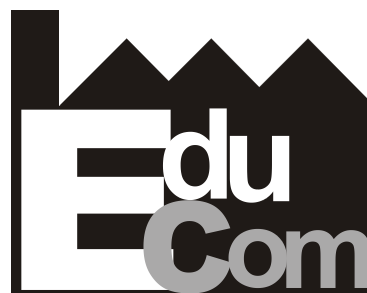


REFA a měření práce

Jan Vavruška
Technická univerzita v Liberci



EDUCATION COMPANY

Průmyslové inženýrství

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

TU v Liberci



Nástroje pro analýzu práce

Měření práce - přímé a nepřímé

říjen 2011

Co je analýza a měření práce

- Nástroj 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. **Nevyužitý 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 & 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 naložit s neefektivitou?

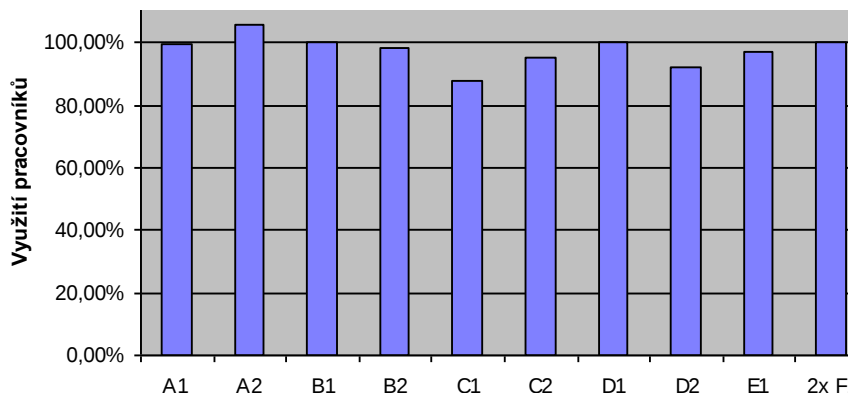
- 4 stádia zlepšování procesů na základě analýzy a měření práce

» 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

SEKVENCE

OSOBA

ZPŮSOB

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

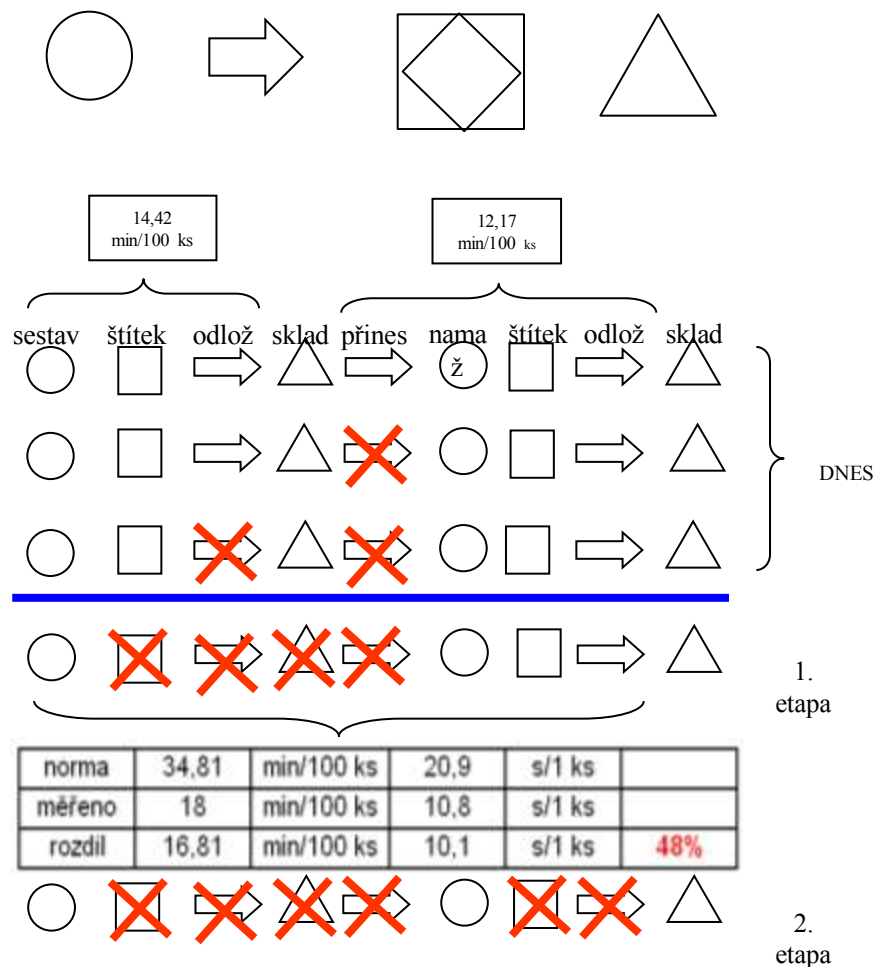
Procesní diagram (analýza)

- 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

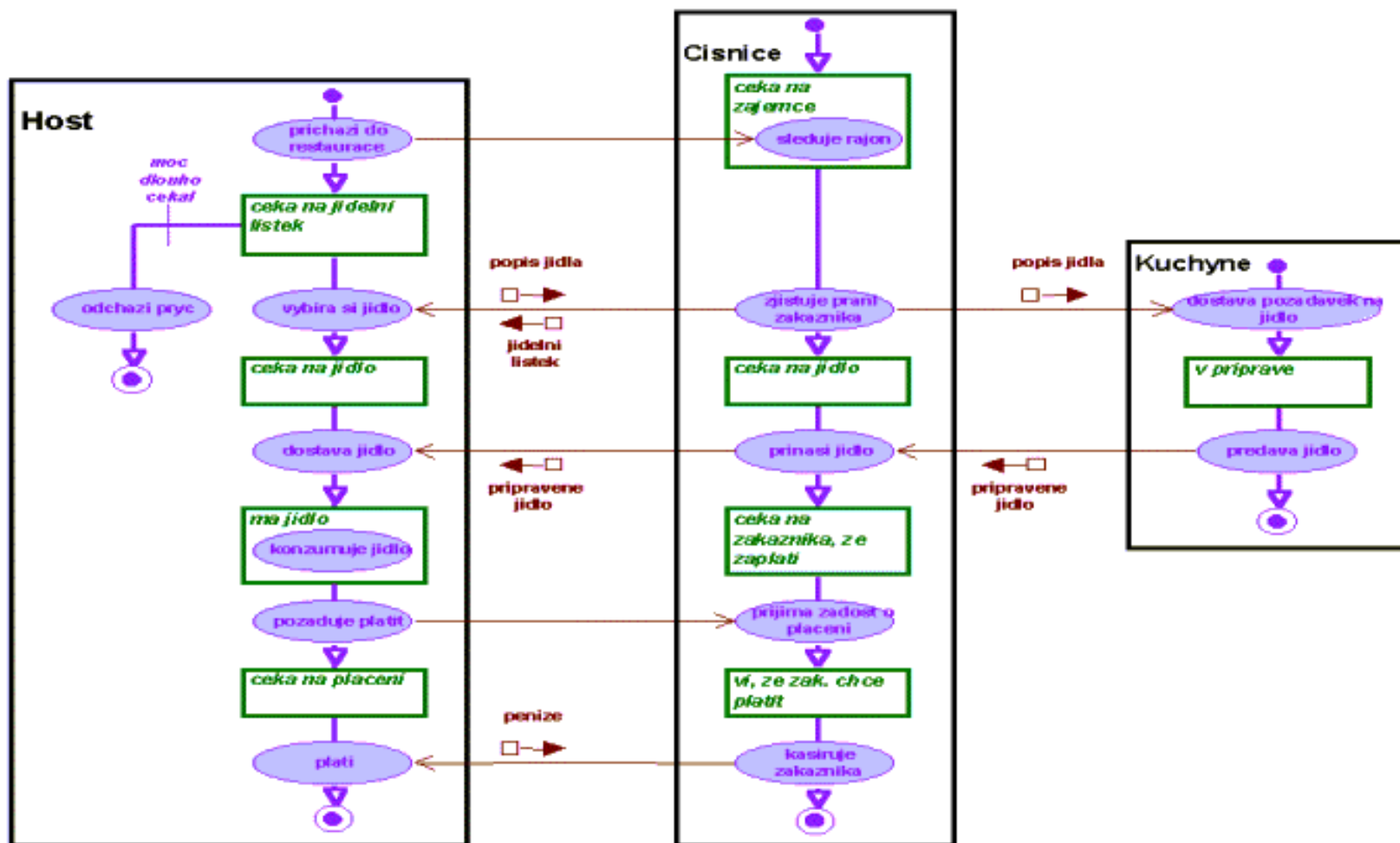
- » Předběžná studie
- » Analýza toku
- » Záznam relevantních informací
- » Analýza současného stavu
- » Plán zlepšení
- » Implementace a hodnocení
- » Standardizace

Symboly procesní analýzy



č.	činnost	operace	transport	kontrola	skladování	čekaní	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				△			3458	
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

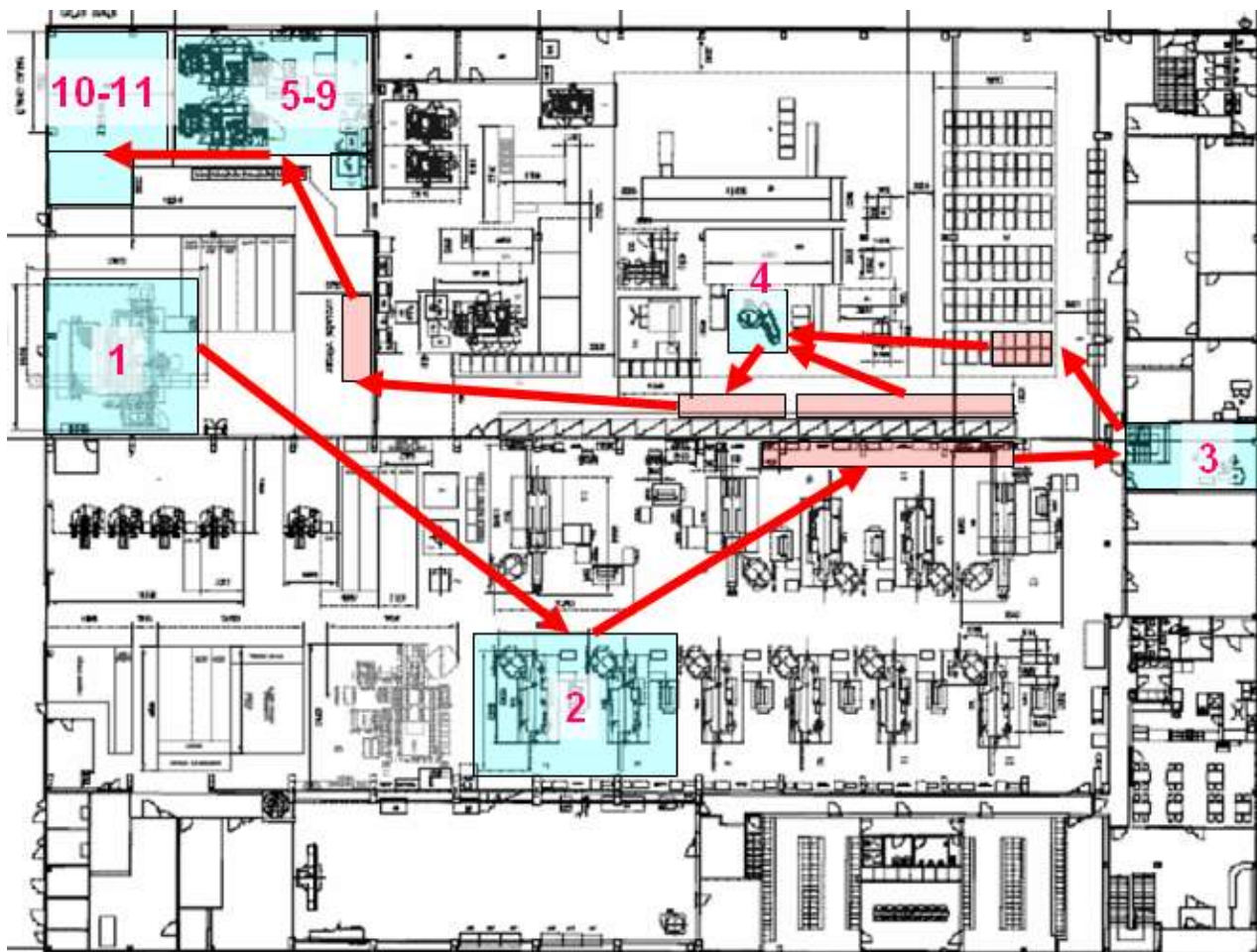


http://www.grada.cz/dokums_raw/usn/borm_diagram.gif

Metody pro analýzu práce

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

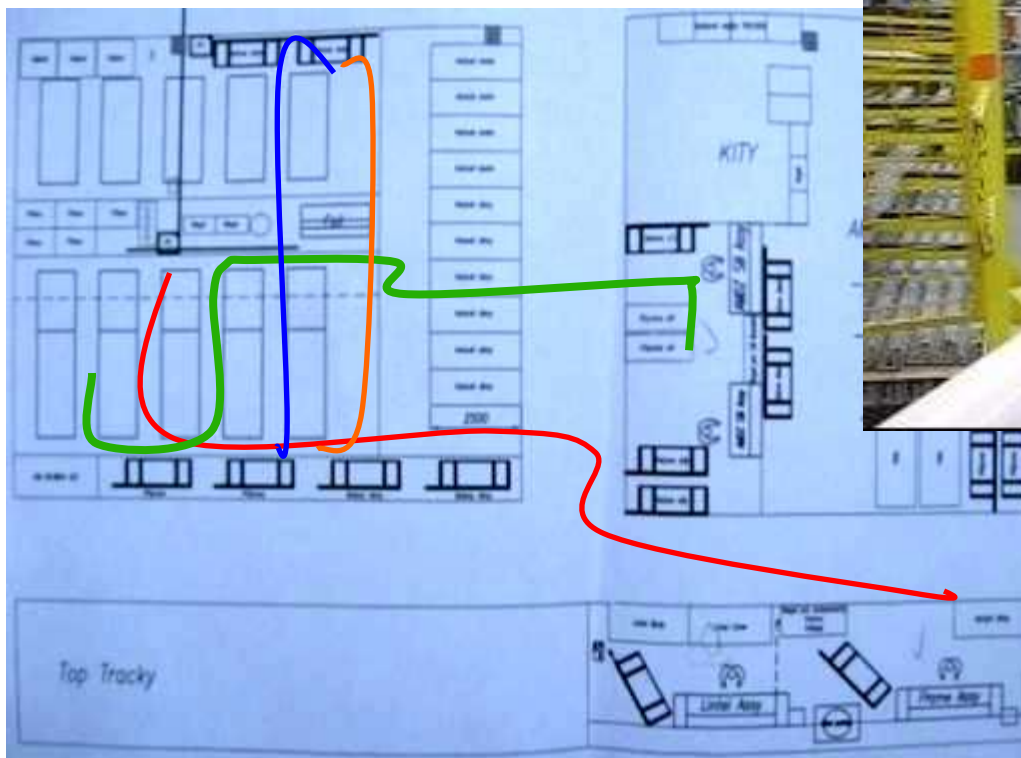
Nitkový diagram



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

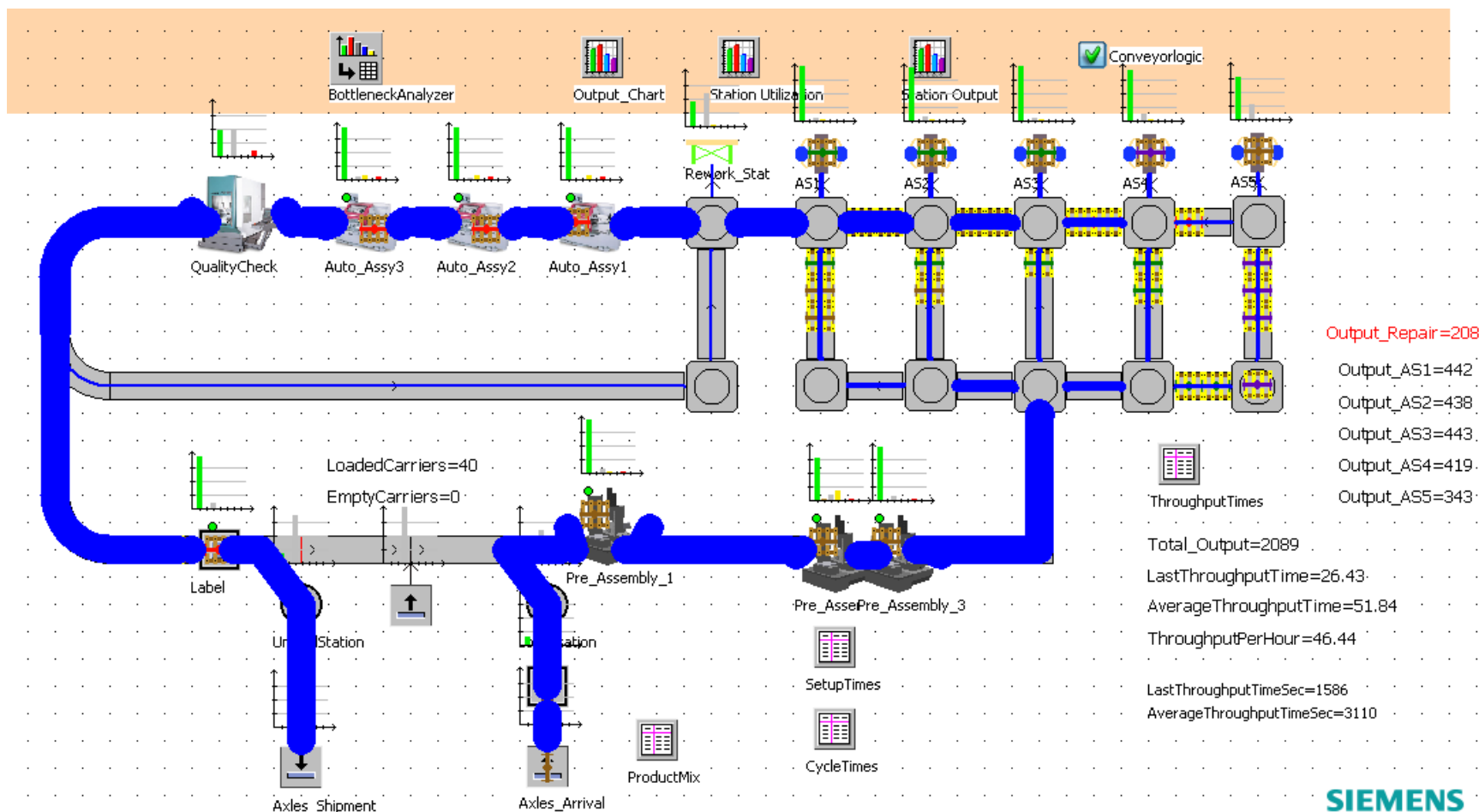
Spaghetti diagram



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

Sankeyův diagram

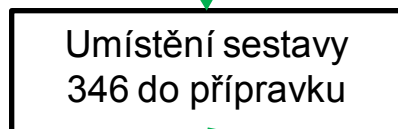
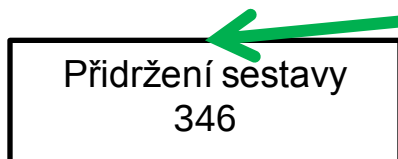
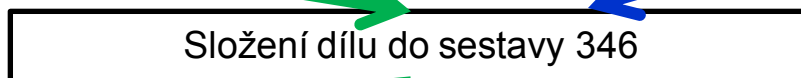
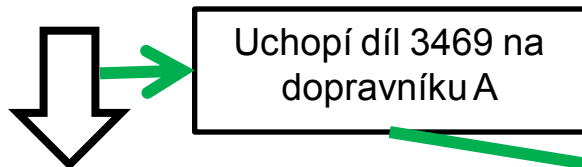


Metody pro analýzu práce

- 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

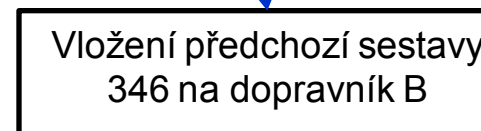
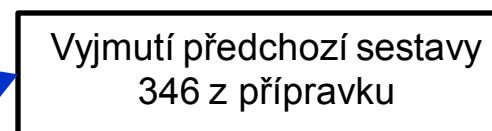
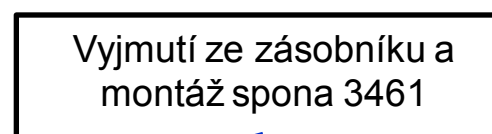
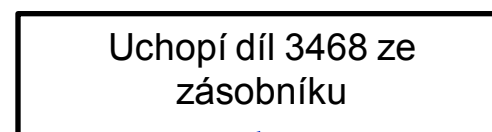
Diagram obouřučných činností

Levá ruka



Přípravek 346-A1

Pravá ruka



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 předního krytu

Zajištění zadního krytu

Metody pro analýzu práce

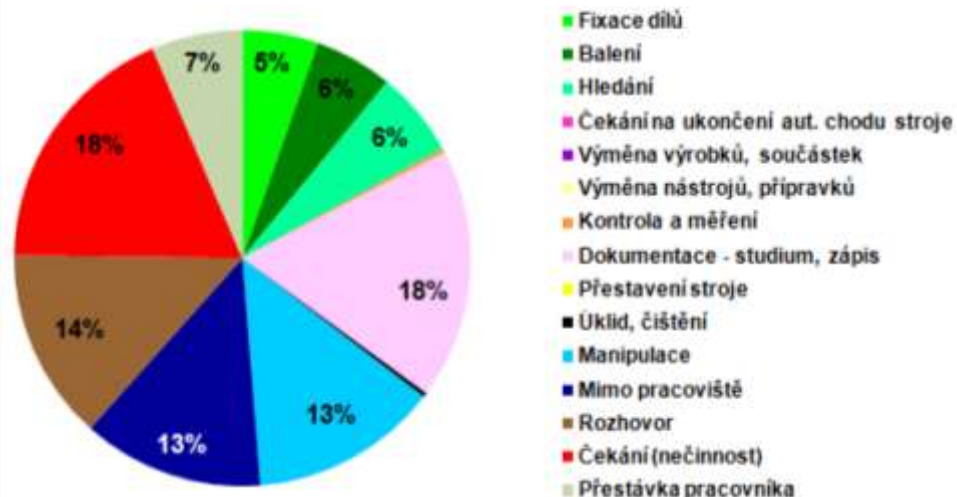
- Záznam pohybu materiálu
 - Procesní diagram
 - Nitkový diagram
 - Špagety diagram
- Sousednost procesů
 - Procesní diagram pracovníka, materiálu, zařízení
 - Diagram obouručních činností
 - Diagram vícenásobné obsluhy
- Záznam časového průběhu
 - Snímek pracovního dne
 - Chronometráž
 - Videosnímek

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 stopky	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		
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



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

Chronometrář

- **Plynulá chronometrář** 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 chronometrář** je druh chronometráře, 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.
- **Obkrožném chronometrář** 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
 - » Nejekonomičtější 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 způsobu měření práce

- » Hrubý odhad
- » Využití historických údajů
- » Kontinuální časové studie přímím 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.)

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
- 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

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)

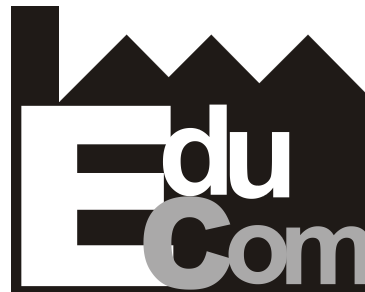
Počet sledovaných pracovníků	Interval pozorování a zápis
3-6	1 minuta
7-12	2 minuty
13-18	3 minuty
19-25	5 minut

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"