

## 4. cvičení

# *KET / RJTD*

*ZS 2016/17*

## *Základní nástroje řízení jakosti*

## 4 Histogramy

## 4 Histogramy

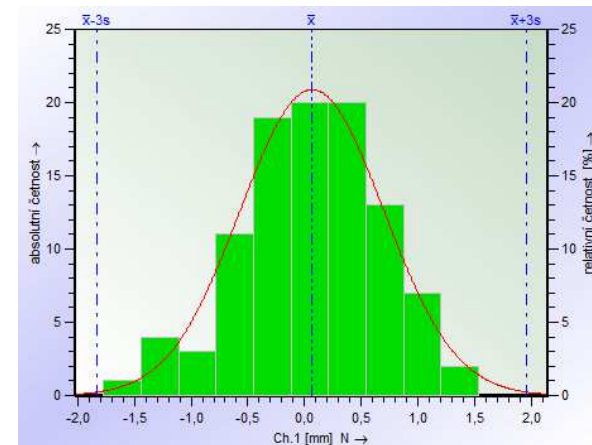
- grafická podoba naměřených dat
- histogram četností je znázornění tabulky rozdělení četností pomocí sloupcového grafu**
- umožňuje pozorovat určité rysy, které jsme jen velmi obtížně schopni zjistit z jednoduché tabulky – rozdělení hustoty ppsti, odlehle hodnoty, ...

*Př.: Jaké rozdělení ppsti mají data v následující tabulce?*

0,131	-0,747	-0,342	-0,102	1,011	-0,599	0,989	-0,332	0,352
-0,669	0,361	-0,01	-0,073	0,424	1,031	0,259	0,153	-0,167
0,395	0,548	-0,044	1,06	-0,359	0,213	-0,701	1,128	-0,934
-1,346	0,187	-0,509	-0,325	-0,216	0,475	0,713	0,606	0,24
0,788	0,272	-0,422	0,502	0,361	0,788	0,126	-0,647	-0,145
-1,695	1,528	0,723	-0,092	-0,373	-0,657	0,199	0,902	-0,138
-0,269	1,438	0,96	-0,871	0,536	0,495	-0,08	0,701	0,868
0,669	-0,126	0,827	0,17	0,226	-0,112	-0,272	-0,002	0,291
-0,917	0,175	0,781	-1,113	-0,148	0,158	-0,034	-0,034	0,461
0,817	-1,414	-0,706	-0,706	-0,405	-0,531	0,432	-1,14	0,099

## 4 Histogramy

- jak je vidět z následujícího histogramu, **jedná se o .....rozdělení**



## 4 Histogramy

- osa **x** – kvalitativní hodnota sledované vlastnosti
- výška sloupců (osa **y**) znázorňuje četnosti hodnot v jednotlivých třídách (absolutní nebo relativní četnost)
- spojitost znaku je vyjádřena tím, že se sloupky vzájemně dotýkají
- tvár vypovídá o výrobním procesu a jeho způsobilosti
- vypovídá o rozdělení pravděpodobnosti sledovaného znaku

## 4 Histogramy

### Určení počtu tříd

- každá hodnota musí být jednoznačně zařazena do určitého intervalu
- optimální počet tříd 8 - 20, aby žádná třída nebyla prázdná a žádná hodnota nebyla nezařazena

- existují různé vzorce:

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$k_1 = R / h$$

$$k_2 = 1 + 3,3 \cdot \log n$$

$$k_3 = 5 \cdot \log n$$

$$k_4 = \sqrt{n}$$

$$k_2 < k_3 < k_4$$

### Určení šířky tříd

- šířky tříd  $h$  se obvykle volí stejně velké

- pro výpočet existují různé empirické vzorce:

$$h = 0,08R$$

$$0,05R \leq h \leq 0,08R$$

$$0,05R \leq h \leq 0,12R$$

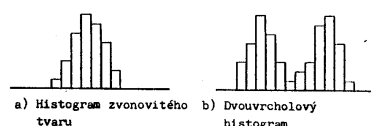
$$h \leq R/12 \leq 2h$$

Pro jaká  $n$  zvolíte příslušný vzorec ?

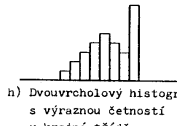
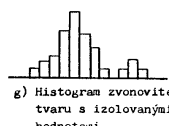
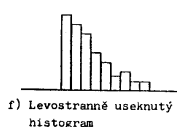
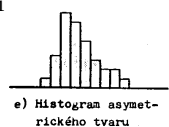
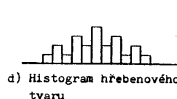
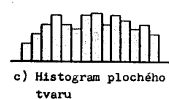
## 4 Histogramy

### o Tvary histogramů

- zvonovitého tvaru
- dvouvrcholový
- plochý
- hřebenovitý
- asymetrický
- useknutý histogram
- zvonovitý tvar s izolovanými hodnotami
- dvouvrcholový s výraznou četností v krajní třídě



b) Dvouvrcholový histogram: Tvar s dvěma vrcholy.



- podrobněji viz skriptu str. 55

## 4 Histogramy

### o Příklad 1:

Zkouška paměti u  $N = 85$  studentů. Každému bylo přečteno 25 slov 3x za sebou a bylo zjišťováno, kolik si kdo zapamatoval slov.

Počet zapamatovaných slov	Počet žáků, kteří si slova zapamatovali	Kumulativní součet	Kumulativní součet %
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1	1	1,18
4	1	2	2,38
5	3	5	5,88
6	2	7	8,23
7	6	13	15,29
8	10	23	27,05
9	14	37	43,51
10	16	53	52,33
11	16	69	81,14
12	7	76	89,38
13	3	79	92,9
14	3	82	96,43
15	2	84	98,78
16	0	84	98,78
17	1	85	100
18-25	0	85	100

## 4 Histogramy

m ... označení třídy

Počet tříd  $m = R/h = 8$

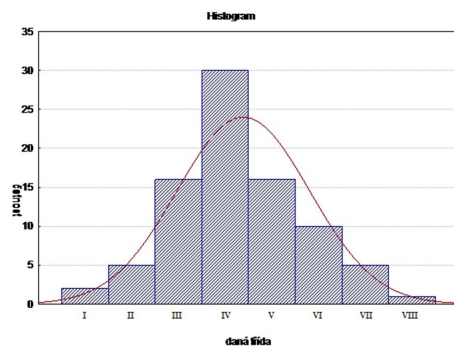
R ... rozpětí

$R = 25$

h ... šířka třídy

$h = 3$

Počet zapamatovaných slov	Označení třídy $m$	Počet žáků, kteří si slova zapamatovali
0-2	I	0
3-5	II	5
6-8	III	18
9-11	IV	46
12-14	V	13
15-17	VI	3
18-20	VII	0
21 - výše	VIII	0



## 4 Histogramy

### ○ Příklad 2:

Při sledování procesu přípravy formovací směsi byly zjištěny následující hodnoty vlhkosti. Sestavte histogram.

1	3,6	19	3	37	3,6	55	3,8	73	3,4	91	3,4	109	2,7
2	3,2	20	3,4	38	3,2	56	3,2	74	3,3	92	3,3	110	3
3	3	21	2,6	39	3,3	57	3,4	75	3,4	93	3,2	111	3,8
4	3,5	22	3,6	40	3,8	58	3,9	76	3,6	94	3,3	112	2,7
5	3,4	23	3,4	41	3,6	59	3,1	77	4,3	95	3,3	113	3,2
6	3,6	24	3,2	42	4,2	60	3,4	78	4	96	2,8	114	3,3
7	2,9	25	3,6	43	3,7	61	3,4	79	3,5	97	2,8	115	2,4
8	3,6	26	3,1	44	3,2	62	3,1	80	2,8	98	3,2	116	3,5
9	2,9	27	3	45	3,7	63	2,8	81	4,2	99	3,7	117	3,4
10	3,5	28	3,6	46	3,4	64	3	82	3,4	100	3	118	3,5
11	3,5	29	2,4	47	3,7	65	3,5	83	3,3	101	4	119	3,4
12	3,2	30	3,5	48	3,8	66	3,5	84	3,5	102	4	120	3,4
13	3,4	31	3,5	49	3,8	67	4,2	85	3,5	103	3,8	121	4,1
14	3,1	32	3	50	4	68	3,4	86	3,6	104	3,5	122	4
15	3,5	33	3,2	51	2,6	69	3,6	87	3,6	105	3,8	123	4
16	3,4	34	3,1	52	3,4	70	3,5	88	3,5	106	3,4	124	3,8
17	3,2	35	3,2	53	3,6	71	3,9	89	3,2	107	3,1	125	4,3
18	3,2	36	3,2	54	3,5	72	3,2	90	4	108	3,4		

## 4 Histogramy

### ○ 1. řešení:

- $R = \max - \min = 1,9$
- volíme délku třídy  $h = 0,2$
- určení počtu tříd  $k = R/h = 9,5 \rightarrow$  volíme  $k = 10$
- $n$  – četnost
- $f$  – relativní četnost
- $z$  – průměr třídy

Interval	Postupný zápis četnosti	$n_i$	$f_i$	$z_i$
2,40 - 2,59	II	2	0,016	2,495
2,60 - 2,79	III	3	0,024	2,695
2,80 - 2,99	IIII II	7	0,056	2,895
3,00 - 3,19	IIII IIII IIII	14	0,112	3,095
3,20 - 3,39	IIII IIII IIII I	21	0,168	3,295
3,40 - 3,59	IIII IIII IIII IIII IIII IIII	37	0,296	3,495
3,60 - 3,79	IIII IIII IIII II	17	0,136	3,695
3,80 - 3,99	IIII IIII I	11	0,088	3,895
4,00 - 4,19	IIII III	8	0,064	4,095
4,20 - 4,39	IIII	5	0,040	4,295

## 4 Histogramy

### ○ 2. řešení:

- $R = \max - \min = 1,9$
- volíme délku třídy  $h = 0,3$
- určení počtu tříd  $k = R/h = 6,3 \rightarrow$  volíme  $k = 8$  (nejmenší doporučená hodnota)
- $n$  – četnost
- $f$  – relativní četnost
- $z$  – průměr třídy

- stejně hodnoty vedou k jinému histogramu a k jiné obalové křivce, je nutné pečlivě zvážit počet tříd a jejich šířku

Interval	Postupný zápis četnosti	$n_i$	$f_i$	$z_i$
2,11 - 2,40	II	2	0,016	2,255
2,41 - 2,70	III	3	0,024	2,555
2,71 - 3,00	IIII IIII IIII	14	0,112	2,855
3,01 - 3,30	IIII IIII IIII IIII IIII IIII	28	0,224	3,155
3,31 - 3,60	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	50	0,400	3,455
3,61 - 3,90	IIII IIII IIII	15	0,120	3,755
3,91 - 4,20	IIII IIII I	11	0,088	4,055
4,21 - 4,50	II	2	0,016	4,355

# 5 Paretova analýza

## 5 Paretova analýza

- dr. Juran formuloval Paretův princip jako nástroj řízení kvality v r. 1980
- pojmenováno podle italského ekonoma V. Pareta, který zjistil nepravidelnost rozložení bohatství mezi lidmi, kdy značná část bohatství je vlastněna malou skupinou lidí
- **Motto:**
- Věnuj pozornost 20 % životně důležitých příčin a vyřešíš 80 % ztrát.
- Nástroj pro určení nejdůležitějších problémů, na které je nutné se zaměřit
- 80 % ztrát je způsobeno cca 20 % nejdůležitějšími příčinami
- životně důležitá menšina x triviální většina
- soustředí pozornost na tyto důležité příčiny, jejichž odstraněním lze dosáhnout nejlepšího zlepšení
- uspořádá příčiny podle jejich významu

### Tvorba Paretova diagramu

1. stanovení seznamu problémových kategorií
2. sběr dat do prvotní tabulky
3. setřídění četností dle velikosti
4. k četnostem je možné přiřadit i váhové koeficienty
5. sestrojení Lorenzovy (kumulativní) křivky

## 5 Paretova analýza

### ○ Příklad:

V průběhu měsíce byly kontrolou vytříděny vadné odlitky. Výskyt jednotlivých druhů vad byl zaznamenán do prvotní tabulky. Kterým vadám musí být pozornost věnována nejdříve?

### Prvotní tabulka

Kód vady	Název vady	Četnost
13	zatekliny	1
14	vyboulení	2
17	nedoržení rozměrů	1
21	přípečininy	1
22	zavaleniny	1
23	zálupy	7
24	nárosty, strupy	6
25	vyronky	4
41	bubliny	11
52	zadrogeniny	21

## 5 Paretova analýza

### Tabulka uspořádaných hodnot

Kód vady	Četnost	Kum. součet	Kum. součet %
52	21	21	38,18
41	11	32	58,18
23	7	39	70,91
24	6	45	81,82
25	4	49	89,09
14	2	51	92,73
13	1	52	94,55
17	1	53	96,36
21	1	54	98,18
22	1	55	100

### ○ Závěr:

Bude-li zvolena jako rozhodovací kritérium úroveň 80 % ztrát, pak jako životně důležité příčiny budou brány vady 52, 41, 23 a 24; tyto vady budou řešeny z hlediska příčin a jejich eliminace jednotlivě.

Ostatní vady nebudou nyní řešeny.

## 6 Bodový diagram, Stochastická závislost

## 6 Bodový diagram, Stochastická závislost

- při řešení různých technických problémů se setkáváme s tím, že zjištěné hodnoty jednoho znaku mohou být vztaženy k jinému znaku výrobku
- při určování stochastických závislostí se pracuje s dvourozměrnými statistickými soubory
- **typy stochastických závislostí:**
  - data jsou nezávislá (data jsou rozmístěna po celé ploše diagramu, hodnoty nekorelují)
  - lineární stochastická závislost
  - nelineární stochastická závislost (body jsou soustředěny kolem křivky)
- **Korelace** – vzájemná závislost dvou souborů dat
  - čím těsněji jsou body soustředěny kolem regresní přímky, tím silnější je vzájemná závislost (korelace)

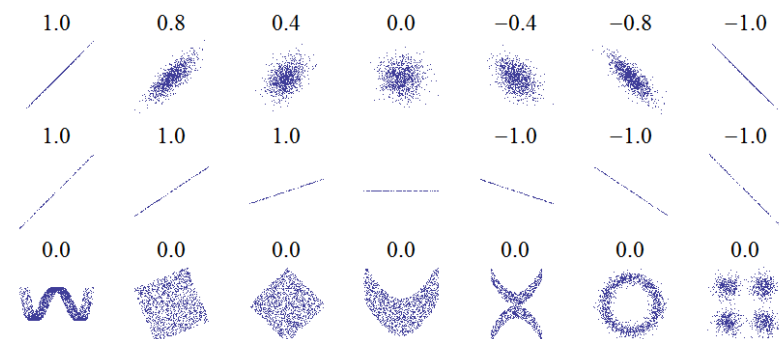
## 6 Bodový diagram, Stochastická závislost

- **korelační koeficient  $\rho$  (výběrový korelační koeficient  $r$ )** – míra závislosti korelace, lze ho použít za následujících předpokladů:
  - základní soubor, z něhož je náhodný výběr, má dvourozměrné normální rozdělení
  - závislost je lineární
- může nabývat hodnot  $<-1; 1>$
- pro  $r = +1, -1$  stochastická závislost přechází ve funkční vztah  $y = ax + b$
- **Výběrový korelační koeficient**

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1) \cdot s_x \cdot s_y}$$
- po určení výběrového korelačního koeficientu je nutné provést test jeho významnosti (podrobněji v KET/TME)

## 6 Bodový diagram, Stochastická závislost

- Příklady korelací



zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Korelace>



**DĚKUJI ZA  
POZORNOST**