

## Tyrimų kokybės tikrinimo (PT) statistinio įvertinimo metodika

### 1. Tyrimų kokybės tikrinimo mėginių homogeniškumo tikrinimas

Mėginių homogeniškumas tikrinamas pagal ISO 13528:2022 standarto B priedo B1, B2 ir B3 dalis. Atsitiktine tvarka iš visos partijos atrenkama po 10 reprezentatyvių mėginių kiekvienam rinkinio mėginiui, kad nustatyti pieno sudėtį (riebalai, baltymai) ir užšalimo temperatūrą. Tyrimas atliekamas keturiais pakartojimais.

Homogeniškumo tyrimo rezultatas pateikiamas kaip:

$$x_{tk}$$

čia

$t$  - mėginio numeris;

$k$  – mėginio pakartotinio tyrimo numeris.

Apskaičiuojame matavimo rezultatų aritmetinį vidurkį:

$$x_t = \frac{x_{t1} + x_{t2}}{2};$$

Skirtumas tarp mėginio pakartotinių tyrimų:

$$w_t = |x_{t1} - x_{t2}|;$$

Skaičiuojame visuotinį vidurkį:

$$\bar{x}_t = \frac{\sum x_t}{n};$$

Skaičiuojame mėginio vidurkio standartinį nuokrypį:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum (x_{ti} - \bar{x}_t)^2}{n - 1}};$$

Skaičiuojame mėginio vidinį standartinį nuokrypį:

$$s_w = \sqrt{\frac{\sum w_t^2}{2n}};$$

Skaičiuojame homogeniškumo standartinį nuokrypį:

$$s_s = \sqrt{s_x^2 - \frac{s_w^2}{2}};$$

Mėginio homogeniškumo sąlyga:

$$s_s \leq 0,3\sigma_{PT}$$

Čia  $\sigma_{PT}$  – PT tyrimų standartinis nuokrypis.

## **2. Tyrimų kokybės tikrinimo mėginių stabilumo tikrinimas**

Mėginių stabilumas tikrinamas pagal ISO 13528:2022 standarto B priedo B4 ir B5 dalis. Stabilumo įvertinimui iš visos partijos atrenkama po 10 pieno mėginių kiekvienam rinkinio mėginiui, kad nustatyti pieno sudėtį (riebalai, baltymai) ir užšalimo temperatūrą. Tyrimas atliekamas keturiais pakartojimais. Tyrimo tvarka ir sąlygos nustatytos pagal reikalavimus B priedo B4 dalyje.

Stabilumo tikrinimo tyrimo rezultatas pateikiamas kaip:

$$y_{tk}$$

čia

$t$  - mėginio numeris;

$k$  – mėginio pakartotinio tyrimo numeris.

Skaičiuojame visuotinį vidurkį:

$$\bar{y}_t = \frac{\sum y_t}{n}$$

Mėginio stabilumo sąlyga:

$$|\bar{x}_t - \bar{y}_t| \leq 0,3\sigma_{PT}$$

čia  $\sigma_{PT}$  – PT tyrimų standartinis nuokrypis.

Tyrimų kokybės tikrinimo mėginių homogeniškumo ir stabilumo tikrinimas pageidautina atliekamas tuo pačiu matuokliu.

## **3. Tyrimų kokybės tikrinimo rezultatų analizė**

### **3.1 Tyrimų kokybės tikrinimo rezultatų statistinė analizė**

Tyrimų kokybės tikrinimo statistinei rezultatų analizei yra naudojama atsparioji statistika pagal ISO 5725-5:1998 , ISO 5725-5:1998/Cor 1:2005.

#### **3.1.1 Algoritmas A**

Naudojame algoritmą A, aprašyta standarto 6.2 punkte.

Gauti rezultatai išrūšiuojami didėjančia tvarka

$$x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_p$$

Pasižymime atsparųjį vidurkį kaip  $x^*$ , ir atsparųjį standartinį nuokrypį kaip  $s^*$ .

Paskaičiuojame pradines  $x^*$  ir  $s^*$  vertes:

$$x^* = \text{mediana } x_i \quad (i = 1, 2, \dots, p)$$

$$s^* = 1,483 \times \text{mediana } |x_i - x^*| \quad (i = 1, 2, \dots, p)$$

Paskaičiuojame

$$\varphi = 1,5s^*$$

Atliekame visų  $x_i$  verčių pervertinimą:

$$x_i^* = \begin{cases} x^* - \varphi & \text{jei } x_i < x^* - \varphi \\ x^* + \varphi & \text{jei } x_i > x^* + \varphi \\ x_i & \text{kitais atvejais} \end{cases}$$

Perskaičiuojame naujas  $x^*$  ir  $s^*$  vertes:

$$x^* = \sum_{i=1}^p \frac{x_i^*}{p};$$

$$s^* = 1,134 \sqrt{\sum_{i=1}^p \frac{(x_i^* - x^*)^2}{p-1}}$$

### 3.1.2 Bendrieji statistiniai rodikliai

Individualus dalyvio pakartojamumo standartinis nuokrypis  $s_{ri}$  yra paskaičiuojamas iš dalyvio atsiųstų matavimo duomenų:

$$s_{ri} = \frac{w_i}{\sqrt{2}};$$

Čia  $w$  – 2 matavimų skirtumas.

Bendras PT

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum s_{r,i}^2}{q}};$$

Atsparusis vidurkio standartinis nuokrypis  $s_x$  yra paskaičiuojamas iš duomenų, gautų pagal algoritmą A:

$$s_x = s^*;$$

Tarplaboratorinis standartinis nuokrypis  $s_L$ :

$$s_L = \sqrt{\max\left(0; \left(s_x^2 - \frac{s_r^2}{n}\right)\right)};$$

Atkuriamumo standartinis nuokrypis  $s_R$ :

$$s_R = \sqrt{s_L^2 + s_r^2};$$

PT standartinis nuokrypis:

$$\sigma_{PT} = \sqrt{\max\left(0; \left(s_R^2 - s_r^2 \left(1 - \frac{1}{m}\right)\right)\right)}$$

Čia  $m$  – vidutinis matavimo pakartojimų skaičius.

PT dalyvių rezultatų neapibrėžties sandas:

$$u_{PT} = 1,25 \left(\frac{s^*}{\sqrt{n}}\right);$$

Priskirtosios vertės neapibrėžties dydžio riba:

$$u_{PT} < 0,3\sigma_{PT}$$

Skirtumas nuo priskirtos vertės:

$$d = x_{ref} - x_{vid}$$

čia:

$x_{ref}$  – priskirtoji vertė;

$x_{vid}$  – dviejų matavimų vidurkis.

Visuminės sistemingosios paklaidos standartinis nuokrypis atskiram dalyviui  $s_d$ :

$$s_d = \frac{d}{\sqrt{2}}$$

$z'$  – balas ( $z'$  – score) skaičiuojamas:

$$z' = \frac{x_{vid} - x_{ref}}{\sqrt{(s^*)^2 + u_{PT}^2}};$$

$z'$  – balo vertinimas

Kai dalyvis pateikia rezultatą:

$|z'| \geq 3,0$  yra peržengta kontrolinė linija. Šiuo atveju dalyvis turi išanalizuoti galimas tokio rezultato priežastis ir imtis priemonių situacijos pagerinimui.

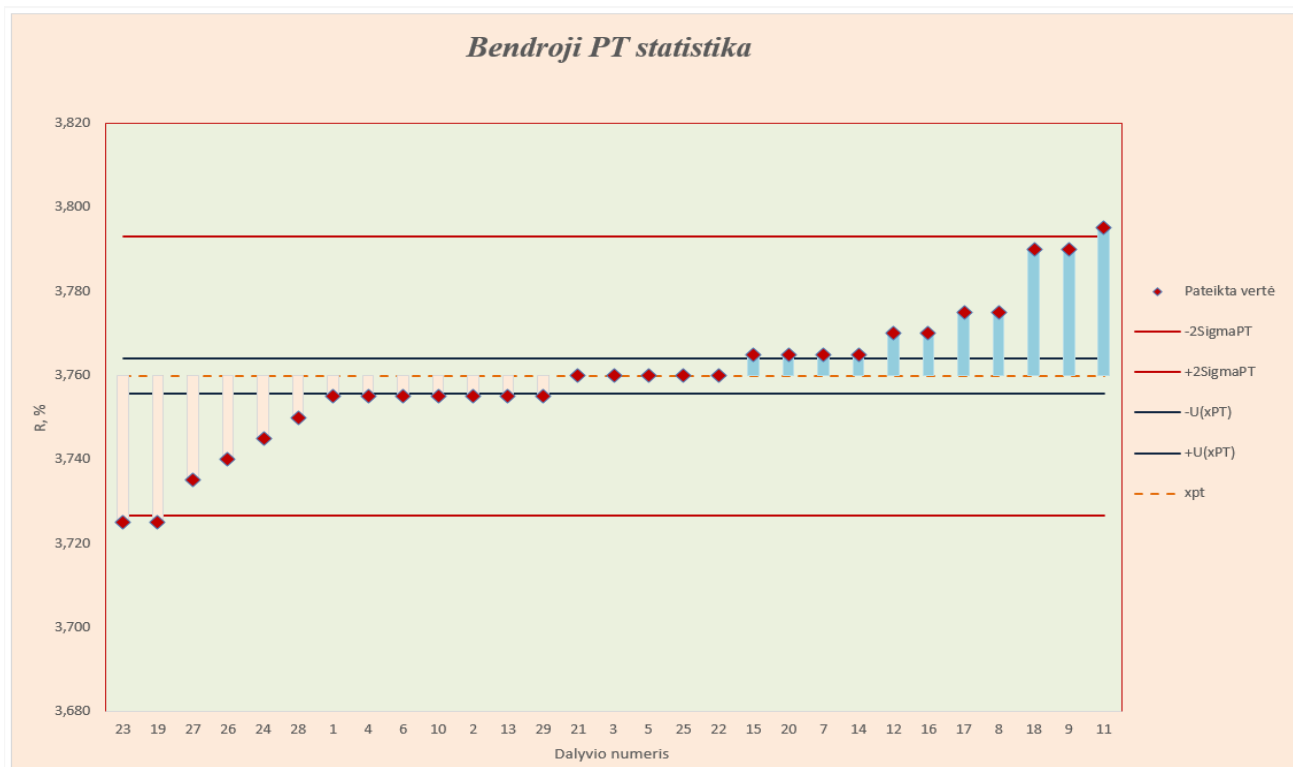
$2,0 < |z'| < 3,0$  yra peržengta įspėjamoji linija. Šiuo atveju dalyvis turi išanalizuoti galimas tokio rezultato priežastis.

$|z'| \leq 2,0$  rezultatas yra tinkamas.

### 3.1.3. Bendroji statistika

Kadangi PT dalyviai turi matyti ne tik savo rezultato įvertį, bet ir bendrą PT charakteristiką įvedama bendroji statistika. Ją sudaro dvi dalys. Pirma dalis - dalyvių rezultatų pozicija PT standartinio nuokrypio ir priskirtosios vertės neapibrėžties atžvilgiu. Antra dalis susideda iš Kernelio tankio funkcijos atvaizdavimo dalyvių rezultatams. Bendroji statistika parengta pagal ISO 13528:2022 standarto E priedą.

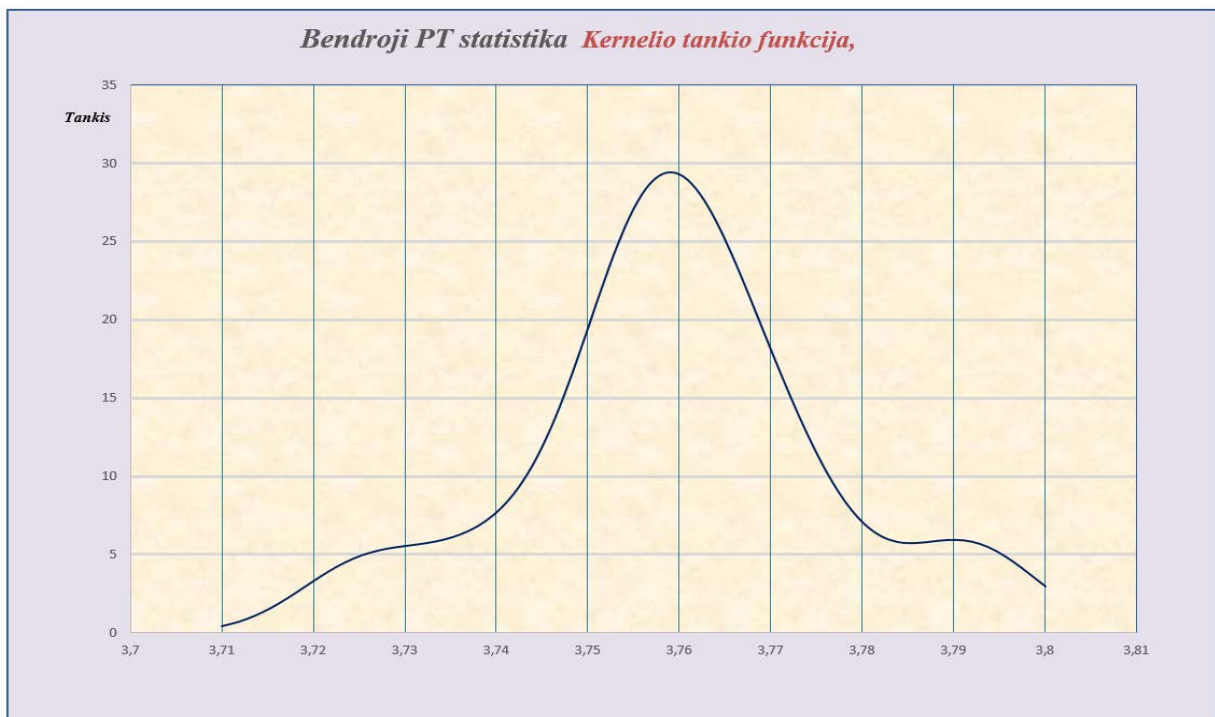
1 dalis. PT rezultatų bendras statistinis vaizdas



Šiame grafike visų dalyvių rezultatai yra išrikiuojami nuo mažiausios vertės link didžiausios. Grafike pateikiamos dvi ribinės zonos. Tai priskirtosios vertės išplėstinės neapibrėžties zona ( $\pm U_{xPT}$ ) ir PT standartinio nuokrypio dviguba zona ( $\pm 2\sigma_{PT}$ )

2 dalis. Kernelio tankio funkcija

Kernelio tankio funkcija (angl. *kernel density function*, KDF) yra statistinis metodas, naudojamas duomenų paskirstymo įvertinimui. Ji yra pagrįsta neparimetriniu metodu, vadinamu Kernelio tankio įvertinimu (*kernel density estimation*, KDE), kuris leidžia iš skaitinių duomenų rinkinio sukurti lygią ir nuolatinę tikimybinę tankio funkciją.



Kernelio tankio įvertis duotai duomenų imčiai  $X_1, X_2, \dots, X_N$  apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right),$$

kur:

- $\hat{f}(x)$  yra tankio funkcijos įvertis tam tikroje vietoje  $x$ ,
- $n$  – duomenų taškų skaičius,
- $h$  – juostos plotis (*bandwidth*), kuris kontroliuoja glotnumo lygį,
- $K$  – kernelio funkcija, kuri apibrėžia taškų svorį, atsižvelgiant į jų atstumą nuo  $x$ .

Palyginamųjų tyrimų kontekste KDE yra ypač naudinga analizuojant ir vizualizuojant duomenis, kai svarbu įvertinti jų pasiskirstymo skirtumus tarp grupių. KDE dažnai naudojamas statistinėse analizėse, norint:

1. Palyginti skirtingų duomenų grupių pasiskirstymą.
2. Vizualizuoti duomenų tankumą tam tikrame intervale.
3. Aptikti duomenų pasiskirstymo tipus (pvz., vienmodalį, dvimodalį ir pan.).

Naudojamoje Kernelio tankio funkcijoje, kiekvienas duomenų taškas yra naudojamas kaip Gauso funkcija (varpas).

Parengė: V. Petrauskas, Laboratorijos vadovas.

2024 12 30