Fakulta elektrotechnická

Katedra technologií a měření

KET/RJTD

4. přednáška – **Nástroje pro řízení a zdokonalování kvality** (pokračování)

3.4 Paretova analýza (str. 50)

- Paretův princip
- formulován jako nástroj ŘQ v r. 1980, kdy dr. Juran zjistil, že „nepravidelné rozložení kvality přináší vyšší ztráty“
- jev pojmenován podle italského ekonoma Vilfreda Pareta (již v 19. století zjistil nepravidelnost v rozložení bohatství mezi lidmi, největší část bohatství je vlastněna relativně malou skupinou osob)
- Princip 80% – 20% (až 95 – 5)

- je potvrzeno, že většina následků má původ v relativně malém počtu příčin,
- v oblasti kvality bylo nejčastěji se vyskytujících 5 – 20 % typů příčin nazváno „životně důležitou menšinou“
- naopak 80 – 95 % příčin, které se vyskytují mnohem méně, bylo nazváno „triviální většinou“
- protože platí, že je nutné věnovat pozornost všem negativním jevům ve výrobě, byl pojem „triviální většina“ přejmenován na „užitečnou většinu“

- Paretova analýza se používá:
- při rozhodování o opatřeních při snižování ztrát neshodných výrobků,
- v mnoha oblastech řízení výrobních organizací, např.:
  - zvýšení odbytu,
  - redukce potřebných zásob,
  - zlepšení organizace nákupu materiálu,
  - snížení nákladů na údržbu a opravy, atd.

- formulování cílů Paret. analýzy
- volba vhodných ukazatelů u zkoumaných statistických jednotek (výroby, funkční skupiny, vybrané vlastnosti výrobku, druhy neshod na daném výrobku apod.)
- zápis dat do prvotní tabulky1 (kvantifikace)
- uspořádání dat v tabulce 2 od největší četnosti k nejmenší
- provedení kumulativního součtu – kumulativní Lorenzova křivka
- Celkový kumulativní součet = 100 %
-
- stanovení kritéria pro rozhodování (např. 60 %)!!

- formulování cílů Paret. analýzy
- vyjádření kumulativního součtu jednotlivých neshod v % z celkového počtu hodnot
- kritérium pro rozhodování (např. 60 %) se označí na grafu
- Je patrné, které neshody je nutné odstranit pro splnění tohoto kritéria

grafické znázornění analýzy

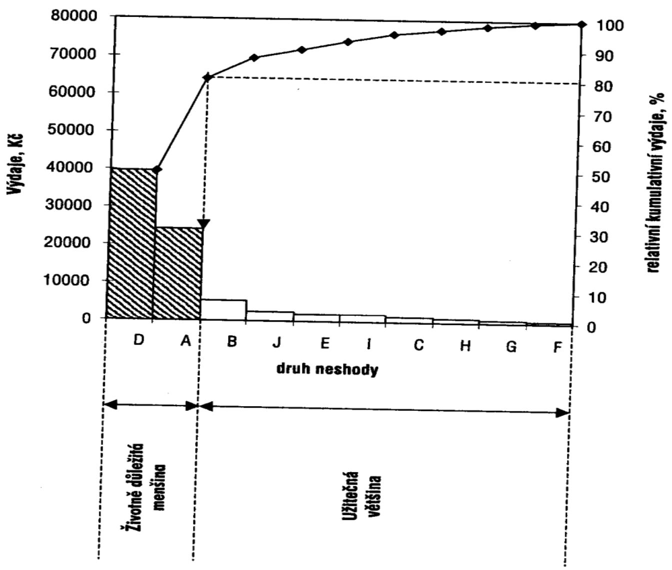
osa x: zkoumané jednotky (neshody)
osa y: ztráty v Kč, četnost neshod, rizika apod.

Tab. 10.1: Příklad tabulky prvotních údajů pro zpracování Paretova diagramu (výdaje vztahující se k výskytu neshod za hodnocené období)

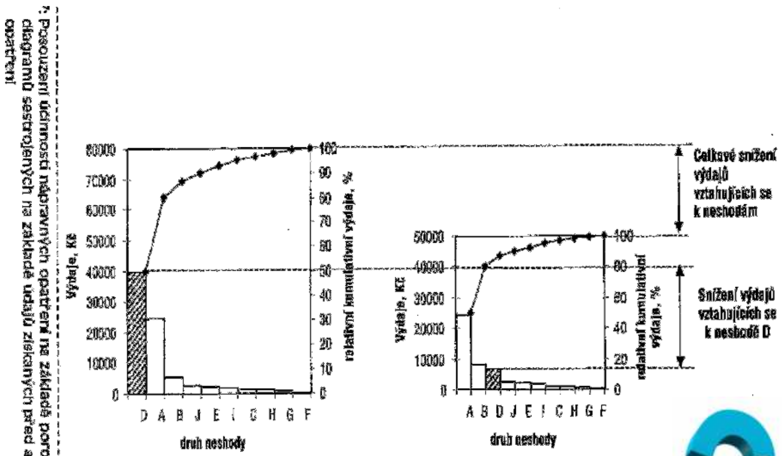
Druh neshody	Výdaje, Kč	Druh neshody	Výdaje, Kč
A	24200	F	500
B	5600	G	900
C	1300	H	1100
D	39800	I	2000
E	2100	J	2500

Tab. 10.2: Tabulka hodnot pro sestrojení Paretova diagramu

Druh neshody	Výdaje, Kč	Kumulativní výdaje, Kč	Relativní kumulativní výdaje, %
D	39800	39800	49,75
A	24200	64000	80,00
B	5600	69600	87,00
J	2500	72100	90,13
E	2100	74200	92,75
I	2000	76200	95,25
C	1300	77500	96,88
H	1100	78600	98,25
G	900	79500	99,38
F	500	80000	100



5: Paretův diagram a identifikace životně důležité menšiny při přesné platnosti pravidla 80/20



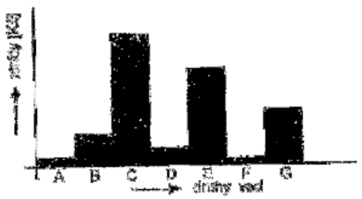
- analýza může být uplatněna:
- prostou četností jednotlivých položek (mají-li ukazatele stejnou důležitost),
- Při různé závažnosti jednotlivých položek (neshod) se přiřazují určité váhy (tj. bodové hodnocení dle závažnosti – 1, 5, 20, 100 apod.):

  - tím může dojít k přeskupení jednotlivých položek v původním grafu,

  - i méně četné závady s velkou váhou mohou představovat značnou finanční ztrátu

- *pozn.* výpočet nositele příčin ztrát = četnost *x* váha *x* cena v Kč

Hodnoty nesetříděné,
viz diagram nebo Tabulka 1

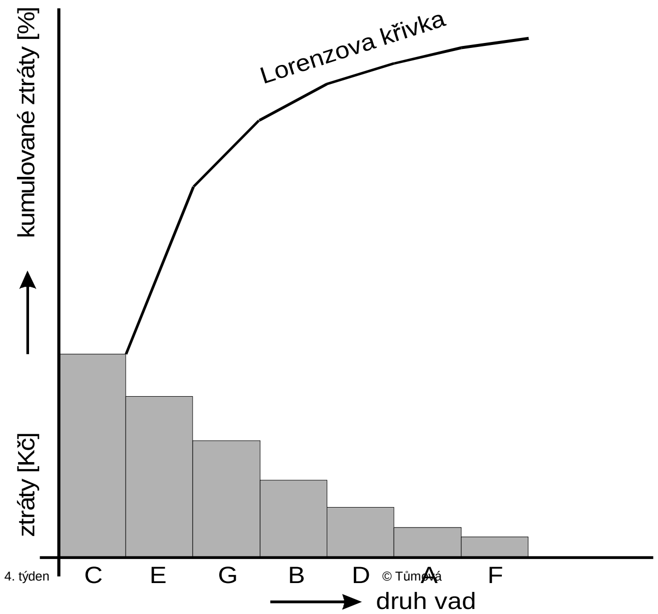


Obr. 3.3: Diagram ztrát

Hodnoty setříděné, viz tabulka 2

Druhy vad na výrobku	Ztráty (Kč)	Kumulované ztráty (Kč)	Kumulované ztráty (%)
C	$600 . 10^3$	$600 . 10^3$	37,5
E	$500 . 10^3$	$1100 . 10^3$	68,7
G	$240 . 10^3$	$1340 . 10^3$	83,8
B	$120 . 10^3$	$1460 . 10^3$	91,1
D	$80 . 10^3$	$1540 . 10^3$	96,2
A	$40 . 10^3$	$1580 . 10^3$	98,7
F	$20 . 10^3$	$1600 . 10^3$	100,0
CELKEM	$1600 . 10^3$	-	-

grafické znázornění analýzy



Paretův diagram

3.5 Histogramy (str. 52)

- sběr dat do tabulek, protokolů a deníků je u velkých souborů nepřehledný
- histogramy jsou mnohem přehlednější
- Určení počtu sloupců histogramu:

Rozsah výběru	Počet sloupců
Do 50	5 - 7
50 - 100	6 - 10
101 - 150	7 - 12
Nad 500	10 - 12

3.5.1 Sestavování základních dat (str. 52)

- vytvoření skupinového rozdělení četností – vytvoříme třídy (skupiny, intervaly)

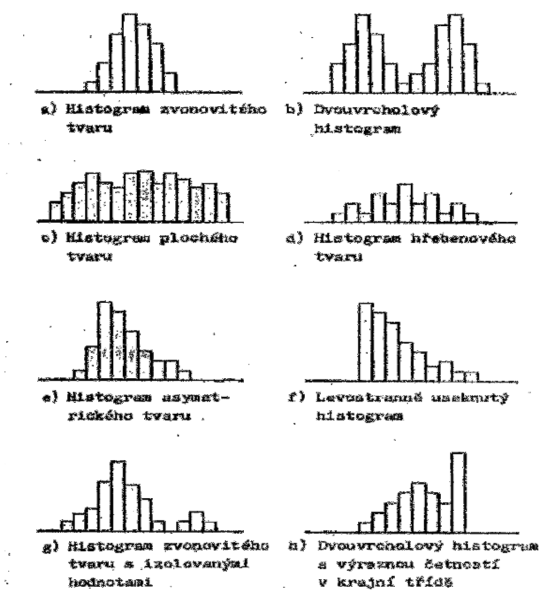
malý počet různých číselných hodnot

- při malém počtu různých číselných hodnot (např. 32,0; 32,1; 32,2; …; 33,0), kdy každá číselná hodnota tvoří samostatnou třídu, existuje jediná hodnota znaku X_j, kterou nazýváme třídní znak
- často se využívá i tzv. čárková metoda:

  např. 32,0 /// 32,1 / 32,2 /////

velký počet různých číselných hodnot

- při velkém počtu různých číselných hodnot (např. 32,001; 32,002; …; 33,000) seskupíme různé hodnoty do jednoho intervalu (třídy, skupiny)
- každá číselná hodnota musí být jednoznačně zařazena do určitého intervalu:
- např. 9,01 – 9,50 a 9,51 – 10,00 nebo 9,00 – 9,49 a 9,50 – 9,99,
- chybně jsou zvoleny intervaly o rozpětí 9,00 – 9,50 a 9,50 – 10,00



- je-li k (nebo m) počet intervalů (tříd),
  n celkový počet údajů (měření),
  h šířka (délka) intervalu (třídy)

- pak rozpětí souboru dat $R = X_{\max} - X_{\min}$
- vhodný počet intervalů (tříd) k – různé metody výpočtu

$$k_1 = R / h$$

$$k_2 = 1 + 3{,}3 \log n$$ (pro velký počet měření)

$$k_3 = 5 \log n$$

$$k_4 = \sqrt{n}$$

Pro n = konst., je počet tříd $k_2 < k_3 < k_4$

- volba šířky 1 intervalu (třídy, sloupce) h
  (šířky tříd se volí obvykle stejně široké)

Šířka intervalu h = R / počet intervalů,

nebo

$$h = 0{,}08\,R$$

nebo

$$h \le \frac{R}{12} \le 2h$$

$$0{,}05\,R \le h \le 0{,}08\,R$$

$$0{,}05\,R \le h \le 0{,}12\,R$$

- data pro vytvoření histogramu se uspořádají do tabulky rozdělení četností, která obsahuje

- třídní interval j-té třídy

$$X_{j\,\max} - X_{j\,\min}$$

- třídní znak (střed intervalu) j-té třídy

$$\overline{X_j} = \frac{1}{2}\left(X_{j\,\max} + X_{j\,\min}\right)$$

- absolutní, resp. relativní četnost

n_j resp. $f_j = n_j / n$

- kumulativní absolutní (její obalová plocha je distribuční funkce), resp. kumulativní relativní četnost

$$N_j = \sum_{j=1}^{k} n_j \quad \text{resp.} \quad F_j = \sum_{j=1}^{k} f_j$$

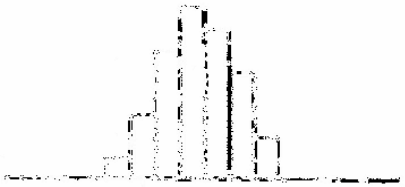
- celková kumulativní relativní četnost

$$F_j = \sum_{j=1}^{k} f_j = \sum_{j=1}^{k} \frac{n_j}{n} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{k} n_j = \frac{1}{n} n = 1$$

3.5.2 Tvary histogramů (str. 54)

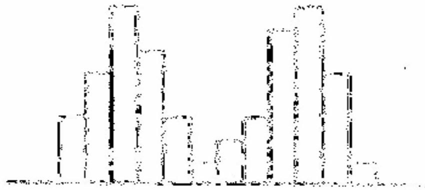
histogram zvonovitého tvaru

- představuje $N(\mu,\sigma^2)$ – tento histogram je ideální, jeho obal. plochou je Gaussova křivka
- vznikne tam, kde je proměnlivost vyvolána velkým počtem náhodných příčin,
- z nichž každá se podílí na celkové změně jen velmi malou složkou



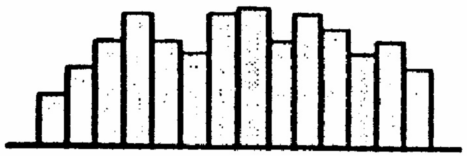
dvouvrcholový histogram

- charakterizován výrazným sedlem v okolí středu a dvěma vrcholy po obou stranách sedla
- vzniká obvykle spojením 2 souborů vzniklých za částečně odlišných podmínek,
- např. při smíšení dvou různých výrobních dávek ze dvou výrobních zařízení, dvou odlišně tepelně zpracovaných dávek, apod.



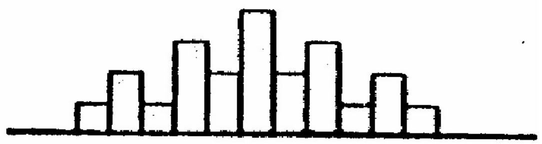
histogram plochého tvaru

- nemá výrazné vrcholy, na stranách ukončen symetricky
- průběh nastává např. při studiu změny průměru válečků vyráběných z tyčového materiálu (v průběhu obrábění způsobí opotřebení nože nárůst jejich průměru)
- podobný průběh je i při spojení více výrob. dávek vyrobených na zařízeních stejně přesných ale nastavených na různé úrovně



histogram hřebenovitého tvaru

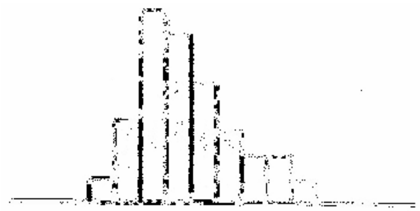
- charakteristické je pravidelné střídání vyšších a nižších hodnot v jednotlivých třídách
- v praxi je tento průběh vyvolán:
- přítomností chyb měření,
- nerespektováním přesnosti měření, začleňováním hodnot do intervalů
- nebo přítomností systematické chyby při zaokrouhlování



- při malých diferencích mezi četnostmi v sousedních třídách by v krajním případě mohlo jít o plochý diagram
- proto se doporučuje znovu přezkoumat postup, jak byly získány údaje, jakým způsobem byly zaokrouhleny výsledky měření, apod.
- až po vyloučení těchto skutečností se hledají další příčiny vzniku histogramu tohoto tvaru

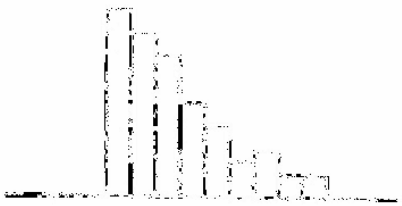
histogram asymetrického tvaru

- je-li vrchol umístěn nalevo od středu pole kolísání údajů, jedná se o tzv. pozitivní šikmost, v opačném případě šikmost negativní,
- takové rozdělení se interpretuje z různých pohledů
- např. nakloněné normální rozdělení (šikmost) nebo logaritmicko-normální rozdělení



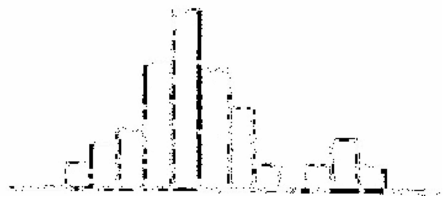
levostranně useknutý histogram

- má obvykle 1 vrchol; je jedno-, popř. oboustranně strmě ukončen
- důvodem bývá třídicí kontrola –
- ta vyřadí ze souboru výrobky, jejichž parametry leží nad mezní hodnotou T_H horního tolerančního pole nebo pod hodnotou T_D dolního tolerančního pole
- čím je rozptýlení výrob. procesu větší než toleranční pole, tím výraznější je useknutí



histogram zvonovitého tvaru s izolovanými hodnotami

- kromě základního skupinového rozdělení existuje malá separovaná skupina údajů
- ačkoliv tento typ rozdělení vypadá jako dvouvrcholový histogram, jde většinou o přítomnost tzv. odlehlých hodnot



- je třeba rozhodnout:

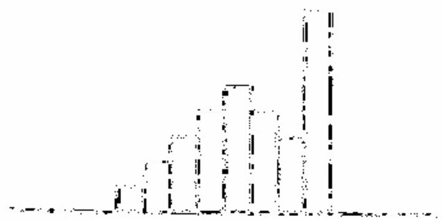
- jde o odlehlé hodnoty (pomocí tzv. testů odlehlé hodnoty) a ze souboru je vyřadit,

- nebo hodnoty patří do souboru a jejich velikost a počet svědčí:
  - o nedostatečné třídící kontrole,
  - chybném měření vzorků nebo
  - špatném zápisu, apod.

dvouvrcholový histogram s výraznou četností v krajní třídě

- diagram svědčí :

- o zkreslených údajích, nebo
- nevhodně připraveném a špatně poznamenaném experimentu, jehož výsledky jsou nepoužitelné



3.6 Bodové diagramy, stochastická závislost, korelační analýza (str. 57)

- existují různé typy stochastických závislostí

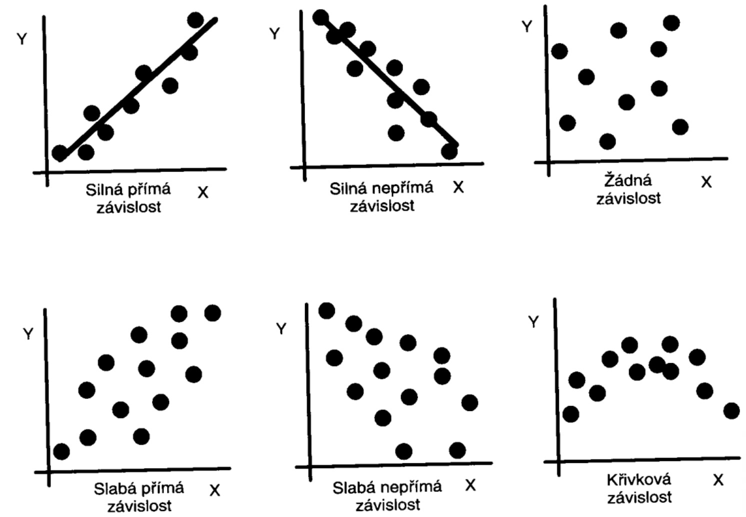
- 1. body jsou rozmístěny po celé ploše diagramu;

  jednotlivým hodnotám nezávisle proměnné x odpovídají libovolné hodnoty proměnné y – hodnoty nekorelují

- 2. čím těsněji jsou body soustředěny kolem regresní přímky, tím silnější je vzájemná závislost – korelace

- mírou závislosti je výběrový korelační koeficient r:

  nabývá hodnot v intervalu $\langle -1, +1 \rangle$



- koeficient korelace výběrového souboru

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2\right]\left[\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2\right]}} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$$

kde $\bar{x}, \bar{y}$ … výběr. průměry určené z hodnot x_i a y_i

s_x a s_y … směr. odchylky náhod. proměnných X, Y

s_{xy} … odhad kovariance, který se vypočte ze vztahu

$$s_{xy} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

- koeficient korelace základního souboru

$$\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

Uvědomit si rozdíl mezi *r* a *ρ* !!

jednoduchá lineární regrese

- každá hodnota X_i je hodnota náhodné veličiny, která má rozdělení N(a+bx_i, s^2)
- předpokládáme konstantní rozptyl pro určitou hodnotu Y_i,
- očekávaná hodnota na přímce y_i=a+bx_i
- pro každou hodnotu existuje základní soubor y_i s rozdělením N(μ,$σ^2$.)

jednoduchá lineární regrese

- očekávané hodnoty leží na přímce

$$y = a+bx ,$$

  tato závislost je lineární regrese;

- kde b … regresní koeficient (určuje sklon přímky),
- a … posun na ose y

Konec 4.přednášky

D Ě K U J I
Z A
P O Z O R N O S T