

Variabilita parametrov kvality a stratová funkcia

Benková Marta¹, Floreková Lubica¹ a Bogdanovská Gabriela¹

The variability of quality parameters and loss function

The object of this paper is assign the advantage of conjoint exploit the methods for the analysis and the valuation of the quantitative indicators quality of the different products. From statistical point of view maintenace or transgress of the permissible tolerance interval of these indicators means their different variability. The high variability of the quality parameters is quadratically connected with the costs of the nonconformance/nonquality. The complementary approach to the same problem have always higher cancellation value than the application of only the statistical or only the economical valuation form.

Key words: variability of quality parameter, target value, tolerance interval, quality loss function, cost of nonquality.

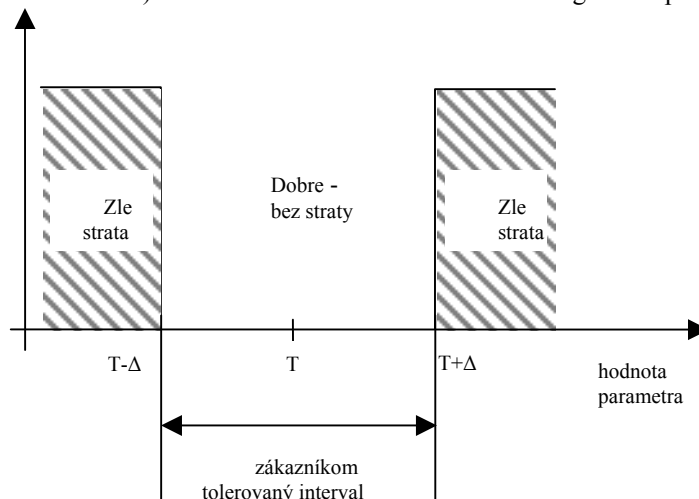
Motto:

Najväčším problémom priemyslu sú nezhody/chyby spôsobené variabilitou.

Nelson, 1960

Prístupy ku kvalite

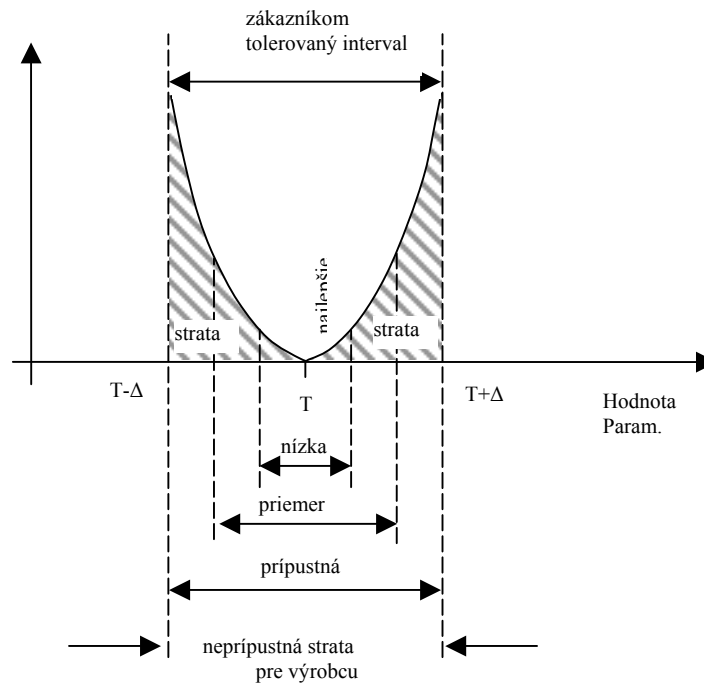
Existuje dvojaký jazyk, ktorý sa používa vo firmách: jazyk peňazí a jazyk produktov (Juran, 1964). Jazyk peňazí, t.j. zisky a straty, je jazyk topmanažérov, kým jazyk vecí, produktov, t.j. variability, premenlivosti, je jazyk inžinierov a najnižšej úrovne manažérov. Stredný manažment býva dvojjazyčný, z čoho vyplýva potreba nájsť metodiku, ako priblížiť variabilitu ekonómom a preložiť ju do termínov monetárnych hodnôt, ktoré chápe top manažment. Tento problém vyriešil Taguchi (1978) vytvorením tzv. stratovej funkcie kvality (Quality Loss Function - QLF). Základom QLF je ekonomická strata, ktorá môže byť znižovaná kontinuálnym znižovaním variability procesov / produktov / služieb a kvantifikovateľná hodnotou straty vo vzťahu k variabilite a množstvu peňazí. Taguchi predpokladal, že produkt, ktorého žiadaná hodnota T (Target) sledovaného ukazovateľa (typického parametra, charakteristiky kvality) nie je dosiahnutá, nie je rovnako nezhodný z hľadiska nákladov, resp. ich straty, čo znamená, že s rastom „vzdialenosti“ od žiadanej hodnoty rastie aj strata L . Taguchi zmenil tradičný prístup NIM (nominal is best) - obr. 1 k hodnoteniu nezhôd na tzv. Taguchiho prístup - obr. 2.



Obr. 1. Tradičný prístup „NIM“ ku kvalite.

Fig. 1. The traditional approach „NIM“ to the quality.

¹ Ing. Marta Benková, CSc., Doc. Ing. Lubica Floreková, CSc., Ing. Gabriela Bogdanovská, Department of Informatization and Process Control, F BERG, TU of Košice
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 11. 1. 2005)



Obr. 2. Taguchiho prístup QLF ku kvalite.
Fig. 2. Taguchi approach QLF to the quality.

Taguchiho stratová funkcia

Stratová funkcia L má teda priamo ekonomický vzťah k variabilite. Každá odchýlka od ideálnej žiadanej hodnoty T má za následok ekonomickú stratu, ktorú možno vyčíslit' pomocou kvadratického vzťahu

$$L = k \cdot (X - T)^2,$$

- kde L - strata vyjadrená vo finančných hodnotách (inkrementálna strata),
 k - nákladový koeficient,
 T - žiadaná hodnota,
 X - skutočná hodnota kvalitatívneho ukazovateľa.

Spravidla sa nákladový koeficient vypočítava zo vzťahu

$$k = \frac{A}{\Delta^2},$$

- kde A - náklady na nápravné opatrenia, ktoré vyjadrujú zmeny o hodnotu Δ ,
 Δ - hodnota zmeny.

Príklad 1

Charakteristika kvality je požadovaná v intervale $T \pm \Delta = 0,50 \pm 0,02$ merných jednotiek. Zo záznamov analýzy kvality vyplýva, že Δ je často väčšie ako 0,02, z čoho sa dá predpokladať, že výrobok sa počas záručnej doby a jeho oprava bude stáť 50 Sk. Potom

$$k = \frac{A}{\Delta^2} = \frac{50}{0,004} = 12,5 \cdot 10^4,$$

$$L(X) = k \cdot (X - T)^2 = 12,5 \cdot 10^4 \cdot (x - 0,5)^2.$$

Ak by sme ale dosiahli $\Delta = \pm 0,01$, potom predpokladaná strata bude

$$L(0,01) = 12,5 \cdot 10^4 \cdot (0,01)^2 = 12,50 \text{ Sk.}$$

kým

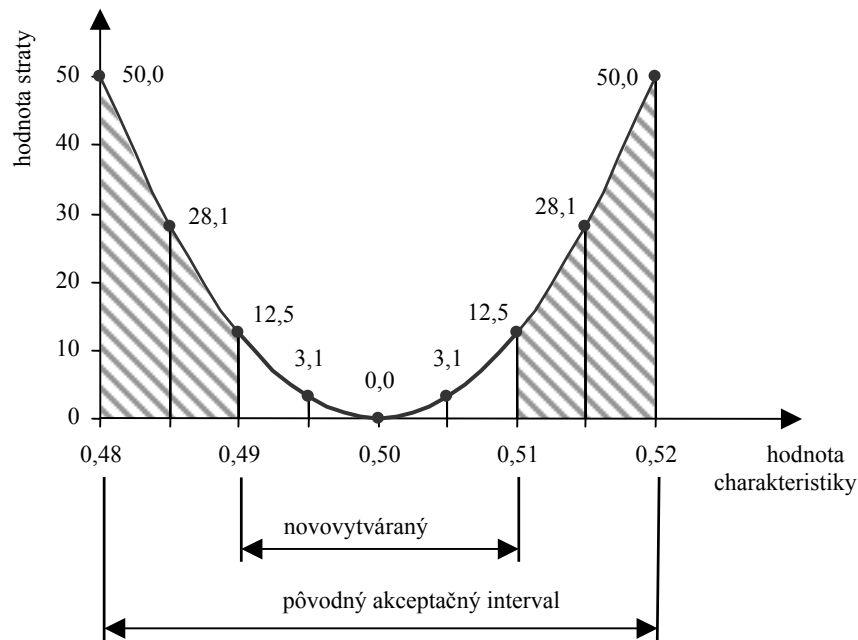
$$L(0,02) = 12,5 \cdot 10^4 \cdot (0,02)^2 = 50\text{Sk.}$$

Záver:

Pri tolerancii $\pm 0,02$ voči žiadanej hodnote 0,5 je strata 50Sk,
pri tolerancii $\pm 0,01$ voči žiadanej hodnote 0,5 je strata 12,5Sk.

Teda: **Tolerancia sa „zúžila“ o 50 %,**
ale: **strata sa znížila o 75 %.**

Na grafickom priebehu QLF (obr.3) je možné veľmi rýchlo zistiť, aké hodnoty straty „prinášajú“ medzihodnoty v danom obojstranne symetrickom tolerančnom intervale, resp. aké úspory prinesie jeho zúženie.



Obr. 3. Hodnota jednotkovej straty pre príklad 1.
Fig. 3. The value of the unit loss for the example 1.

Príklad 2

Podnik ročne vyrobí 20 kt produktu, ktorý distribuuje v big bagoch s hmotnosťou $T = 50$ kg, s toleranciou 0,5 kg (len viac). Cena 1 kg je 50 Sk. Pri vážení sa pracovníci „poistili“ a tak majú vrecia až o 1 kg viac.

Pri $T=50$ kg je počet vriec ročne $200 \cdot 10^3 \cdot 10^3 / 50 = 4,00 \cdot 10^6$ ks,
 $T=50,5$ kg $200 \cdot 10^3 \cdot 10^3 / 50,5 = 3,96 \cdot 10^6$ ks,
 $T=51$ kg $200 \cdot 10^3 \cdot 10^3 / 50 = 3,92 \cdot 10^6$ ks.

Pri predpoklade, že navýšenie bude iba 0,5 kg, je strata 25 Sk, teda

$$k = \frac{25}{0,5^2} = 100, \quad L(0,5) = 100(50,5 - 50)^2 = 25\text{Sk.}$$

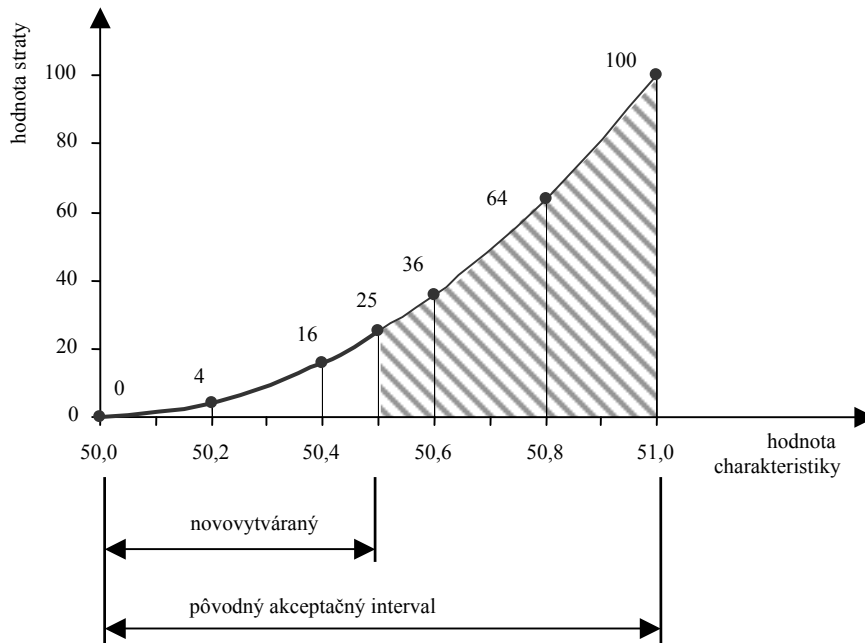
Pri navýšení o 1 kg bude $L(1) = 100(51 - 50)^2 = 100\text{Sk.}$

Zmena tolerancie o polovicu, z 1 kg na 0,5 kg, znižuje straty na 1 vrece zo 100 na 25 Sk, teda o 75 %.

Distribúcia $4,00 \cdot 10^6$ ks vriec á 2 500,-Sk = 10^{10} Sk,
 $3,96 \cdot 10^6$ ks vriec á 2 525,-Sk = $9,999 \cdot 10^9$ Sk,
 $3,92 \cdot 10^6$ ks vriec á 2 550,-Sk = $9,996 \cdot 10^9$ Sk,

z čoho vyplýva, že presnejším vážením vznikne **úspora $3 \cdot 10^6$ Sk.**

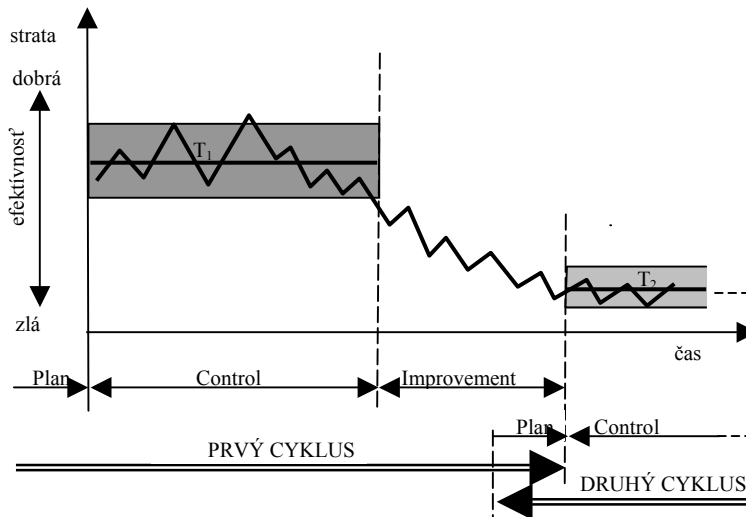
V tomto prípade je tolerančný interval pravostranný a jeho stratová funkcia má priebeh podľa obr.4.



Obr. 4. Hodnota jednotkovej straty pre príklad 2.
Fig. 4. The value of the unit loss for the example 2.

Záver

Z uvedených príkladov vyplýva, že je vhodné využiť existujúcu analýzu sledovaných normovaných ukazovateľov kvality rôznych procesov/produktov/služieb, vyjadrenú intervalmi ich spoľahlivosti, resp. klasickými štatistickými charakteristikami, aj na ekonomické zhodnotenie vplyvu ich nedodržania. V zmysle Juranovej trilógie PCI (Plan, Control, Improvement) (obr. 5) slúžia nápravné opatrenia na „spevnenie“ štandardov kvality objektívne merateľných a dosiahnuteľných, teda na zníženie tolerančných intervalov a Taguchiho stratová funkcia QLF umožňuje ohodnotiť ich prínos z ekonomického hľadiska.



Obr. 5. Juranova trilógia zlepšovania kvality – PCI.
Fig. 5. Juran's quality improvement trilogia – PCI.

Literatúra -References

- Floreková, E., Benková, M., Bednárová, D., Gondoľová, L., Plichtová, B.: Metódy a prostriedky pre zabezpečovanie kvality, *Košice, 1999, ISBN 80-7099-411-X*.
- Floreková, E., Benková, M.: The Methods of Process Analysis and Statistical Quality Assurance. *General Modul 5, Project IMVOCED TU – ICV Košice, 2002*.
- Floreková, E., Benková, M.: Vlastnosti, skúšanie a kontrola kvality materiálov. *Študijný materiál pre kurz Q-STROJCHEM, 3.časť SPC, ICV TU v Košiciach, 2002*.
- Juran, J.: Planning for Quality. *Free Press, London, 1988*.
- Oakland, J. S.: TQM. *Butterworth/Heimann, London, 1992*.
- Price, F.: Right first time - Using quality Control for Profit. *Gower Pbl., Cambridge, 1984*.
- Schneiderman, A. M.: Optimum Quality Costs and Zero Defect. *Quality Prognosis 19, N°11, 1986, p.29-36*.
- Taguchi, G.: System of Experimental Design. *McGraw Hill, New York, 1987*.