



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



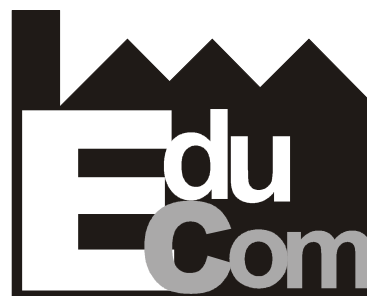
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

Six Sigma - DMAIC

Jan Vavruška
Technická univerzita v Liberci



EDUCATION COMPANY

Řízení výrobních systémů

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

TU v Liberci



PRECIOSA



Cíle jednotlivých fází

1 Cíl a metriky

2 Data a fakta

5 Udržet řešení a cílové parametry

3 Nalezení a ověření kořenových příčin



4 Najít řešení a vybrat to nejlepší

Měření - statistika nuda je má však cenné údaje

- Data vám umožní
 - Oddělit to, co si myslíte od toho, co se skutečně děje
 - Vidět do vašich procesů
 - Identifikovat faktory, které přispívají k variabilitě, a porozumět jim
 - Nalézt případné vztahy
 - Vyvarovat se řešení, která neřeší problém

Cíle jednotlivých fází

Projekt chart
 Definice cílů
 Analýza podílníků
 Výběr týmu
 SIPOC
 VOC, VOE ...

Standardizace
 Monitoring
 Analýzy co když
 Uzavření projektu
 Best prak tis
 Prezentace dolů do firmy

Oslava



Hledání řešení
 Inovativní techniky
 Lean techniky
 Matematická optimalizace
 Výběr řešení
 Pilot (FMEA)

Výběr metrik
 Prioritizace (zúžení)
 Plán sběru dat
 MSA Analýza sys. měření
 Vizualizace výsledků
 Způsobilost procesů
 (baseline)

Analýza procesů
 Soft metody 5S, SMED...
 Analýza dat grafická, analytická
 Ověření příčin
 Testování hypotéz
 Hledání závislostí
 korelace a regrese
 DoE Design of experiment

Input Process Output

I

Měření vstupů do procesu

Požadavky na klíčové vstupní parametry adresované dodavatelům a jejich měření

P

Měření procesních parametrů

Měření uvnitř vašeho procesu, která jsou důležitá pro interní zákazníky a vztahují se k výstupům

O

Měření výstupů z procesu

Těmito metrikami sledujeme do jaké míry splňujeme požadavky zákazníků

Fáze Měření

- Identifikace výstupů Y (1-3)
- Identifikace vstupů X (30-50)
- Prioritizace (zúžení x 10-15)
- Ověření systému měřené (MSA)
- Plán sběru dat
- Vizualizace získaných dat
- Stanovení způsobilosti procesů (Cp, Cpk, DPMO)

Výstupy a proces

$$Y=f(x_1\dots x_n)$$

- Y se vztahuje k výstupu z procesu
- Volte metriky podle dvou hledisek
 1. Z pohledu toho, co je důležité pro zákazníka:
 - dodací lhůty
 - splnění termínů dodání
 - ppm, Cpk, % vadných
 - ...
 2. Z pohledu výkonnosti procesů:
 - Výrobní náklady
 - Čas výrobního cyklu
 - COPQ
 - DPMO, Yield

Vstupy a proces

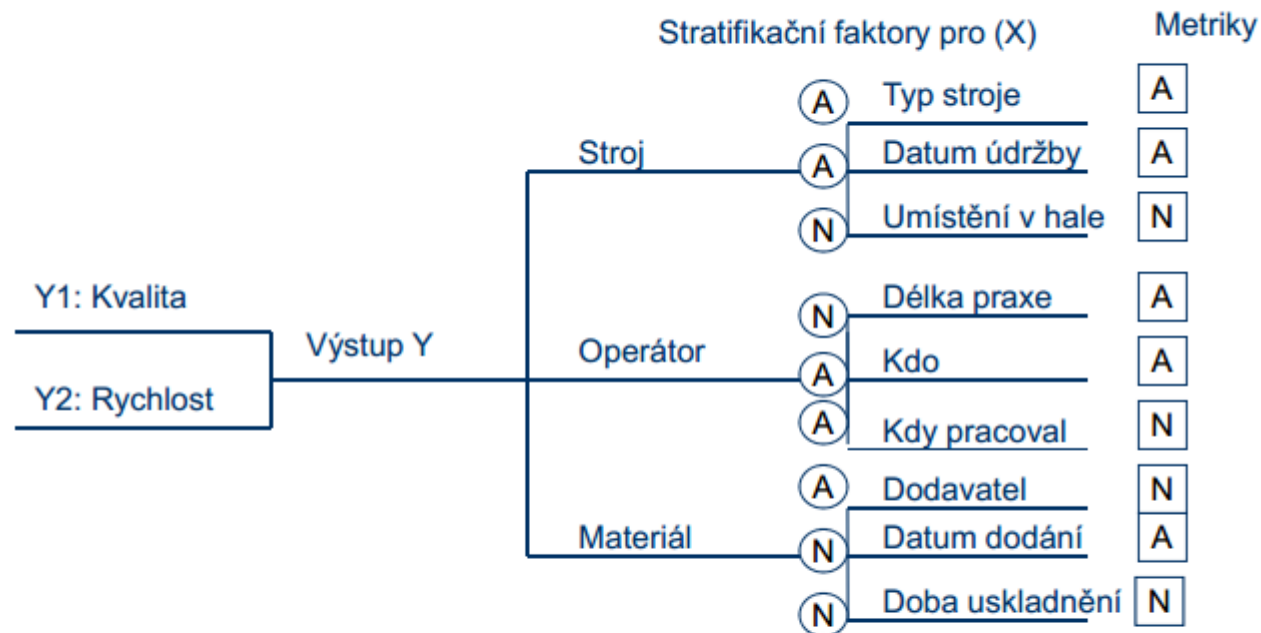
$$Y=f(x_1\dots x_n)$$

X jsou vstupní a procesní proměnné (parametry)

- Sledujte ty proměnné, o kterých se domníváte, že mají vliv na výstup z procesu Y.
- Ve fázi analýza ověříte své dojmy pomocí statistických metod.
- Vstupní proměnné jsou například:
 - Parametry vstupních surovin, materiálů apod.
 - Kompletní dokumentace
 - Termíny dodání
 - Rychlost reakce na Vaše požadavky
- Procesní proměnné jsou například:
 - Nastavení stroje (tlak, teplota, otáčky ...)
 - Srozumitelnost pracovních postupů (kolik operátorů napoprvé pochopí instrukce)

Funkce – výstupy X vstupy

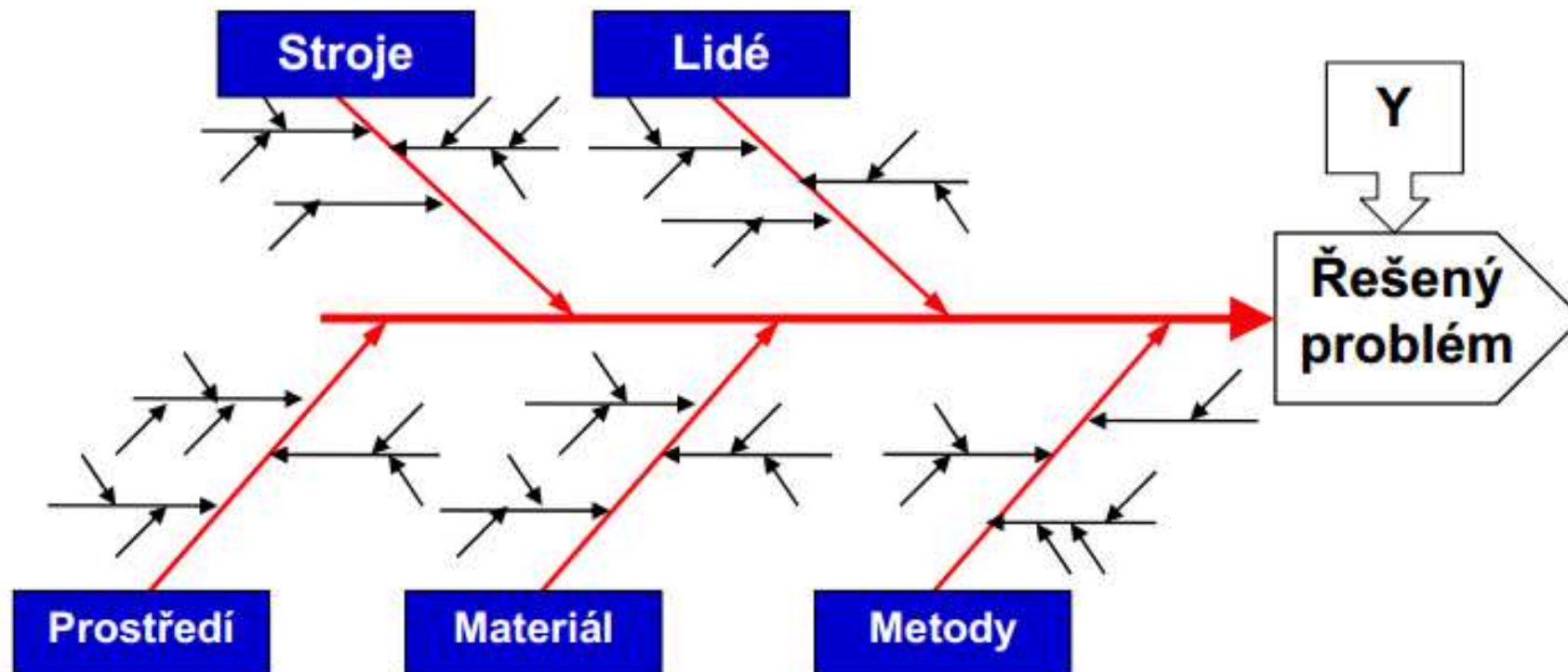
$$Y = f(x_1 \dots x_n)$$



Legenda

- Pomůže tato metrika potenciálně ovlivnit výstup (Y)
- Máme k dispozici data k této metrice

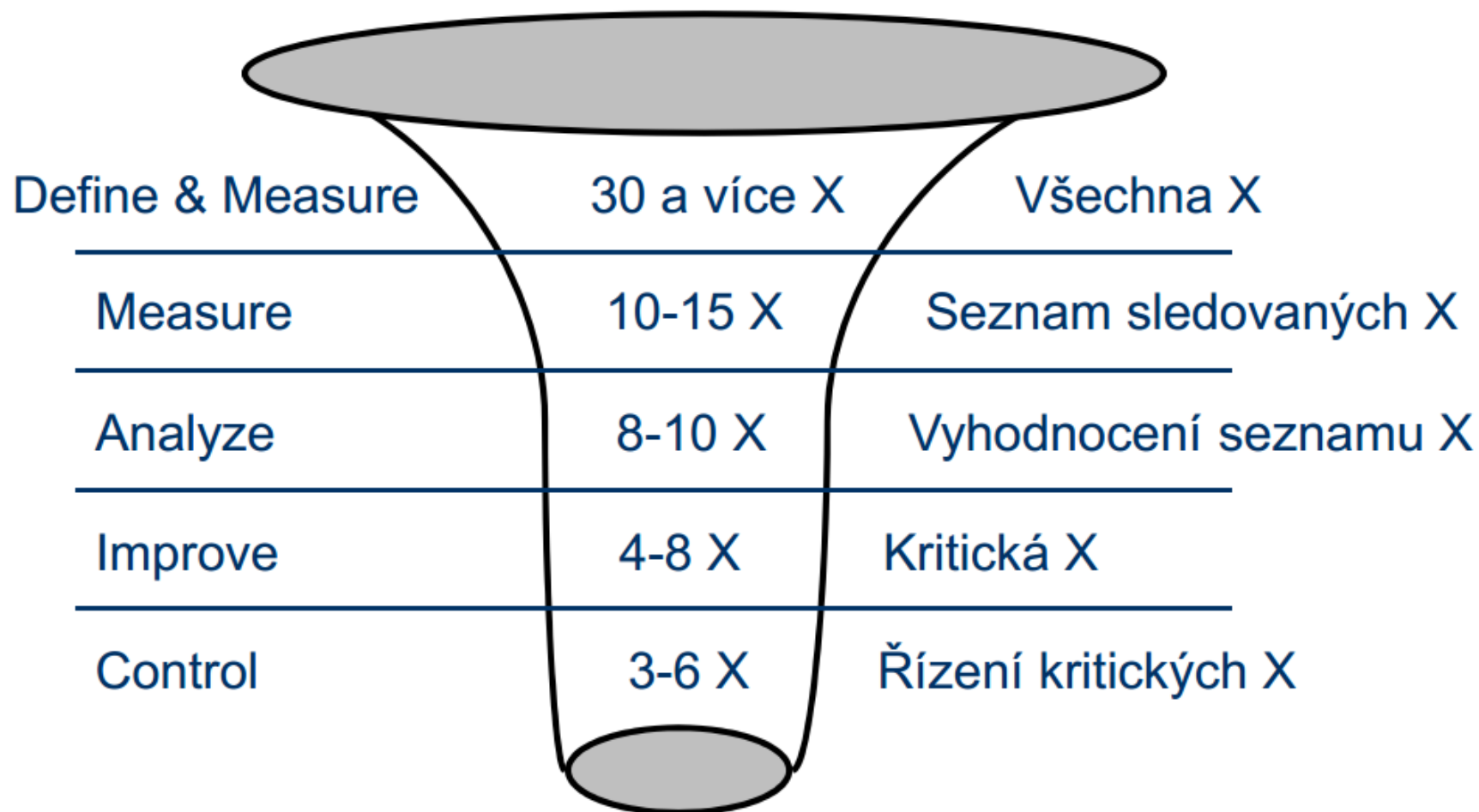
Ishikawa – Diagram příčin a následků (rybí kost)



Fáze Měření

- Identifikace výstupů Y (1-3)
- Identifikace vstupů X (30-50)
- Prioritizace (zúžení x 10-15)
- Ověření systému měřené (MSA)
- Plán sběru dat
- Vizualizace získaných dat
- Stanovení způsobilosti procesů (Cp, Cpk, DPMO)

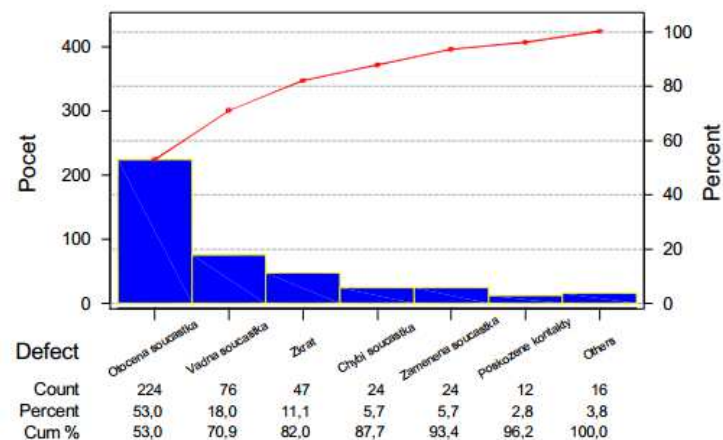
Zúžení počtu proměnných



Prioritizace

- Paretova analýza

Pareto Chart for Pricina srot



- Matice priorit

	KPOV's	drsnost	funkčnost	průměr	délka	PLT		
	váhy	7	10	9	3	5		
KPIV's							Vysledek	Procenta
dělení materiálu	řezné podmínky				3	9	54	5,6
	chlazení						0	0,0
	naostření						0	0,0
soustružení	řezné podmínky	1		3	9	9	106	11,0
	typ chladicí kapaliny	3		3			48	5,0
	typ nože	3		3		3	63	6,5
vrtání	opotřebení vrtáku		9			3	105	10,9
	typ chladicí kapaliny		3			1	35	3,6
	řezné podmínky		5			3	65	6,8
broušení	typ kotouče	9		3			90	9,4
	chlazení	9		9		3	159	16,5
	řezné podmínky			3			27	2,8
montáž	zručnost		9			9	135	14,0
	uspořádání pracoviště		3			9	75	7,8

Plán sběru dat

- „Správné“ sebrání „správných“ dat je nezbytným předpokladem pro navazující kroky metodologie DMAIC
- Při přípravě plánu sběru dat se mimo jiné zvažuje:
 - Čas
 - Náklady
 - Dostupnost
- Při plánování sběru dat je třeba mít ujasněno:

Měřený parametr	Operační definice	Zdroje dat	Jak budou data sbírána	Kdo bude data sbírat	Kdy budou data sbírána	Rozsah výběru	Faktory stratifikace
	Viz. modul 2.1	1	2	3	4	5	Viz. modul 2.1

- **Empirické pravidlo** – pokud sběr zabere více než 15 minut denně, je pravděpodobné, že se nepovede.

DoE

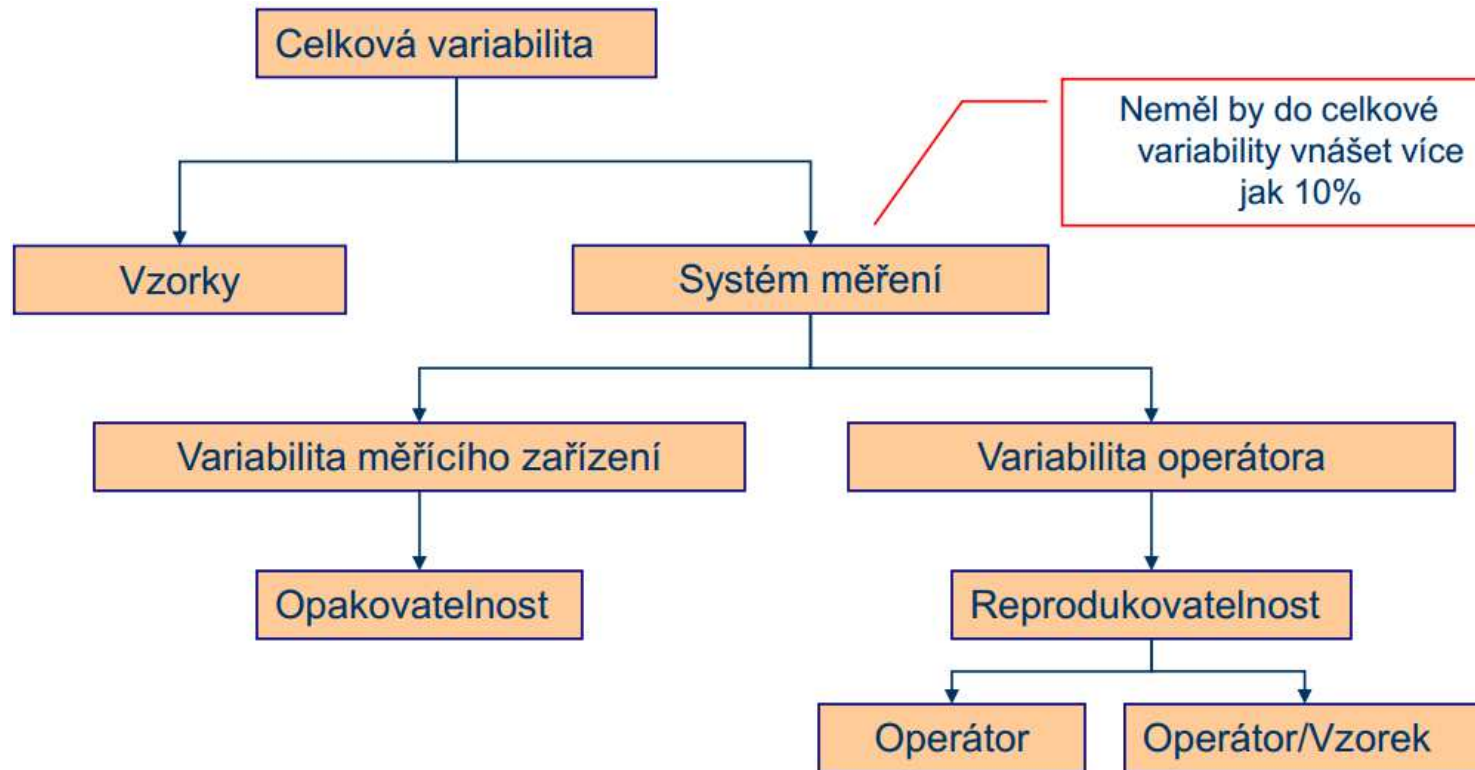
Design of Experiments

Plánování experimentů, návrh experimentů či experimentální design je disciplína matematické statistiky, která se zabývá sběrem dat v situaci, kdy je získávaná informace zatížena nahodilostí.

Součástí experimentu obvykle je intervence (zásah) experimentátora (například metoda ošetření pacienta), přičemž cílem je zjistit efekt této intervence / vliv daného faktoru.

Dobře navržený experiment umožňuje usuzovat na kauzální působení intervencí. Základy moderní teorie plánování experimentů vyložil Ronald A. Fisher v knize The Design of Experiments (1935).

MSA – Measure system analyze



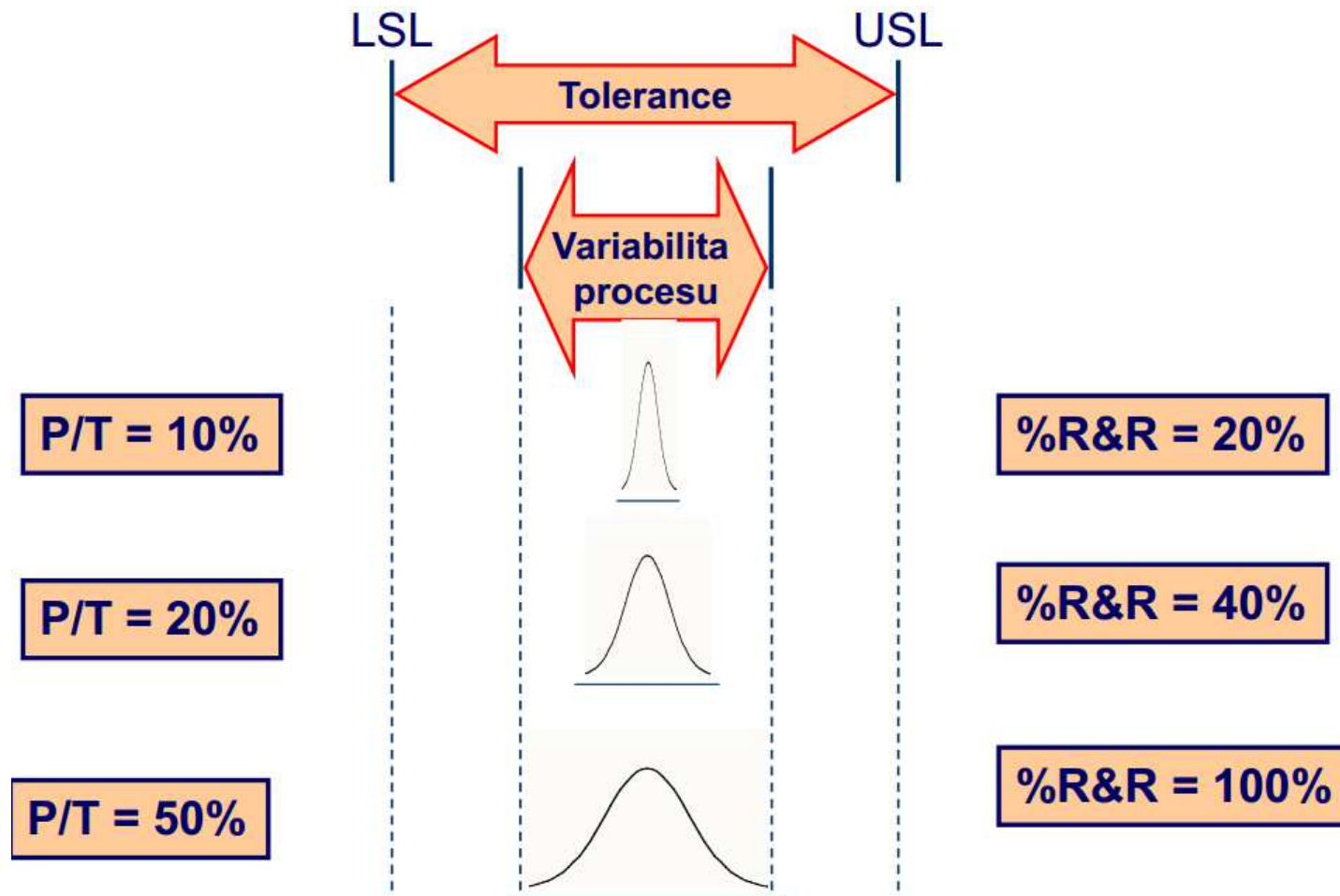
$$TV^2 = (R \& R^2 + PV^2)$$

$$\%R \& R = \frac{S_{\text{measurement system}}}{S_{\text{total}}}$$

$$\%P / T = \frac{6 \cdot S_{\text{measurement system}}}{\text{Tolerances}}$$

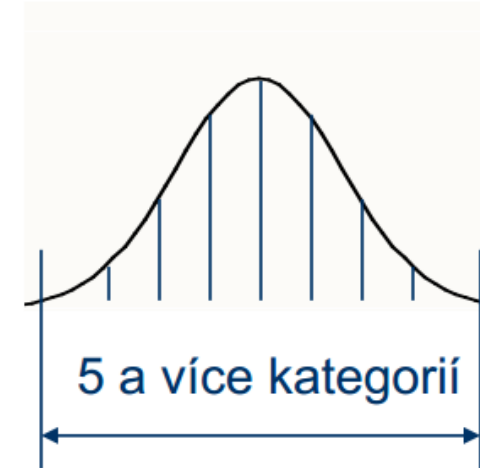
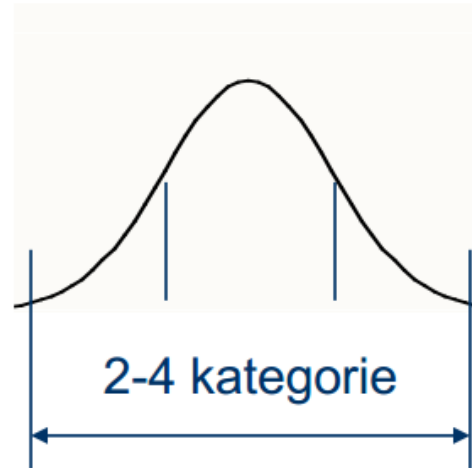
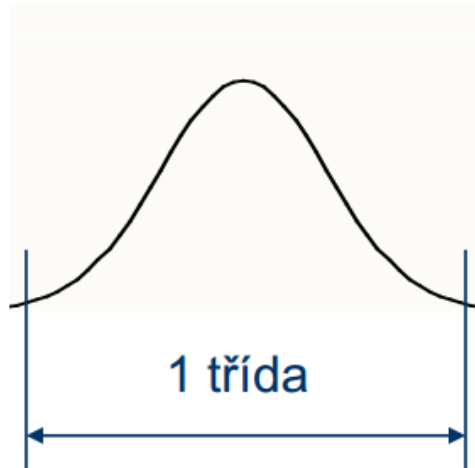
%R&R < 10% Způsobilý
 %R&R > 10 < 30% Podmínečně
 %R&R > 30% Nezpůsobilý

P/T a %R&R



Variabilita systému měření

Rozlišitelnost



Pouze atributivní – lze užít jen při velmi malé variabilitě procesu v porovnání s tolerancemi

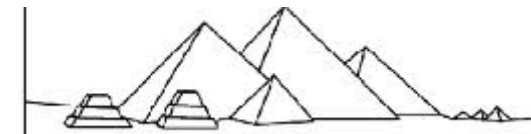
Regulační diagramy ztrácí citlivost

Může být použito pro regulační diagramy

Neakceptovatelné pro odhad parametrů procesu. Indikuje jen shodu a neshodu

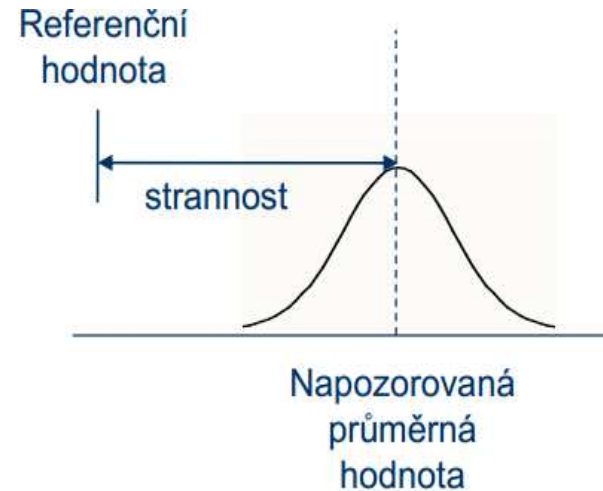
Poskytuje pouze hrubé odhady parametrů

Doporučena

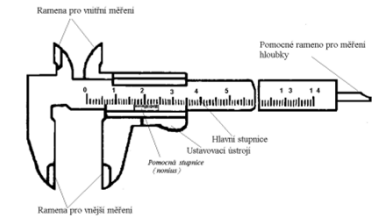


Strannost, linearita, stabilita

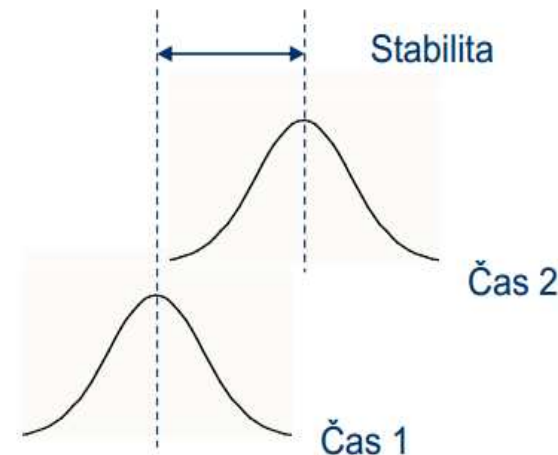
- **Strannost (vychýlení)** je rozdíl mezi napozorovaným průměrem a referenční hodnotou (pravou hodnotou - standardem).
- **Linearita** je rozdíl mezi hodnotami strannosti v předpokládaném pracovním rozsahu měřidla
- **Stabilita** (drift) je celková variabilita v měřeních získaná měřícím systémem na stejném standardu nebo při měření jediné charakteristiky v delším časovém úseku



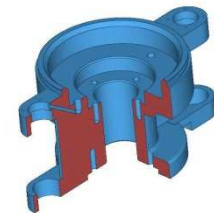
Opatřebená posuvka



Krejčovský metr
Optické čipy



Chladnoucí díl
Sirka a posuvka

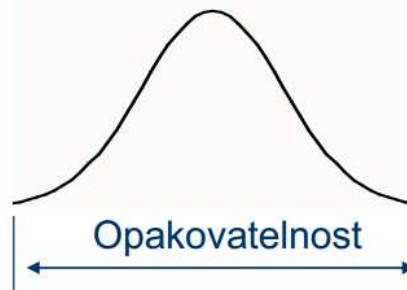


Opakovatelnost a Reprodukovatelnost

Stejný člověk
Stejné měřidlo
Stejný vzorek
Stejně Podmínky

variabilní systémy měření

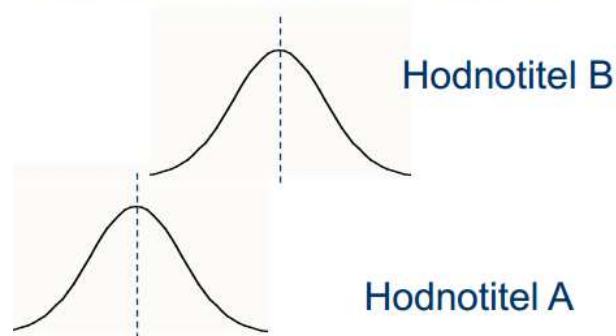
Opakovatelnost je dána
variabilitou v opakovaných
výsledcích



Různí lidé
Stejné měřidlo
Stejný vzorek
Stejně Podmínky

variabilní systémy měření

Reprodukovatelnost je dána
variabilitou ve výsledcích mezi
hodnotiteli (metodami, přístroji,..)



atributivní systémy měření

Opakovatelnost je dána rozdíly
v opakovaných posouzeních

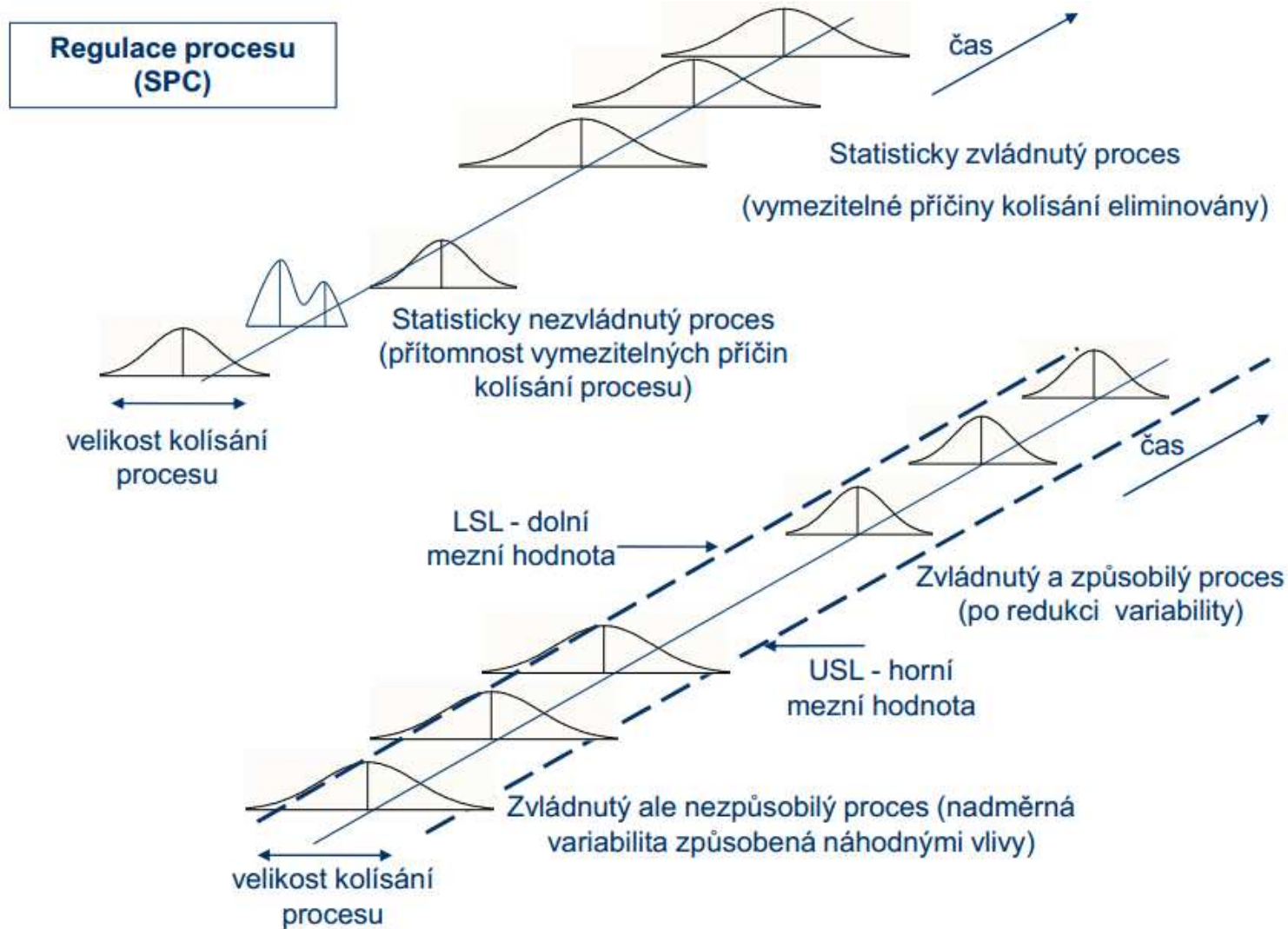


atributivní systémy měření

Reprodukovatelnost je dána
rozdíly v posouzeních různých
hodnotitelů (metod, systémů, ..)



Stabilita a způsobilost procesu

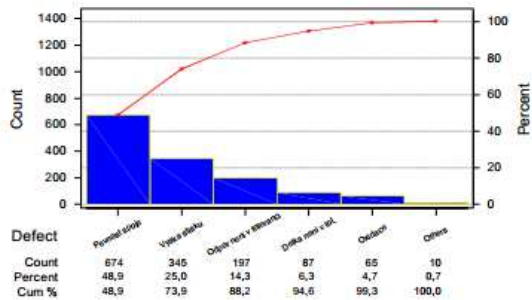


Vizualizace

Co lze měřit?



Pareto Pareto Chart for typ defektu



Matrice priorit

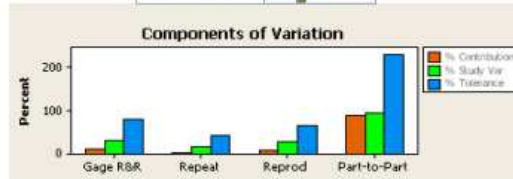
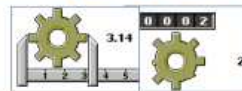
KPIV's	KPOV's váha	A B C D E F						Výsledek
		5	3	10	8	7	6	
procesní	1	1	5	1	9	3	3	233
	2	5	1	1	9	3	5	147
	3	9	1	1	3	9	1	151
	4	5	1	1	5	3	1	105
	5	3	3	9	5	5	5	219
	6	1	3	1	3	1	3	73
vstupní	7	9	3	9	9	1	9	277
	8	9	1	3	9	9	5	243
	9	3	1	5	3	3	9	167
	10	5	3	3	9	1	1	149
	11	5	3	1	1	9	5	145

FMEA

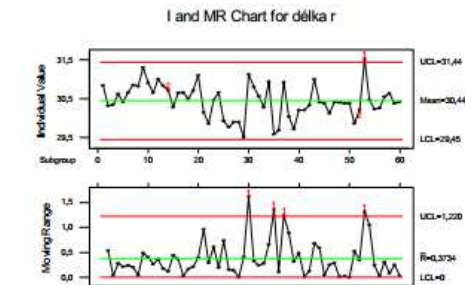
Plán sběru dat

Y ₁	Y ₂	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₄
Defekty %	ks/hod	Typ stroje	Datum údržby	Operátor	Dodavatel	Datum
3	210	A	12.4.2003	Novák	KK	15.4.03
2,5	199	A	12.4.2003	Motyčka	KK	16.4.03
3,1	230	B	15.4.2003	Hladká	AST	17.4.03

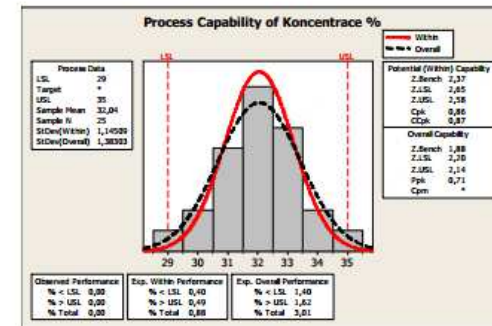
Ověření systému měření



Grafický a numerický popis dat



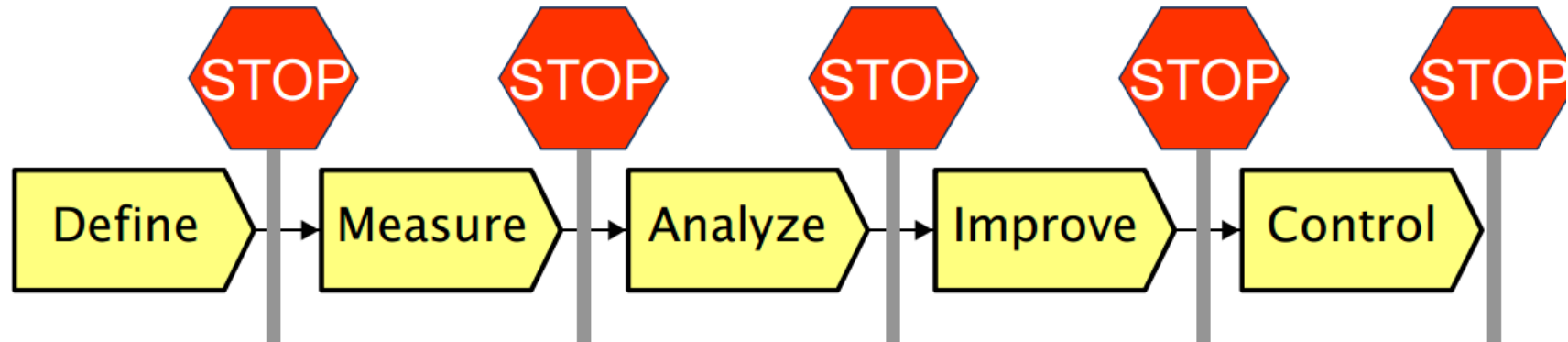
Způsobilost procesu resp. procesní sigma



Kontroly před Gate Reveiw

	Ano	Ne
1. Je zřejmé co je hlavní problém nebo problémy?		
2. Identifikovali jste typy měření, která chcete sbírat (IPO)		
3. Vytvořili jste systém sběru dat (formuláře, zdroje historických dat, poučený tým)		
4. Máte vytvořené jasné nedvojsmyslné operační definice věcí a vlastností/příznaků, které chceme změřit.		
5. Máte vytvořenu podrobnou mapu procesu nebo jeho části, která se vztahuje k vašemu projektu		
6. Víte, zda je váš proces v čase stabilní (průběhový diagram, regulační diagram)		
7. Ověřili jste systém měření a je hodnota gage R&R přijatelná?		
8. Určili jste procesní sigma resp. Cp Cpk nebo Pp Ppk?		

Gate Review Measure



- Co je především hlavním problémem či problémy?
- Jak jste vybrali kritické vstupní, procesní a výstupní míry?
- Co jste udělali pro ověření systému měření?
- Která nenáhodná seskupení se vyskytují v datech?
- Jaká je stávající způsobilost procesu?

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"