

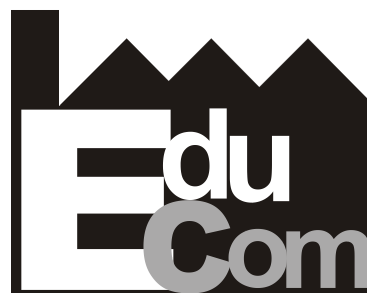


*Tento materiál vznikl jako součást projektu EduCom, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.*

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# REFA a měření práce

**Jan Vavruška**  
**Technická univerzita v Liberci**



EDUCATION COMPANY

## Průmyslové inženýrství

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



# Nástroje pro analýzu práce

## Měření práce - přímé a nepřímé

## Co je analýza a měření práce

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

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

## 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

# Eliminujme plýtvání

1. **Nadprodukce**  
(mrtvé zásoby - ležáky; větší množství, než objedná zákazník...)
2. **Čekání**  
(chybějící materiál nebo personál, poruchy, ...)
3. **Zbytečná přeprava materiálu**  
(nevhodné trasy, mezisklady, forma skladů...)
4. **Nesprávné výrobní postupy**  
(nadbytečné operace, chod strojů naprázdno...)
5. **Vysoké zásoby**  
(vázaný kapitál, skladovací plochy, ale i nepotřebné dokumenty)
6. **Zbytečné činnosti**  
(pracovník si sám hledá materiál nebo výrobní pomůcky...)
7. **Poruchy ve výrobě opravy**  
(krátké odstávky, blokování zmetky)
8. **Nevyužitý lidský potenciál (zlepšení, kaizen)**
9. Nevyužití stroje budovy a kapitál
10. Nadbytek informací
11. Management

## 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 dělníků).

### • 1895

- F. W. Taylor má přednášku na téma "Soustava kusové sazby, krok k vyřešení dělnické otázky".
- První aplikace časových studií

### • začátek 19. stol.

- Frank Bunker Lillian **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, úpiného 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, Zaměstnanecská 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**

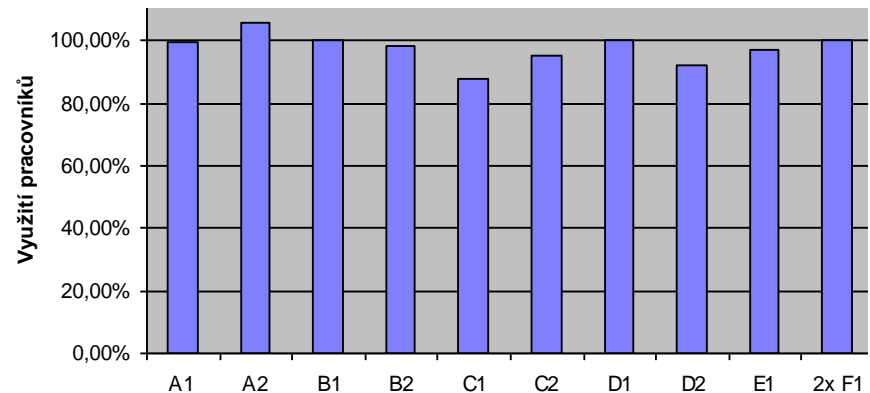
- Harold B. Maynard představuje veřejnosti metodu MTM, založenou na kombinaci časových a pohybových studií, tzv. systém předem určených časů.
- MTM je založeno na časech získaných z filmových záznamů ve 40. letech

- **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 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? **ÚČEL**
  - Proč je tato činnost potřebná?
- **KDE** – má být činnost vykonána? **MÍSTO**
  - Proč právě zde?
- **KDY** – má být vykonána? **SEKVENCE**
  - Proč právě v tuto dobu?
- **KDO** – má činnost vykonávat? **OSOBA**
  - Proč právě tento pracovník?
- **JAK** – má být činnost vykonávána? **ZPŮSOB**
  - Proč právě tímto způsobem?

## Metody pro analýzu práce

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

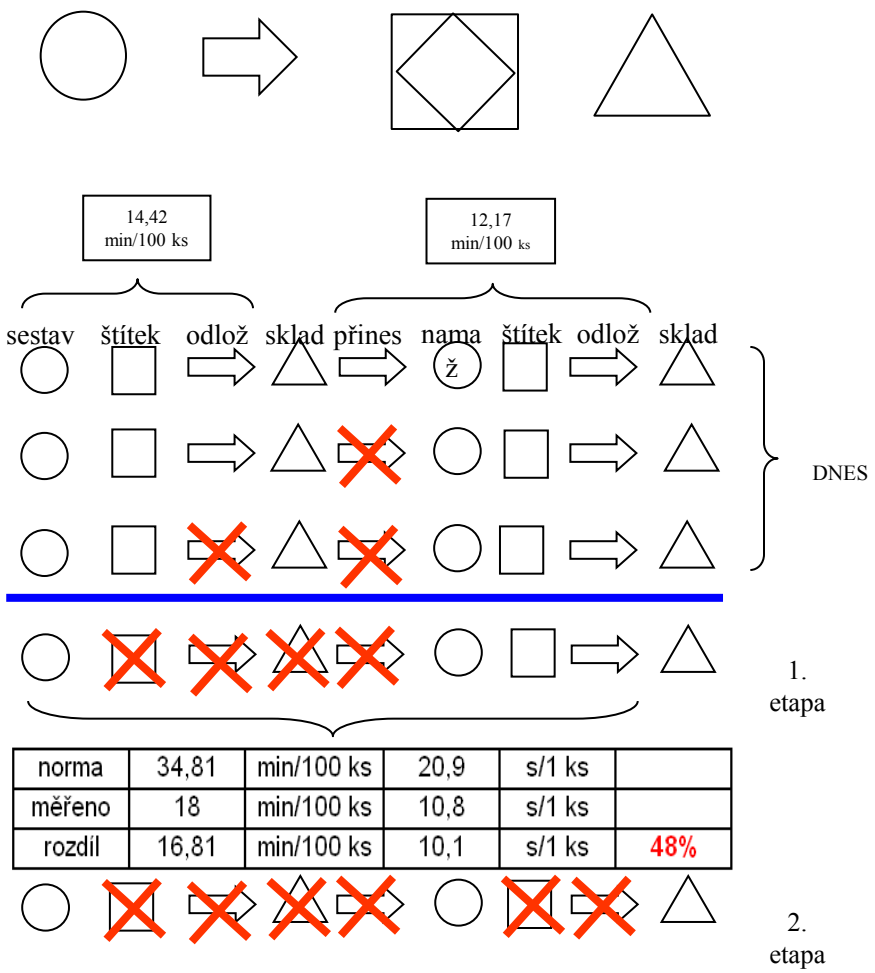
## Procesní diagram (analýza)

- 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

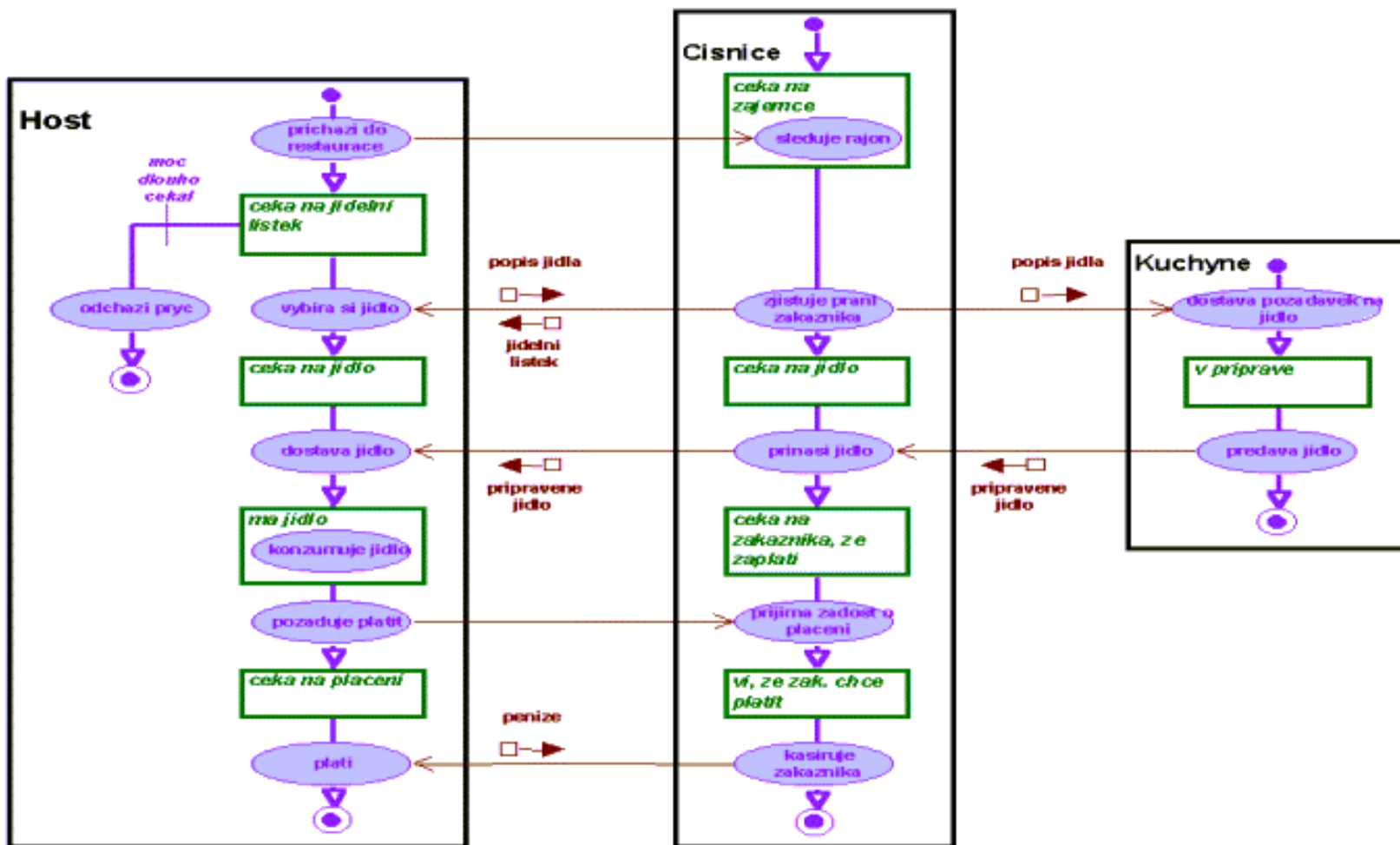
# Symbols procesní analýzy



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		

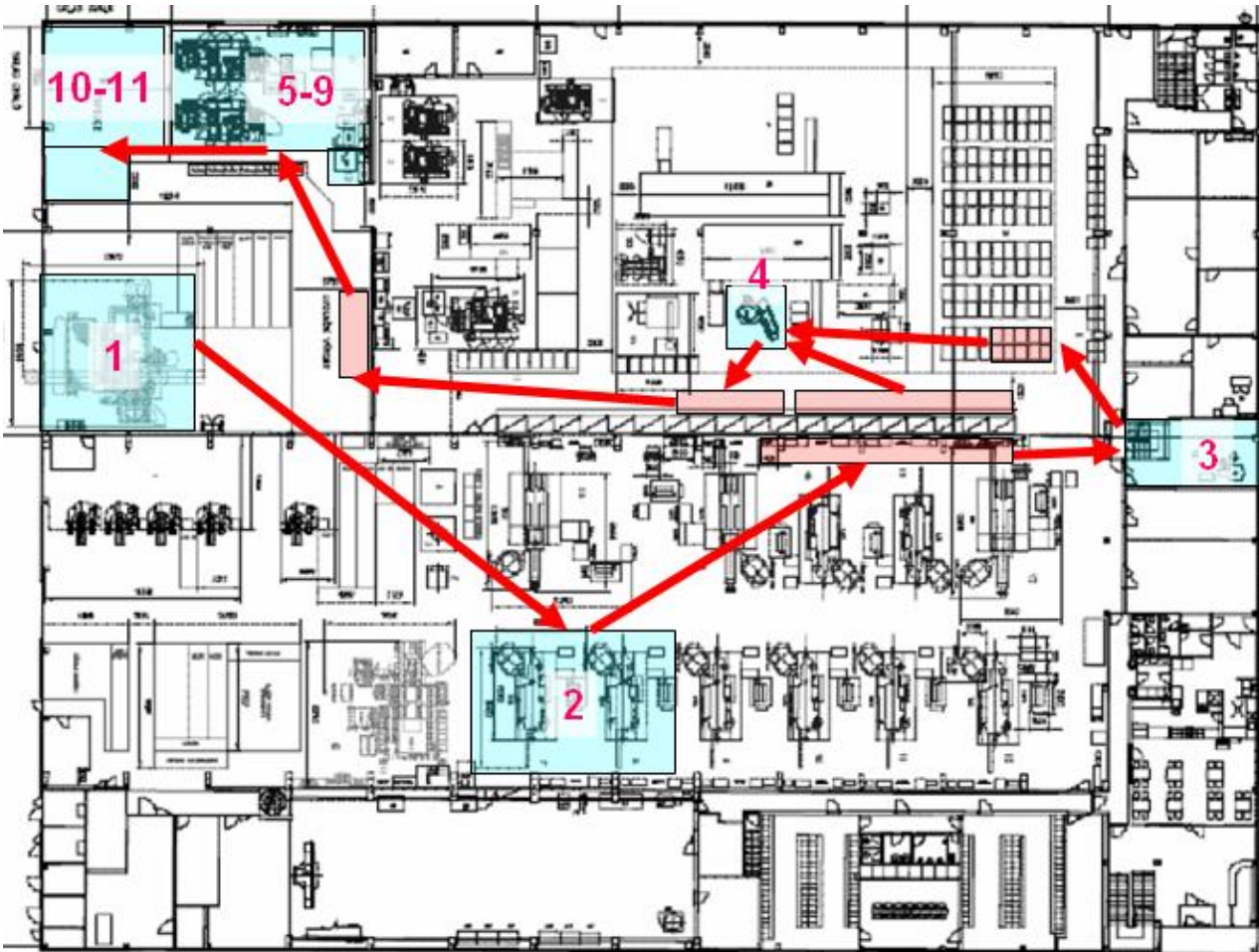


# Procesní diagram



[http://www.grada.cz/dokums\\_raw/usn/borm\\_diagram.gif](http://www.grada.cz/dokums_raw/usn/borm_diagram.gif)

# Nitkový diagram



## Metody pro analýzu práce

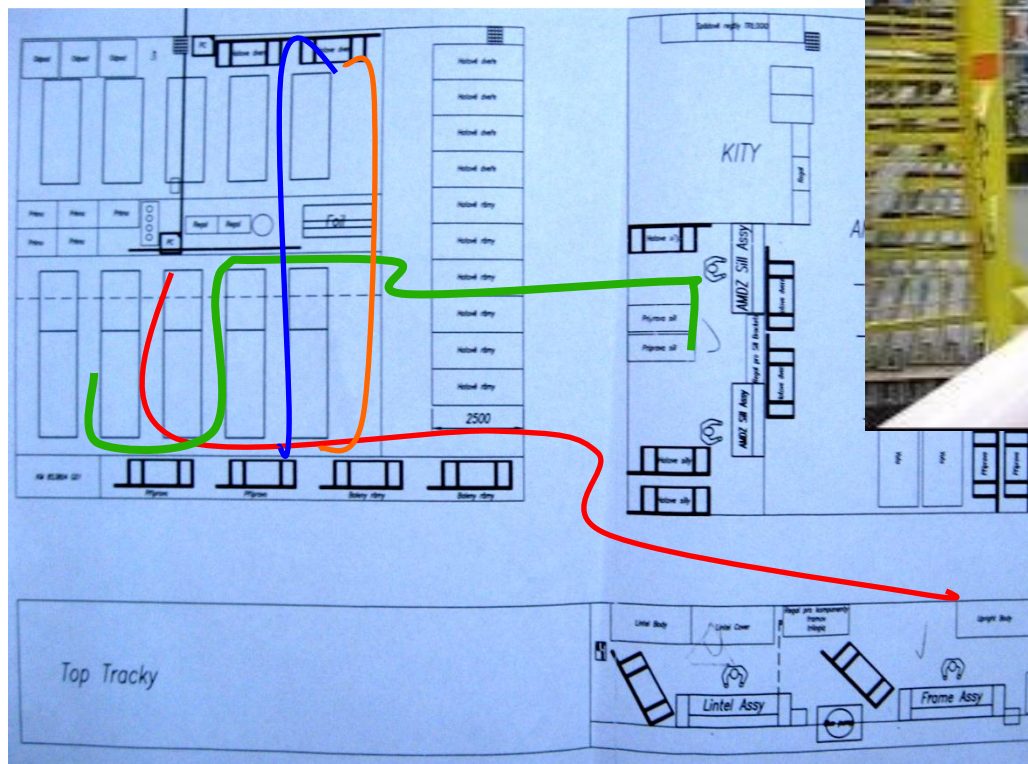
- Záznam pohybu materiálu
  - Procesní diagram
  - Nitkový diagram
  - Špagety diagram
- Sousednost procesů
  - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
  - Diagram obouručních činností
  - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
  - Snímek pracovního dne
  - Chronometráž
  - Videosnímek

## Špagetový diagram

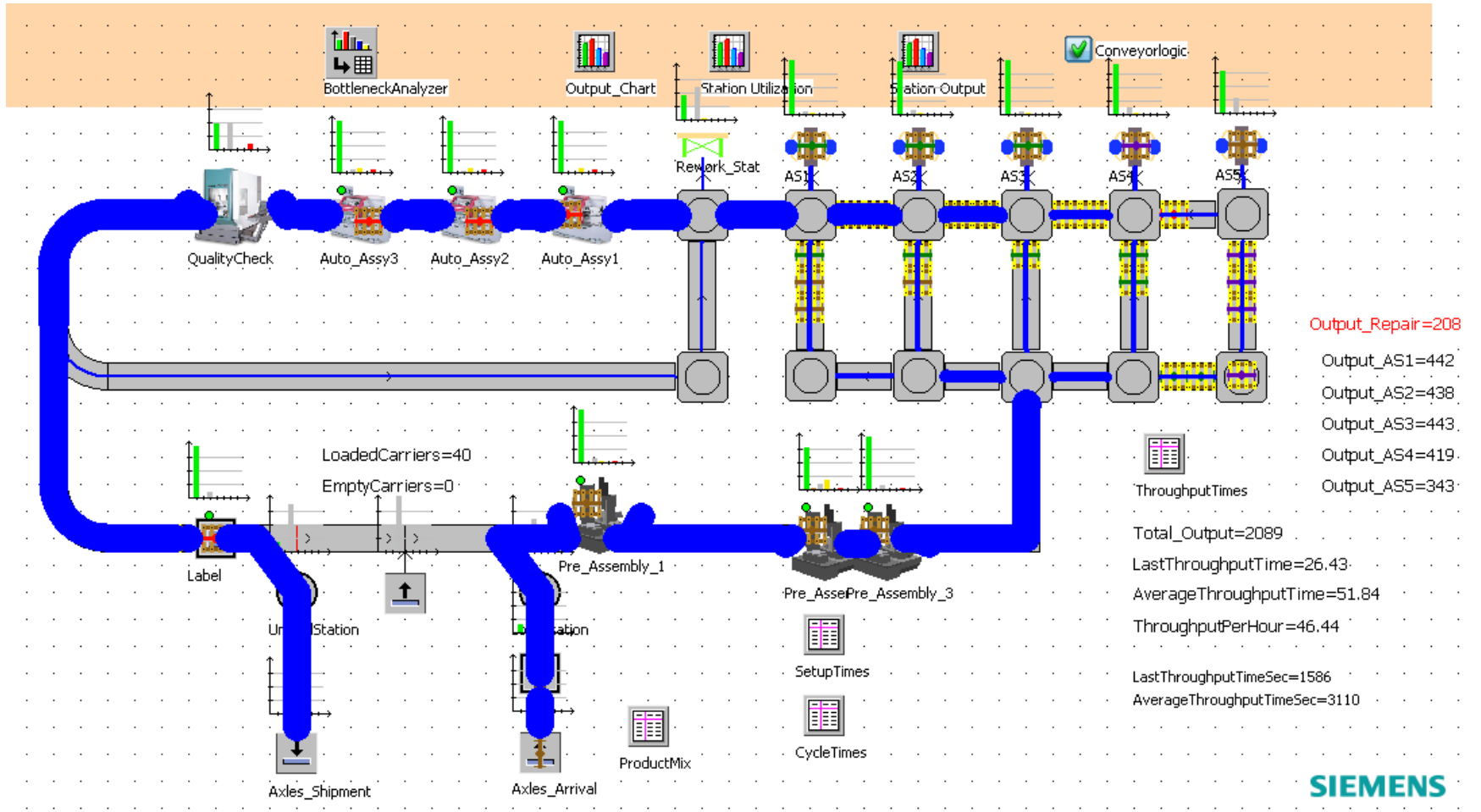
- ☞ Zachycuje pohyb pracovníka nebo materiálu v určitém časovém období
- ☞ Do layoutu pracoviště se zakresluje jeho veškerý pohyb za daný časový úsek
- ☞ Tento způsob analýzy je často uskutečňován společně s se snímkováním průběhu práce. Odhalí tak množství chůze mimo pracoviště a může být dobrým podkladem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



# Spaghetti diagram



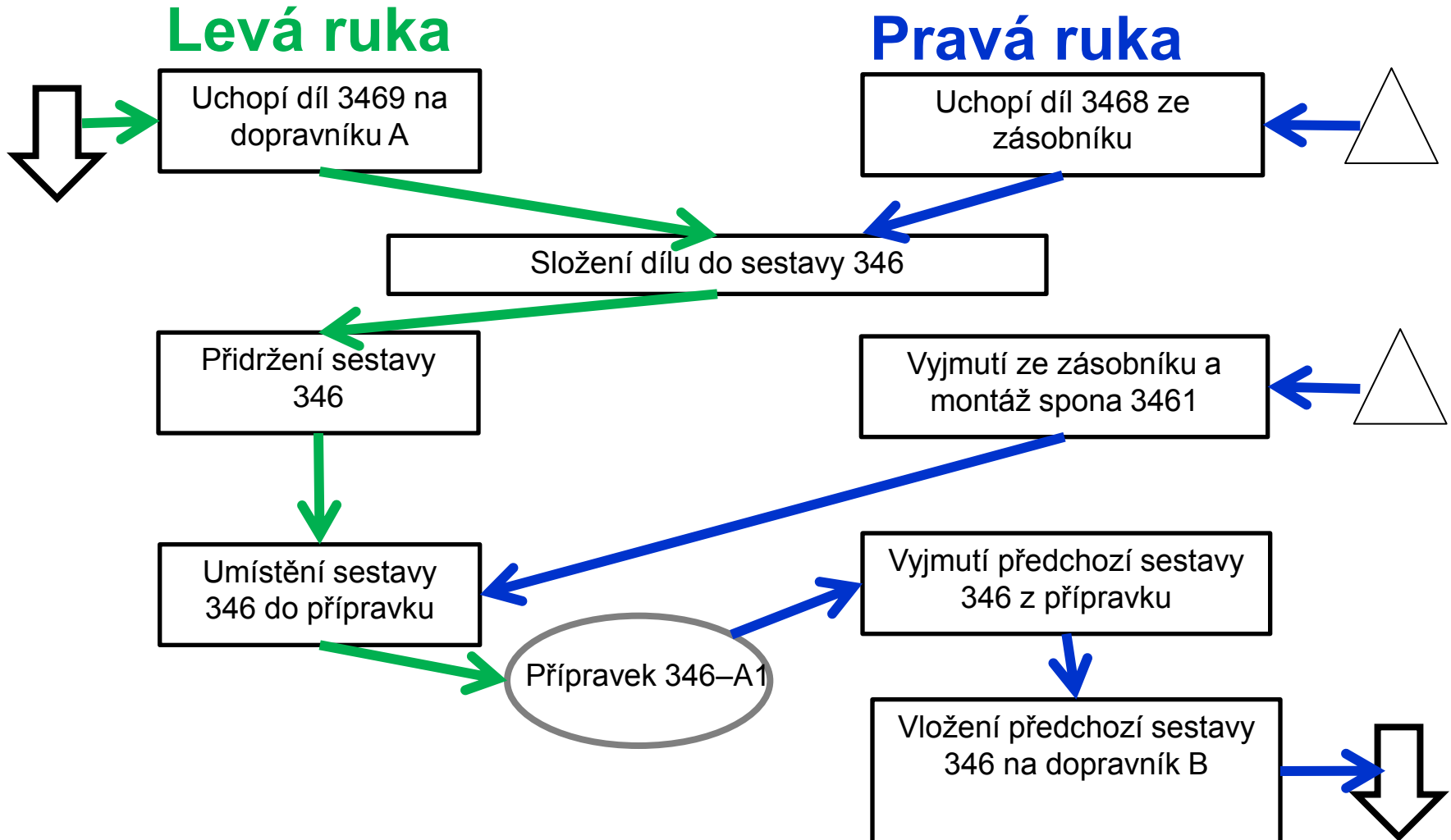
# Sankeyův diagram



## Metody pro analýzu práce

- Záznam pohybu materiálu
  - Procesní diagram
  - Nitkový diagram
  - Špagety 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
- 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

Spodní díl přípravku

### Operátor 2

Vrchní díl přípravku

Sesazení obou dílů

Seřízení dorazů

Vložení vnitřní trn

Vymezení polohy

Zajištění zadního krytu

Zajištění předního krytu

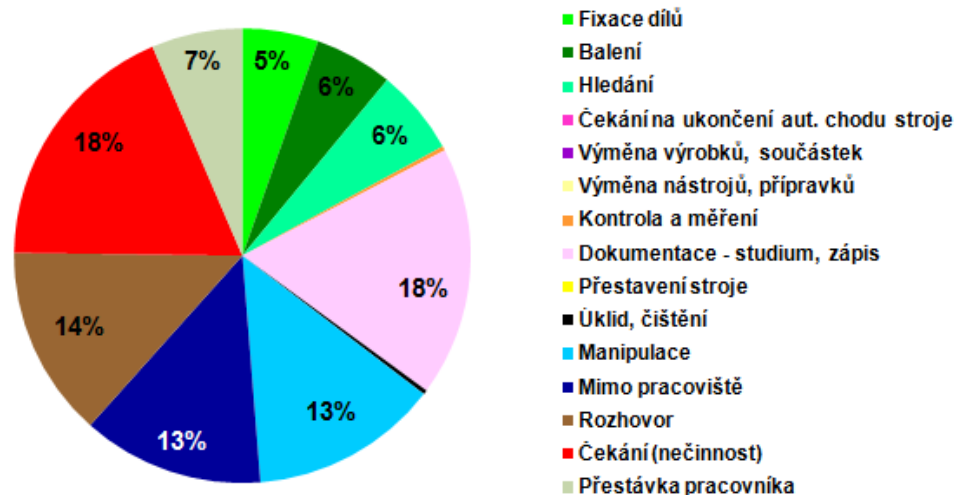
## Metody pro analýzu práce

- 🏆 Záznam pohybu materiálu
  - » Procesní diagram
  - » Nitkový diagram
  - » Špagety 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

## Zpracovaný pracovník, balení rámu AMDZ 16.7.08 6-13hod



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		
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

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, součástí	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
- 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
- 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
  - Přepravní 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.)

## 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

## Stanovení počtu měření

$$n = \left( \frac{z * s}{k * \bar{X}} \right)^2$$

- n – počet měření
- z – vychází z tabulky spolehlivosti, konfidenční interval (z=1,96 pro 95% spolehlivost)
- s – směrodatná odchylka
- k – přípustná chyba v procentech (0,05)
- X – aritmetický průměr z měření

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

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



## 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)

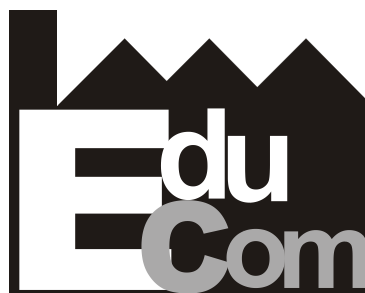
Počet sledovaných pracovníků	Interval pozorování a zápis
3-6	1 minuta
7-12	2 minuty
13-18	3 minuty
19-25	5 minut

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

## Prostředky pro měření

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

# Děkuji za pozornost



EDUCATION COMPANY

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"