

Wyznaczanie błędu nieliniowości δ_{nl}

Wartość błędu nieliniowości δ_{nl} określa wzór:

$$\delta_{nl} = \frac{\Delta Y_{MAX}}{Y_{MAX} - Y_{MIN}} \cdot 100\% ,$$

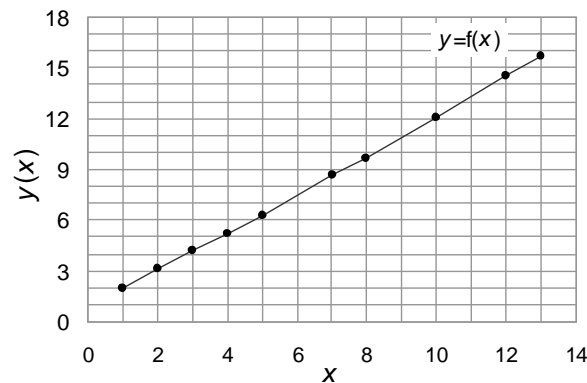
gdzie: ΔY_{MAX} – wartość maksymalna wartości bezwzględnych różnic pomiędzy wartością wyznaczoną na podstawie równania prostej $y_{reg}(x)$ i wyników pomiarów $y = f(x)$, Y_{MAX} – wartość maksymalna $y = f(x)$, Y_{MIN} – wartość minimalna $y = f(x)$.

Przykład wyznaczania wartości błędu nieliniowości δ_{nl}

1. Zgromadzenie wyników pomiarów $y = f(x)$

Tabela 1 Zestawienie wyników pomiarów $y = f(x)$

x	1	2	3	4	5	7	8	10	12	13
$y = f(x)$	2,02	3,15	4,24	5,20	6,25	8,64	9,65	12,04	14,57	15,71



Rys. 1 Wykres $y = f(x)$

2. Wyznaczenia wartości maksymalnej Y_{MAX} i minimalnej Y_{MIN} zgromadzonych wyników pomiarów $y = f(x)$

Na podstawie analizy wartości $y = f(x)$ zamieszczonych w Tabeli 1 wyznaczono wartości maksymalną Y_{MAX} i minimalną Y_{MIN} .

$$Y_{MIN} = 2,02$$

$$Y_{MAX} = 15,71$$

3. Wyznaczenia równania prostej $y_{reg}(x)$ na podstawie zgromadzonych wyników pomiarów $y = f(x)$

Równanie prostej $y_{reg}(x)$ na podstawie zgromadzonych wyników pomiarów $y = f(x)$ wyznaczane jest za pomocą regresji liniowej. Można wykorzystać wzory dostępne w literaturze lub skorzystać z możliwości obliczeniowych narzędzi programowych (np. arkusza kalkulacyjnego).

Równanie prostej $y_{reg}(x)$ określa równanie:

$$y_{reg}(x) = ax + b .$$

W przypadkach gdy zgromadzone wyniki pomiarów rozłożone są blisko prostej należy unikać niepotrzebnych zaokrągleń wartości współczynników a i b mogących zniekształcić końcowy wynik błędu nieliniowości.

Tabela 2 Zestawienie wyników pomiarów $y = f(x)$ i wartości wyznaczonych za pomocą regresji liniowej $y_{reg}(x)$

x	1	2	3	4	5	7	8	10	12	13
$y = f(x)$	2,02	3,15	4,24	5,20	6,25	8,64	9,65	12,04	14,57	15,71
$y_{reg}(x)$	1,8772	3,0171	4,1571	5,2971	6,4370	8,7170	9,8570	12,1369	14,4168	15,5568

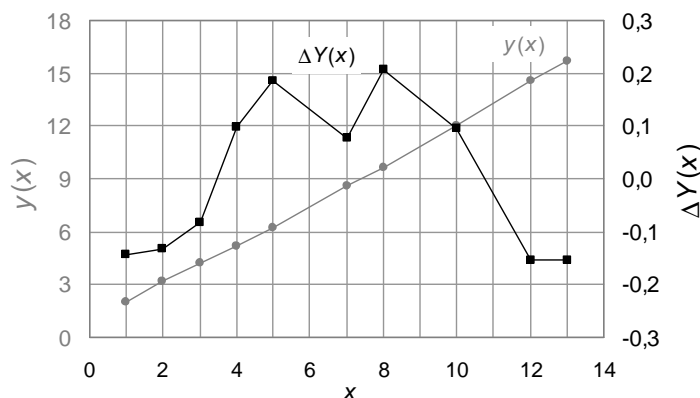
W Tabeli 2 wartości $y_{reg}(x)$ zaokrąglono wyłącznie celem przedstawienia w tabeli (do dalszych obliczeń wykorzystano wartości niezaokrąglone).

3. Wyznaczenia wartości różnic $\Delta Y(x) = y_{reg}(x) - y(x)$

Wartości różnic $\Delta Y(x) = y_{reg}(x) - y(x)$ należy wyznaczać na podstawie wartości $y_{reg}(x)$ i $y = f(x)$ bez wprowadzania zaokrągleń.

Tabela 3 Zestawienie wyników pomiarów $y = f(x)$, wartości wyznaczonych za pomocą regresji liniowej $y_{reg}(x)$ oraz różnic $\Delta Y(x) = y_{reg}(x) - y(x)$

x	1	2	3	4	5	7	8	10	12	13
$y(x)$	2,02	3,15	4,24	5,20	6,25	8,64	9,65	12,04	14,57	15,71
$y_{reg}(x)$	1,8772	3,0171	4,1571	5,2971	6,4370	8,7170	9,8570	12,1369	14,4168	15,5568
$\Delta Y(x)$	-0,1428	-0,1329	-0,0829	0,0971	0,1870	0,0770	0,2070	0,0969	-0,1532	-0,1532



Rys. 2 Wykres $y(x)$ i $\Delta Y(x)$

W zbiorze prawidłowo wyznaczonych wartości $\Delta Y(x)$ występują wartości dodatnie i ujemne.

4. Wyznaczenia wartości maksymalnej ΔY_{MAX} ze zbioru wartości bezwzględnych $\Delta Y(x)$

Na podstawie analizy $\Delta Y(x)$ zamieszczonych w Tabeli 3 wyznaczono wartość maksymalną ΔY_{MAX}

$$\Delta Y_{MAX} = 0,206953 \approx 0,207$$

5. Obliczenie wartości błędu nieliniowości δ_{nl}

$$\delta_{nl} = \frac{\Delta Y_{MAX}}{Y_{MAX} - Y_{MIN}} \cdot 100\% = \frac{0,206953}{15,71 - 2,02} \cdot 100\% = 1,511\% = 1,6\%$$

W sprawozdaniu z ćwiczenia laboratoryjnego oprócz wartości błędu nieliniowości δ_{nl} należy zamieścić w postaci tabelarycznej zestawienie wyników pomiarów $y = f(x)$, wartości $y_{reg}(x)$ wyznaczonych na podstawie równania prostej i różnic $\Delta Y(x)$ oraz wykres różnic $\Delta Y(x)$.