac{(10-10)^2 + (8-10)^2 + (12-10)^2 + (9-10)^2 + (11-10)^2}{4}} = 1,58$$

Příklad - výpočet

- Stanovení počtu měření (pozorování)

$$n = \left(\frac{1,96 * 1,58}{0,05 * 10} \right)^2 = \left(\frac{3,097}{0,5} \right)^2 = 38,36$$

- Závěr
 - » Ve výše popsaném příkladu bychom měli vykonat cca 38 pozorování, to je provést **38 náměrů** dané operace prováděné montážním dělníkem.

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"