

Téma praktického cvičení:

STANOVENÍ TLOUŠTKY KŘÍDOVÉHO PAPIRU PRO ZKUŠEBNÍ NÁTĚR

SOUHRN

Statistické hodnocení výsledků experimentů patří v rámci praktických cvičení z předmětu Znehodnocování a povrchové úprav materiálů mezi základní technik při zpracování závěrů o korozi odolnosti materiálů a souhrnné jakosti povrchové úpravy.

Předmětem praktického cvičení je stanovení tloušťky křídového papíru pro zkušební nátěr pomocí statistického hodnocení naměřených hodnot. Tloušťka se vyjadřuje intervalem spolehlivosti, vypočítaným pomocí softwarových aplikací, např. Descriptive Statistics (Android) nebo Statcato, Excel (Windows) na úrovni 95 % pravděpodobnosti.

Pro úlohu je vydán tento metodický pokyn, s uvedením příkladu řešení.



Experimentální část

1 Výběrový soubor

Tloušťka se měří pomocí digitálního tloušťkoměru CM-8825FN (Proinex Instruments) na křídovém papíru položeném na feromagnetickém standardu. Měření se provádí náhodně na vybraných místech plochy papíru min. 2 cm od okrajů.

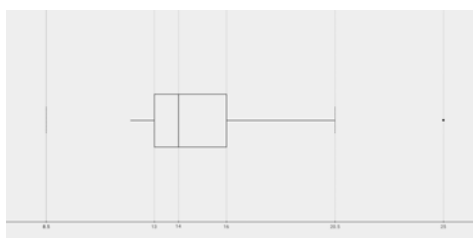
Po startu vybrané aplikace se provede podle metodiky autora aplikace v menu "Explore Data" zadání naměřených hodnot x_1 až x_n . V rámci úloh se zadává minimálně 12 naměřených hodnot.

Úloha	Výběrový soubor hodnoty tloušťky (μm)														
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}
1															

Tab. – Experimentální hodnoty výběrového souboru tloušťky křídového papíru pro zkušební nátěr

2 Stanovení extrémních odchylek

V aplikaci se otevře menu a podle metodiky výrobce zvolí příkaz „Box Plot“. Na obrazovce se objeví krabicový graf (obr. 1).



Obr. 1 – Krabicový graf (vzor) s vyznačením extrémních odchylek

Pokud se vyskytuje mimo graf minimální a/nebo maximální hodnota $x_{\min}$, a/nebo $x_{\max}$, považují se hodnoty za extrémní odchylky a vylučují se ze souboru. V případě extrémní odchylky je třeba pro další hodnocení vyloučit extrémní hodnoty ve zvoleném listu „Explore Data“ a další hodnocení provést s redukováným výběrovým souborem.

3 Stanovení výběrových charakteristik

Zpracováním hodnot x_1 až x_n výběrového souboru se pomocí aplikace získají podle rovnic 1 až 3 výběrové charakteristiky:

Výběrový průměr:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Výběrová směrodatná odchylka:

$$s = \sqrt{s^2}, \quad (2)$$

kde

s^2 je výběrový rozptyl:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

4 Stanovení intervalového odhadu střední hodnoty μ

Zpracováním hodnot výběrového souboru x_1 až x_n s použitím vypočtených výběrových charakteristik $\bar{x}$ a s se stanoví s pravděpodobností 95 % (confidence level 0,95) spodní a horní hranice intervalu spolehlivosti (Lower and Upper Limit of Confidence Interval CI):

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha(n-1)} * \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

kde

$t_{\alpha(n-1)}$ je tabelovaná kritická hodnota t-rozdělení pro počet stupňů volnosti $\nu = n-1$ při hladině významnosti α . Pro informativní testování se uvádí „Confidence Level“ 0,90, pro rozhodující testování 0,95.



Dosažené výsledky

5 Stanovené výběrové charakteristiky; Stanovený interval spolehlivosti

Tab. 2

Ukazatel	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Výběrový průměr $\bar{x}$	μm		
Výběrová směrodatná odchylka s	μm		
Interval spolehlivosti $\langle x_{ci, \min}; x_{ci, \max} \rangle$	μm		
Hladina pravděpodobnosti	%		
Pravděpodobná tloušťka papíru	μm		Použito v rámci úloh 10
Gramáž papíru	$g \times m^{-2}$		

6 Závěr

Použitím aplikace (uvést označení) byl experimentálně stanoven interval spolehlivosti tloušťky křídového papíru pro zkušební nátěr $\bar{x} \pm x_{ci}$ (μm) a v rámci úlohy 10 bude použita tloušťka papíru odpovídající průměrné hodnotě $\bar{x}$.



Metodika výpočtu intervalu spolehlivosti s použitím aplikace StatCato:



Do menu „DATA“, sloupce C1 se postupně zapíše 12 naměřených hodnot tloušťky křídového papíru:

156, 152, 160, 160, 164, 161, 155, 152, 159, 153, 158



V menu „Statistics“ se postupuje na „Basic Statistics“ a „Descriptive Statistics“, do „Input Variable“ se zapíše C1 a provede výběr požadovaných hodnot výpočtu:

Mean (Průměr) x

Standard Deviation (Směrodatná odchylka) s



Do protokolu se zapíše výsledek:

x = 157 μm

s = 3,98



Zvolí se menu „Statistics“ > „Confidence Interval“ -> „1-Population Mean“, do „Samples in column“ se zapíše C1 pro „Unknown Population Standard Deviation“, a nakonec zapíše „Confidence level“ 0,95



Do protokolu se uvádí vypočtený „Confidence interval“ (Interval spolehlivosti) pro konfidenční úroveň 95 %:

< 155 μm ; x= 157 μm ; 160 μm >



Do protokolu se uvádí vzhledem k nízkému rozptylu intervalu spolehlivosti pravděpodobná tloušťka křídového papíru použitá pro úlohu 10 odpovídající hodnotě výběrového průměru 157 μm .

Materiální zabezpečení:

Váha s přesností 10-3 g; digitální tloušťkoměr CM-8825FN (Proinex Instruments); softwarová aplikace statistiky EXCEL; Křídový papír 1 dm²; psací potřeby; deník; metodický pokyn úlohy 9