

Prawdopodobieństwo i losowość. Dlaczego tak trudno przewidywać zachowanie?

Losowość jako brak wzoru i losowość jako proces

Rzucamy kostką 10 razy!

```
[1] 4 4 6 1 5 3 4 6 6 3  
[1] 3 5 5 6 5 2 6 6 5 2  
[1] 4 1 3 2 3 6 5 2 1 3  
[1] 6 1 2 3 2 3 2 6 6 5  
[1] 4 5 2 2 6 1 5 4 5 3  
[1] 4 1 2 2 2 6 6 5 4 2  
[1] 4 4 4 4 4 1 3 8 7 9
```

```
int getRandomNumber()  
{  
    return 4; // chosen by fair dice roll.  
              // guaranteed to be random.  
}
```

xkcd.com, CC-BY-NC 2.5

Skąd się bierze losowość?

Losowy to:

- taki, którego nie jesteśmy w stanie przewidzieć;
- taki, o którym nie wiemy, dlaczego wystąpił.

Źródła losowości

- Nie jesteśmy w stanie kontrolować wszystkich istotnych dla danego zjawiska zmiennych i dlatego wydaje nam się nieprzewidywalne.
- Dynamiczne systemy są wrażliwe na bardzo niewielkie perturbacje.

Czy słyszeliście kiedyś o efekcie motyla?

- “Predictability: Does the Flap of a Butterfly’s Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?” Edward Norton Lorenz, 1972.

-
- Kiedy w 1961 roku E. N. Lorenz powtarzał jedną ze swoich symulacji, rozpoczął ją od połowy, wprowadzając wartości podane na wydruku.
 - Wyniki symulacji prowadzonej od połowy były całkowicie różne od sytuacji, w której symulacja była prowadzona od początku.
 - Różnice wynikały z tego, że wprowadzone na podstawie wydruku liczby miały dokładność to 3 miejsc po przecinku, a w pamięci komputera przechowywane są z większą dokładnością, przy wprowadzaniu utraconą.

Gleick, J. (2011). Chaos. Open Road Media.

-
- Minimalne różnice w warunkach początkowych mogą mieć katastrofalne (czytaj: duże i spektakularne) rezultaty.

[Lorentzian waterwheel](#)

Sposoby rozumienia prawdopodobieństwa

Prosty przykład

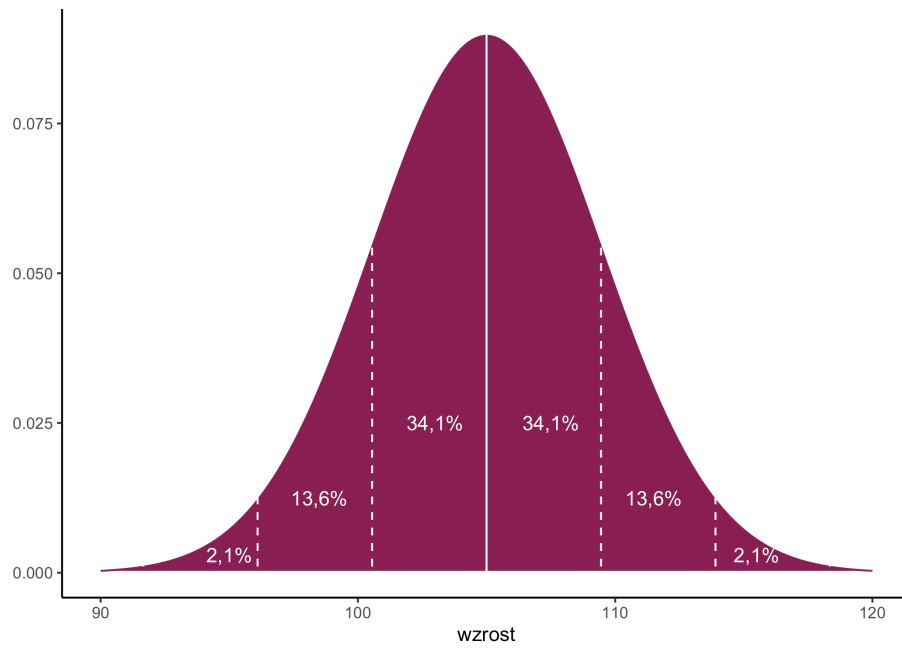
Wyrzucenie parzystej liczby oczek w rzucie kostką.

Interpretacje

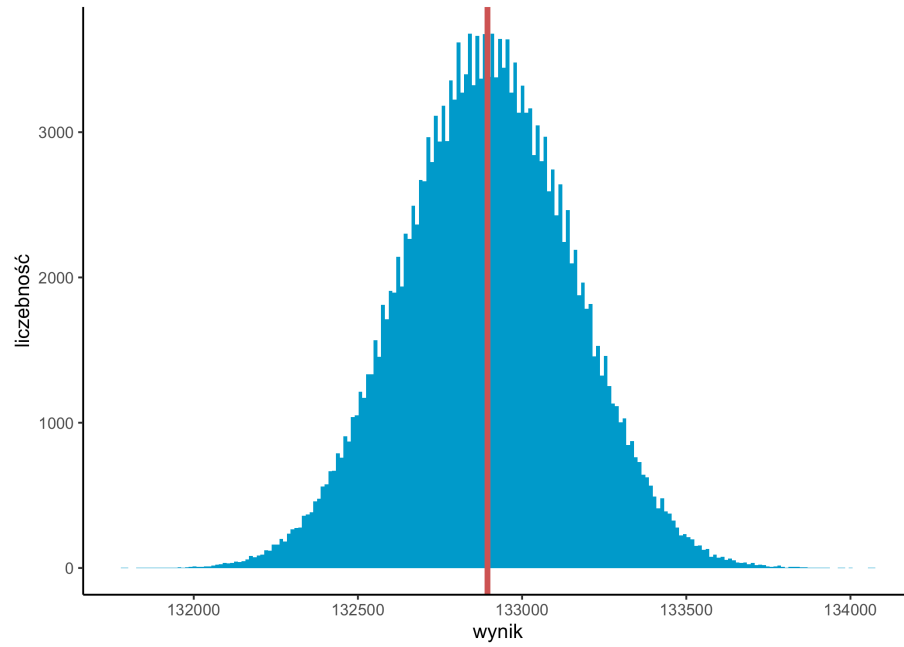
- klasyczna
- dotycząca predyspozycji
- subiektywistyczna
- dowodowa
- frekwencyjna

Zmienne mają swoje rozkłady

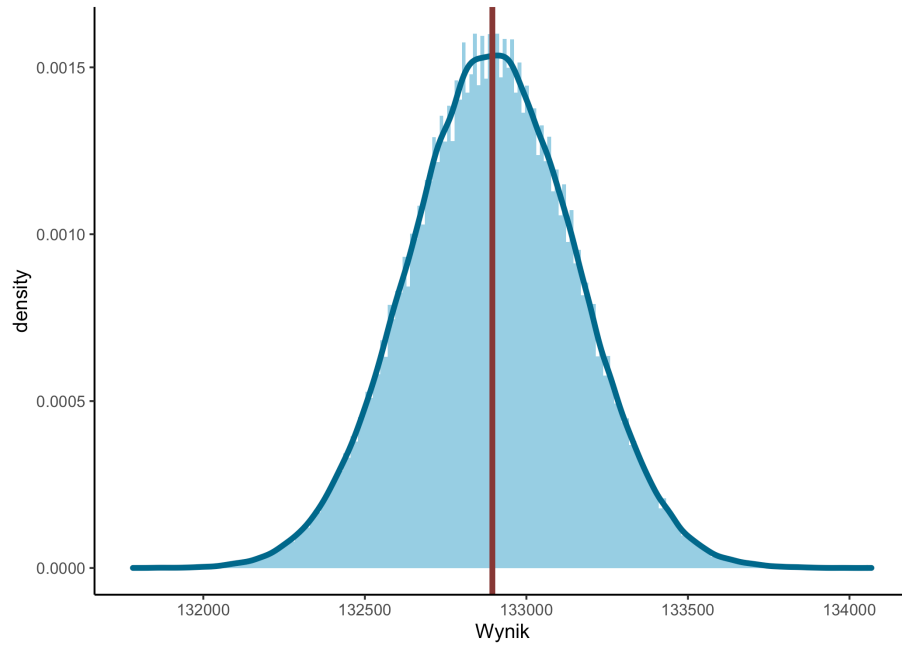
Wzrost w populacji - czteroletnie (chyba) dziewczynki



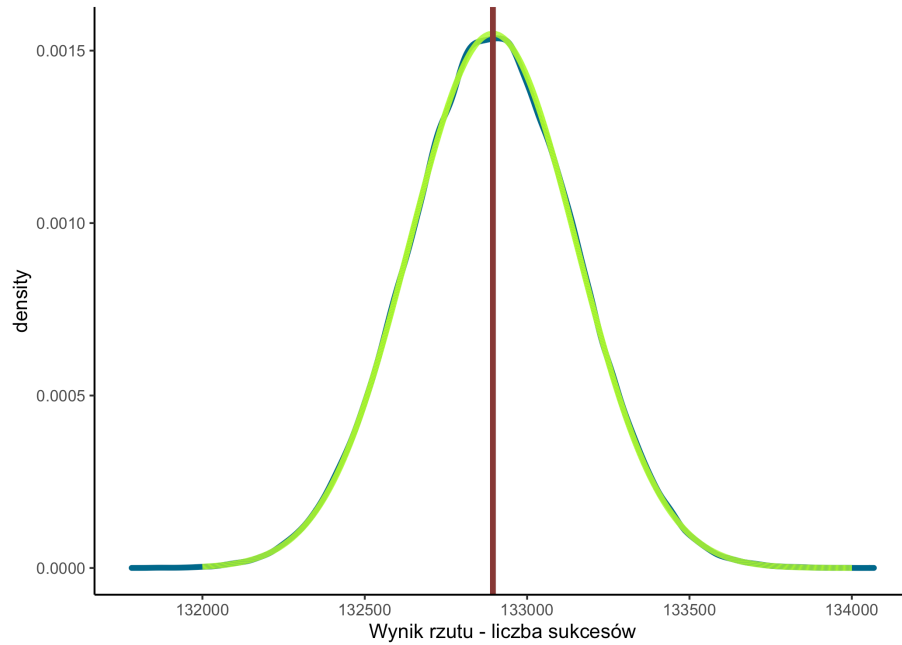
Skąd się biorą takie rozkłady (1)



Skąd się biorą takie rozkłady (2)



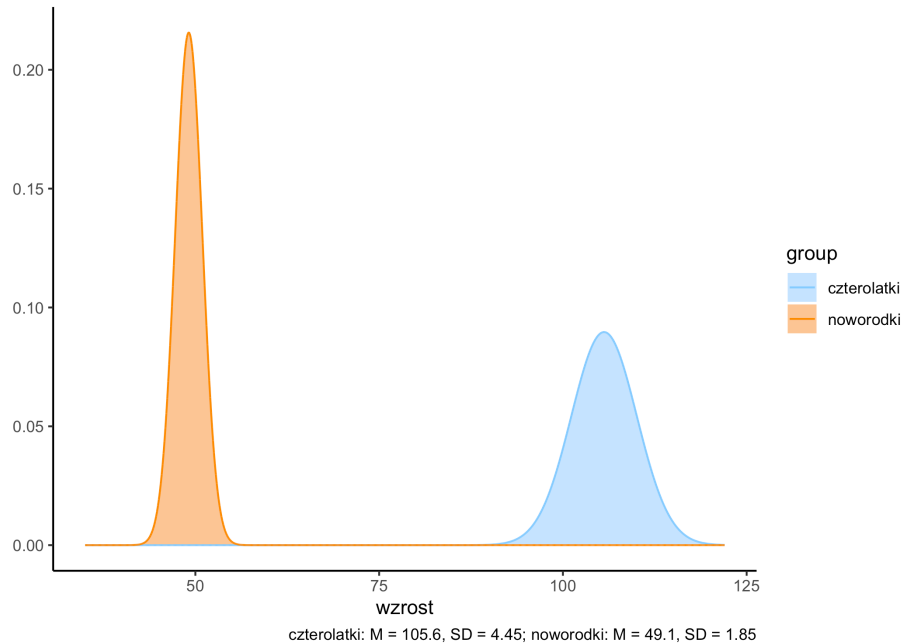
Skąd się biorą takie rozkłady (3)



Rozkład normalny można opisać przy pomocy dwóch wartości

- średnia
- odchylenie standardowe

Wzrost w populacji - różniące się średnie i odchylenia standardowe



Uwagi

- Nie wszystkie zmienne będą miały rozkład normalny!
- Jednak o każdej zmiennej możecie myśleć jako o posiadającej jakiś rozkład, który ma swoją WARTOŚĆ OCZEKIWANĄ oraz ma jakąś MIARĘ ROZPROSZENIA.

Dlaczego zawsze musicie myśleć o zmiennej pamiętając o jej rozkładzie?

Weźmy na warsztat taki *prawie* cytat

Ten ostatni czynnik [tu wstawiamy nazwę czynnika], w sposób najbardziej spektakularny wykazuje różnice międzypłciowe na korzyść [wybieramy: mężczyzn vs kobiet albo jedną z dwóch innych grup].

Albo taki

W grupie 46 dorosłych uczestników o silnych przekonaniach politycznych osoby o wymiennie niższej fizycznej wrażliwości na nagłe hałasy

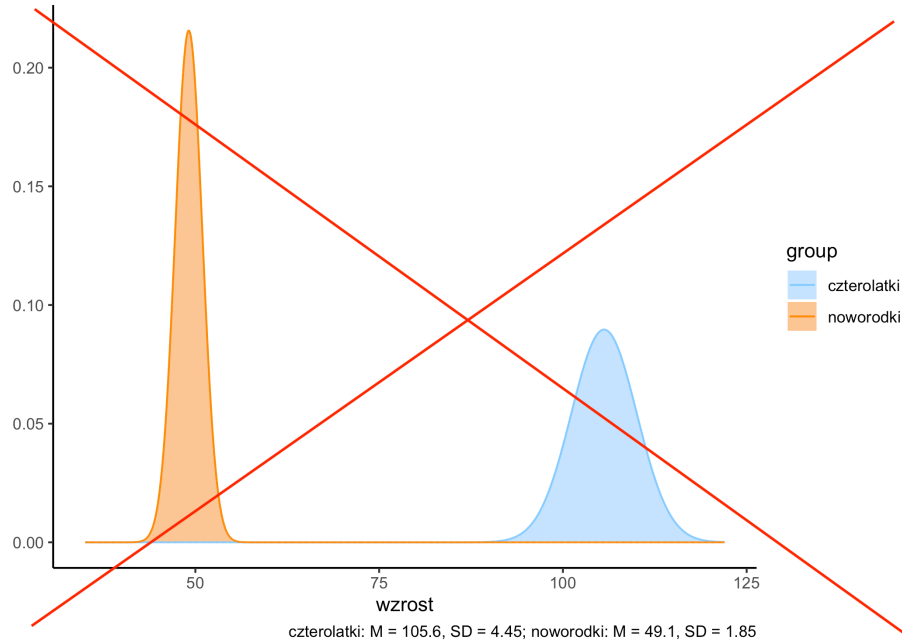
i zagrażające obrazy były bardziej skłonne wspierać pomoc zagraniczną, liberalną politykę migracyjną, pacyfizm, kontrolę dostępu do broni, podczas gdy osoby wykazujące się wymiennie silniejszymi reakcjami na te same bodźce były bardziej skłonne popierać wydatki na obronność, karę śmierci, patriotyzm i wojnę w Iraku.

Oxley, D. R., Smith, K. B., Alford, J. R., Hibbing, M. V., Miller, J. L., Scalora, M., Hatemi, P. K., & Hibbing, J. R. (2008). Political Attitudes Vary with Physiological Traits. *Science*, 321(5896), 1667–1670. <https://doi.org/10.1126/science.1157627>

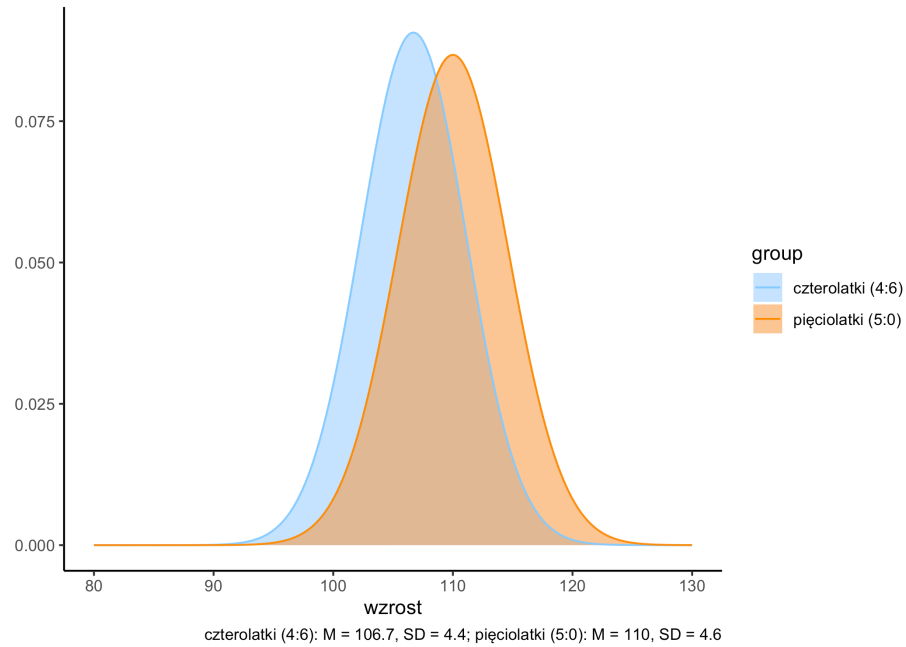
Widząc opisy akcentujące różnice między grupami mamy skłonność do:

- podkreślania tych różnic;
- zapomniania o tym, że w obydwu grupach wyniki mają pewien rozkład, który oprócz tendencji centralnej ma również rozproszenie.
- Innymi słowy do podkreślania wariancji międzygrupowej (czyli zróżnicowania między grupami, zapominając jednocześnie o wariancji wewnątrzgrupowej (czyli zróżnicowaniu wewnątrz grupy).

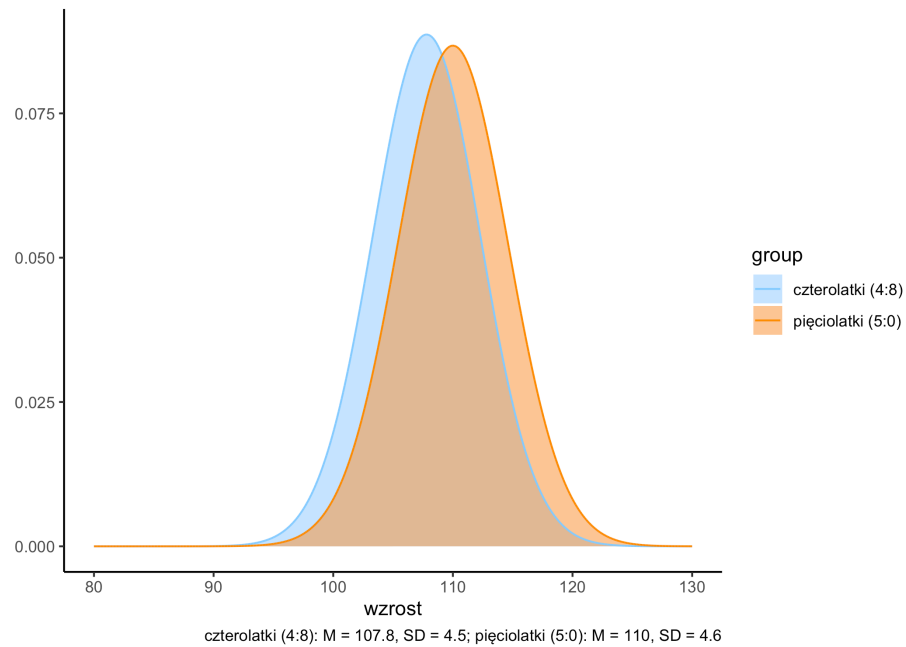
W psychologii NIE spotykacie się z taką sytuacją



...ale z taką sytuacją

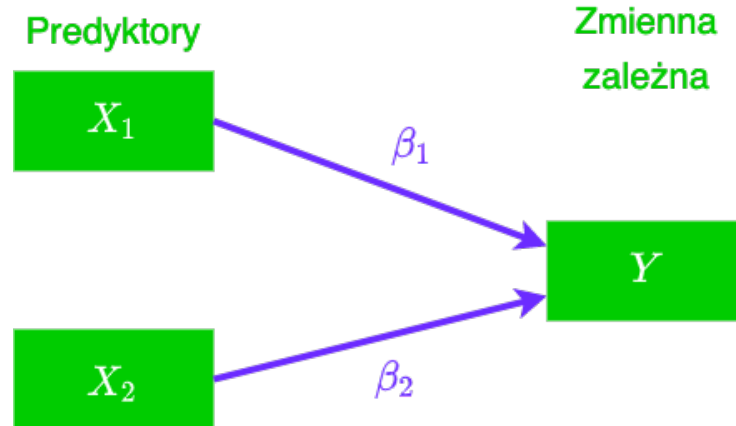


...albo z taką sytuacją



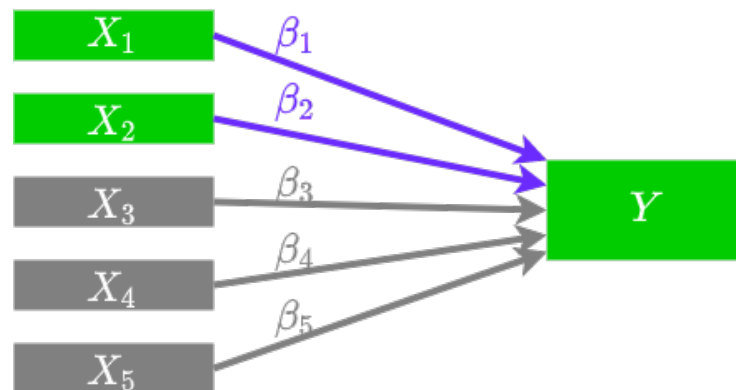
Jak obrazować zależności między zmiennymi

Użyteczne narzędzie



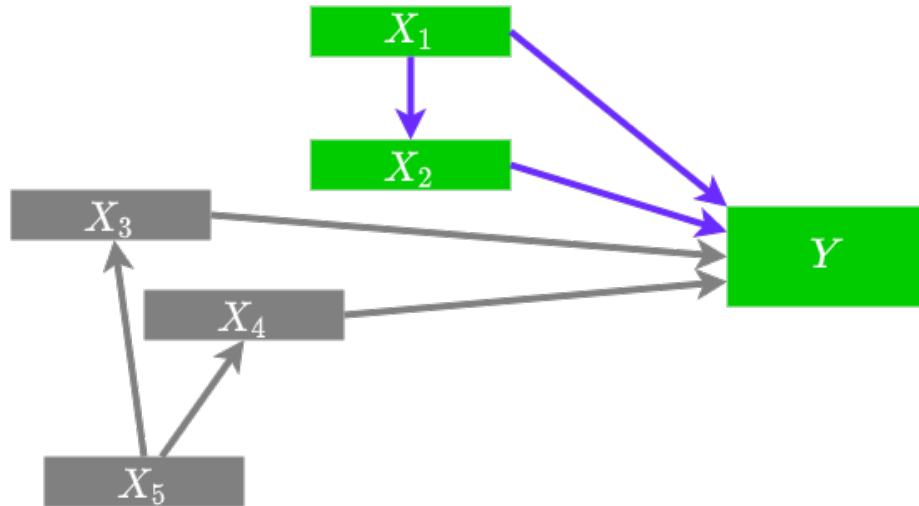
$$Y = \beta_0 + \boxed{\beta_1 * X_1} + \boxed{\beta_2 * X_2} + \varepsilon$$

Nie wiemy o niektórych predyktorach!



$$Y = \beta_0 + \boxed{\beta_1 * X_1} + \boxed{\beta_2 * X_2} + \boxed{\varepsilon}$$

A predyktory też mogą być ze sobą powiązane!



Wskaźniki bazowe i reguła Bayesa



OTWIERAMY KWESTIONARIUSZ 1

<https://szkolenia.gumed.edu.pl/mod/questionnaire/view.php?id=81665>

REGUŁA BAYESA

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \times P(A)}{P(B)}$$

REGUŁA BAYESA I TAKSÓWKI

$$P(jestN|obs.N) = \frac{P(obs.N|jestN) \times P(jestN)}{P(obs.N)}$$

REGUŁA BAYESA I TESTY DIAGNOSTYCZNE

$$P(choroba|test_+) = \frac{P(test_+|choroba) \times P(choroba)}{P(test_+)}$$

OTWIERAMY KWESTIONARIUSZ 2

<https://szkolenia.gumed.edu.pl/mod/questionnaire/view.php?id=81665>

REGUŁA BAYESA I HIPOTEZY

$$P(hipoteza|dane) = \frac{P(dane|hipoteza) \times P(hipoteza)}{P(dane)}$$