

- *Panie Spock, czy osiągniemy tych dwóch strażników? Jakie są nasze szanse na wydostanie się stąd?*
- *Trudno dokładnie określić, Kapitanie. Powiedziałbym, że w przybliżeniu 7824,7 do 1.*
- *Trudno dokładnie określić? 7824 do 1?*
- *7824,7 do 1.*
- *To jest bardzo dobre przybliżenie.*
- *Starałem się być dokładny.*

*Star Trek, The Original Series, odc. Errand of Mercy  
(tłumaczenie autora)*

Przybliżenie. Także niedokładność, nieprecyzyjność, niedoskonałość, niepewność. Również błąd, odchylenie, ograniczenie. Ale też wada, usterka czy ułomność. Pojęcia te nie są abstrakcjami w tym sensie, że funkcjonują na co dzień w realnym świecie i świat ten konstytuują. Dlaczego istnieją? Jakie mają własności? Gdzie się znajdują? Czy można je wyrażać ilościowo? Jakie skutki powodują? Czy są pożyteczne, czy szkodliwe?

Chyba każdy z nas już jako dziecko miał w ręku linijkę i ołówek. Do czego można je wykorzystać? Na przykład do narysowania domku z kominem za pomocą zestawu odpowiednio dobranych odcinków. W tym przypadku ołówek jest przedmiotem głównym, a linijka przedmiotem pomocniczym. Można jednak odwrócić role. Linijka stanie się ważniejsza, gdy za jej pomocą zechcemy zmierzyć ołówek. Załóżmy, że po przyłożeniu linijki do ołówka mamy sytuację taką, jaką przedstawia rysunek 1. Jak długi jest zatem ten „zminiaturyzowany” ołówek? 3 cm i 8 mm czy 3 cm i 9 mm? Gdyby koniec ołówka znajdował się bliżej kreski oznaczającej cyfrę 8, to powiedzielibyśmy, że 3,8 cm, gdyby zaś znajdował się bliżej dziewiątki, uznalibyśmy, iż 3,9 cm. Co jednak począć, gdy wydaje nam się, że koniec ołówka znajduje się pośrodku przedziału ograniczonego cyframi 8 i 9? Nie możemy podać długości ołówka jako 3,85 cm, ponieważ nie ma ku temu żadnych metrologicznych podstaw. Przyrząd pomiarowy, jakim jest linijka, ma narysowane kreski centymetrowe i milimetrowe. Oznacza to, że jego dokładność pomiarowa wynosi 1 mm, ponieważ taka jest odległość między dwiema sąsiednimi kreskami (wskazującymi milimetry). Nie da się więc podać wyniku jako „na oko 3 cm i 8,5 mm”. Musimy się zdecydować na wybór którejś z dwóch najbliższych kresek.



Rysunek 1. | Pomiar długości

Spójrzmy teraz na tę samą sytuację naukowo. Mamy ołówek, czyli obiekt pomiaru, oraz linijkę, czyli przyrząd pomiarowy wyskalowany względem jakiegoś wzorca długości. Przykładając linijkę do ołówka i odczytując jego długość, dokonujemy aktu pomiaru. Jest to pomiar bezpośredni, ponieważ możemy odczytać jego wartość wprost za pomocą przyrządu. Nie musimy wyznaczać długości ołówka na podstawie rezultatów bezpośrednich pomiarów innych wielkości fizycznych, które z długością wiąże jakaś zależność funkcyjna. Ponieważ koniec ołówka znajduje się między 3 cm i 8 mm a 3 cm i 9 mm, a jako wartość zmierzoną przyjęliśmy 3,8 cm, wynik pomiaru nie odzwierciedla w sposób ścisły prawdziwej długości ołówka, tylko jej wartość przybliżoną. Popelniliśmy więc błąd, ale był on nie do uniknięcia. Możemy go jedynie zminimalizować, stosując jakąś pozwalającą na to metodę. Dzięki temu wynik pomiaru będzie bliższy prawdziwej wartości mierzonego obiektu, ale poziom ufności wyniku pomiaru nigdy nie osiągnie wartości 100% (więcej informacji na temat błędów pomiarów wielkości fizycznych znajduje się w *Dodatkach*).

Opracowanie wyników pomiarów dostarcza dodatkowych informacji związanych z pomiarem czy też serią pomiarów. Umożliwia ilościowe wyznaczenie błędów, odchylenia standardowego, jak również wspomnianej już ufności wyniku pomiaru. Stosowane w tym celu metody mogą się ograniczać do uzyskania podstawowych informacji na temat wyników pomiarów lub być rozbudowane do postaci wyrafinowanej analizy statystycznej bazującej na pojęciu prawdopodobieństwa. Tak czy inaczej, prawdziwej długości ołówka nie poznamy nigdy, zawsze będzie to wartość przybliżona i obciążona błędem. Na szczęście do pomiaru zarówno długości ołówka, jak i wielu innych obiektów posiadamy na tyle precyzyjne przyrządy i na tyle zaawansowane metody redukcji błędów, że potrafimy estymować prawdziwą wartość danego obiektu z zadowalającą nas dokładnością, która umożliwia i ułatwia codzienne funkcjonowanie ludzkiego świata.

Błędy wspomniane powyżej zalicza się do kategorii błędów statystycznych. Pojawiają się one przy pomiarze, a w pełni uwidaczniają podczas statystycznej analizy wyników pomiarów lub danych. Stanowią podzbiór szerszego zbioru błędów logicznych, które są związane z procesem logicznego rozumowania. Logika jest uniwersalnym sposobem wyboru postępowania, dokonywanego na co dzień przez każdego z nas (np. podczas opracowywania wyników pomiarów, ale też w trakcie zakupów czy mycia samochodu)<sup>1</sup>. Oczywiście zdarza się, że jako ludzie czasami postępujemy nielogicznie czy też – jako to się mówi – wbrew logice, ale raczej są to wyjątkowe sytuacje, a nie reguła. Prawie każda decyzja, jaką podejmujemy, bez względu na jej wartość moralną, jest – przynajmniej z naszego osobistego punktu widzenia – logiczna, a często nawet obiektywnie logiczna. Niemniej, pomijając sytuacje, w których świadomie podejmujemy decyzje nielogiczne, do procesu logicznego rozumowania mogą się wkraść błędy, czyli różnego rodzaju pomyłki w rozumowaniu czy wnioskowaniu,

---

<sup>1</sup> W filmach z serii *Star Trek* istnieje humanoidalna rasa Wolkanów, którzy przy podejmowaniu decyzji kierują się wyłącznie racjonalnym i logicznym myśleniem (ang. *pure logic*).