



## Potencjał czynnościowy neuronu i jego propagacja ciągła i skokowa

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Audiobook](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Potencjał czynnościowy neuronu i jego propagacja ciągła i skokowa

Neurony komunikują się ze sobą za pomocą impulsów nerwowych, które inicjuje bodziec elektryczny, chemiczny lub mechaniczny.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Komórki nerwowe żywego organizmu są pobudliwe. Pod wpływem bodźca mogą przejść ze stanu spoczynku do stanu pobudzenia. Oznacza to, że dochodzi w nich do powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego. Niepobudzona komórka nerwowa wykazuje **potencjał spoczynkowy**. Oznacza to, że między wnętrzem komórki, a środowiskiem zewnętrznym istnieje różnica ładunków elektrycznych. Zewnętrzna powierzchnia błony neuronu jest naładowana dodatnio, a wewnętrzna – ujemnie. Natomiast, po zadziałaniu bodźca, dochodzi do **depolaryzacji** czyli przemieszczenia jonów i wyrównania stężeń wewnątrz i na zewnątrz neuronu. W ten sposób ujawnia się **potencjał czynnościowy** komórki nerwowej.

### Twoje cele

- Dowiesz się, czym jest potencjał spoczynkowy i czynnościowy.
- Omówisz zjawisko powstania impulsu nerwowego.
- Scharakteryzujesz, czym różni się propagacja ciągła od skokowej.

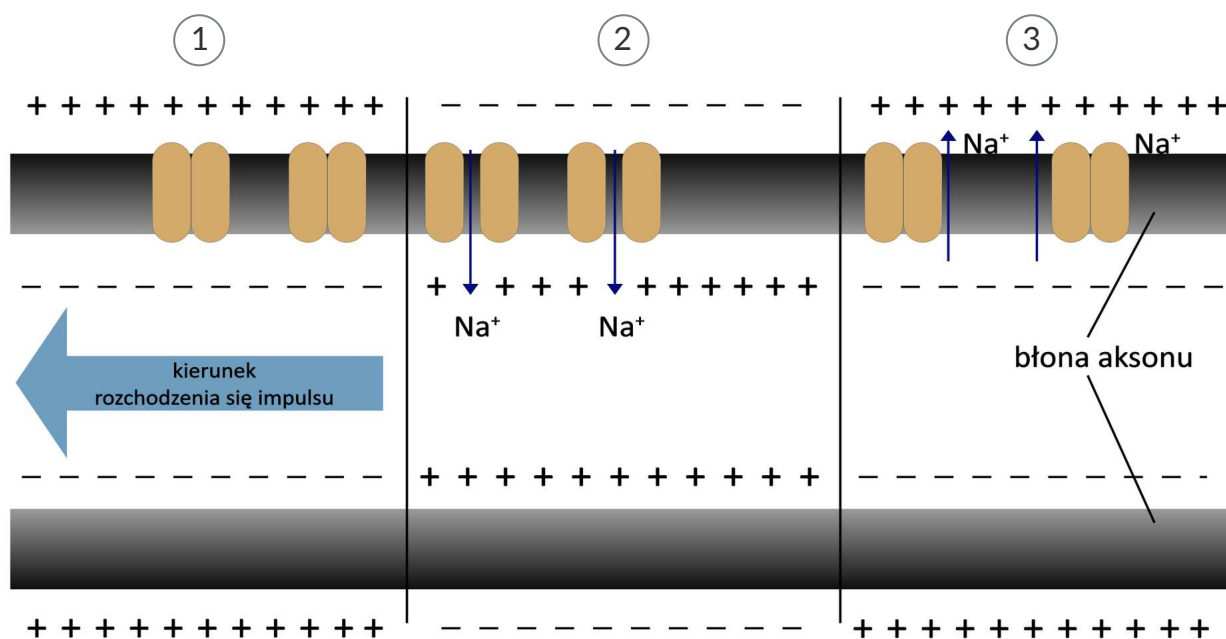
# Przeczytaj

## Potencjał czynnościowy

Gdy na neuron działa bodziec o sile większej lub równej wartości progowej, bodziec taki powoduje „dezorientację” białek w błonie komórkowej neuronu. Choć trwa ona bardzo krótko – najczęściej zaledwie 1 milisekundę (0,001 sek.) – wystarcza, by błona na ten czas straciła swoją selektywność.

Kanały sodowe to białka błony komórkowej, które w stanie spoczynkowym są zamknięte. Pod wpływem bodźca otwierają się, a do wnętrza komórki mogą swobodnie wpływać jony sodu  $\text{Na}^+$ . Równocześnie zgromadzony w komórce potas  $\text{K}^+$  wydostaje się na zewnątrz. Napływ jonów jest gwałtowny i wywołuje zmianę **potencjału spoczynkowego** na **potencjał czynnościowy**, czyli tzw. **depolaryzację** (zwróć uwagę na odwrotne rozłożenie ładunków na błonie, patrz schemat poniżej). W poprzek błony neuronu przepłynął prąd elektryczny. To właśnie jest **impuls nerwowy**.

Zaraz jednak wszystko „wraca do normy”. Bezpośrednio po depolaryzacji białka błonowe odzyskują swoje „spoczynkowe” właściwości: kanały sodowe zamykają się, a **pompa sodowo-potasowa** wyrzuca na zewnątrz jony sodu, a do wnętrza transportuje potas przeciwie do różnicy (gradientowi) stężeń. To etap **repolaryzacji** – przywrócony zostaje potencjał spoczynkowy.



1

---

**potencjał spoczynkowy**  
kanały sodowe zamknięte

2

---

**Potencjał czynnościowy (depolaryzacja)**  
kanały sodowe otwarte

3

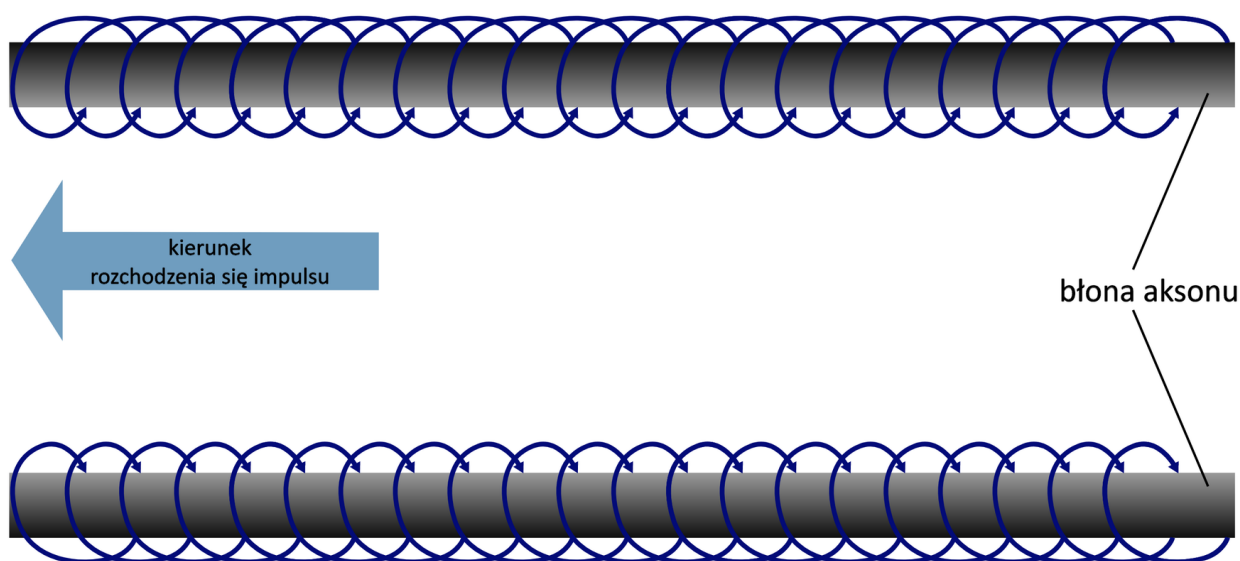
---

**Przywrócenie potencjału spoczynkowego (repolaryzacja)**  
kanały sodowe zamknięte, pompa sodowo-potasowa wyrzuca jony  $\text{Na}^+$  na zewnątrz

Uporządkowany przepływ jonów przez błonę aksonu to prąd elektryczny – impuls nerwowy.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Wędrowka jonów dotyczy tylko niewielkiego fragmentu błony aksonu – zachodzi punktowo. Jak to więc możliwe, że impulsy przemieszczają się komórkami nerwowymi często na bardzo duże odległości? Otóż w neuronach depolaryzacja miejscowa wywołana w jednym miejscu aksonu, rozchodzi się dalej wzdłuż błony, zupełnie jak pływająca w jednym kierunku fala. Powstanie potencjału czynnościowego w jednym miejscu wywołuje automatycznie depolaryzację sąsiadującego z nim fragmentu błony. I tak kawałek po kawałku, aż do synapsy.



Fala depolaryzacji rozchodzi się wzdłuż aksonu „krok po kroku” pobudzając kolejne fragmenty błony.

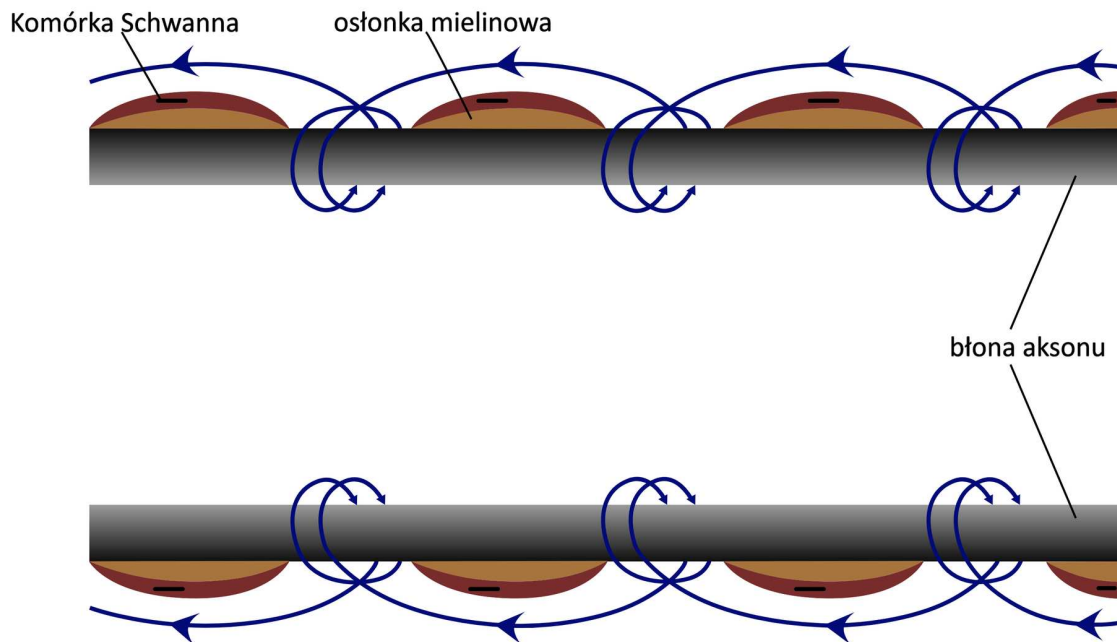
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zastanówmy się: jeżeli ukłucie palca szpilką boli mniej niż przecięcie go nożem, to jak z tą różnicą „radzi” sobie impuls? Czy impulsy płynące przez komórkę nerwową mogą być silniejsze lub słabsze? Czy, jeżeli boli bardziej – to dlatego, że impulsy w aksonie „dodały się”? Ani tak, ani tak. Siła impulsu czyli wartość, jaką osiąga potencjał czynnościowy jest zawsze taka sama. Różna może być tylko częstotliwość przewodzenia impulsów i to jej zawdzięczamy możliwość rozróżniania siły odbieranych przez nas bodźców zgodnie z zasadą: słabszy bodziec – częstotliwość mniejsza, silniejszy – większa.

## Propagacja ciągła i skokowa

**Propagacją** (rozprzestrzenianiem) impulsów jest przesuwanie się impulsu (potencjału czynnościowego) wzdłuż aksonu. W zależności od obecności w aksonie neuronu osłonki mielinowej lub jej braku, wyróżnia się dwa typy propagacji impulsu nerwowego: propagację ciągłą oraz propagację skokową. **Propagacja ciągła** zachodzi w aksonach pozbawionych osłonki mielinowej (bezdżennych). Powstające lokalnie prądy przenoszą się od jednego punktu błony do drugiego, jest to ruch jednostajny ze stałą prędkością. Tuż za falą depolaryzacyjną przesuwa się fala repolaryzacyjna. U człowieka szybkość przewodzenia w komórkach bezmielinowych jest wolna: 0,5- 1 m/s.

**Propagacja skokowa** ma miejsce jedynie we włóknach posiadających osłonkę mielinową. Ten typ przewodzenia polega na przenoszeniu impulsu nerwowego skokowo między miejscami pozbawionymi osłonki, tak zwanymi przewężeniami Ranviera, z pominięciem fragmentów pokrytych mieliną. Pomiędzy przewężeniami impuls nerwowy przemieszcza się dzięki szybkiemu przepływowi jonów sodowych. Przewodzenie skokowe, w porównaniu z ciągłym, zachodzi znacznie szybciej. We włóknach pokrytych osłonką mielinową impulsy przewodzone są z szybkością do 120 m/s.



Fala depolaryzacji biegnąca wzdłuż włókien z osłonką mielinową.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Słownik

### depolaryzacja

obniżenie elektroujemnego potencjału elektrycznego błony komórkowej, spowodowane wejściem jonów sodu lub wapnia do cytoplazmy komórki

### impuls nerwowy

przekazywanie informacji od receptora przez układ nerwowy do efektora, czyli zmiana potencjału elektrycznego wzdłuż neuronu

### pompa sodowo-potasowa

enzym, który uruchamia mechanizm zapewniający transport jonów potasowych ( $K^+$ ) do wewnątrz komórki, a sodowych ( $Na^+$ ) – na zewnątrz

### propagacja ciągła

rozprzestrzenianie impulsów wzdłuż aksonu pozbawionego osłonki mielinowej

### propagacja skokowa

rozprzestrzenianie impulsów wzdłuż aksonu posiadającego osłonkę mielinową

### repolaryzacja

przywrócenie ujemnego potencjału elektrycznego błony komórkowej

## Wystąpił błąd



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RCXs4y60kZBw6>

Potencjał czynnościowy neuronu i jego propagacja ciągła i skokowa.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem Potencjał czynnościowy neuronu i jego propagacja ciągła i skokowa.

---

### Polecenie 1

### Polecenie 2

Omów, co wpływa na prędkość przewodzenia impulsów.

# Audiobook

---

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Polecenie 1

Zapoznaj się z treścią audiobooka i zaznacz prawidłową odpowiedź.



Transport aktywny, czyli transport wbrew gradientowi stężeń, obserwuje się w przypadku:

- pompy sodowo-potasowej
- kanałów jonowych sodowych
- kanałów jonowych potasowych
- nie obserwuje się takiego transportu w komórce
- zarówno kanałów jonowych sodowych jak i potasowych

## Polecenie 2



### Polecenie 3

Zaznacz, które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe.



Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Przewodzenie skokowe występuje tylko we włóknach nerwowych posiadających osłonkę mielinową.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zasada „wszystko albo nic” dotyczy wywoływania potencjałów czynnościowych o takiej samej amplitudzie i czasie trwania przez bodźce progowe i nadprogowe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wartość potencjału spoczynkowego błony komórkowej wynosi ok. -70 mV.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencjał czynnościowy pojawia się w efekcie zadziałania wszystkich rodzajów bodźców: podprogowych, progowych i nadprogowych.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** Biologia

**Temat:** Potencjał czynnościowy neuronu i jego propagacja ciągła i skokowa

**Grupa docelowa:** uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

**Podstawa programowa:**

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

7. Regulacja nerwowa. Uczeń:

1) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

6) Regulacja nerwowa. Uczeń:

c) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego,

**Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

**Cele operacyjne (językiem ucznia):**

- Dowiesz się, czym jest potencjał spoczynkowy i czynnościowy.
- Omówisz zjawisko powstania impulsu nerwowego.
- Scharakteryzujesz, czym różni się propagacja ciągła od skokowej.

### **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

### **Metody i techniki nauczania:**

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- praca z audiobookiem;
- mapa myśli.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

### **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- telefony z dostępem do internetu.

### **Przed lekcją:**

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

### **Przebieg lekcji**

#### **Faza wstępna:**

1. Nauczyciel wyświetla zawartość sekcji „Wprowadzenie”. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają cele lekcji i określają kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel zadaje pytanie:
  - Czym jest potencjał spoczynkowy i czynnościowy?Uzupełnia wypowiedzi uczniów, koryguje ewentualne błędy.

#### **Faza realizacyjna:**

1. **Praca z multimedium („Animacja”).** Uczniowie zapoznają się z animacją w sekcji „Animacja”. Tworzą notatkę podsumowującą wiadomości w materiale. Następnie wykonują indywidualnie polecenia nr 1 („Na podstawie nagrania wyjaśnij, co dzieje się z błoną komórkową po zadziałaniu bodźca na komórkę”) oraz nr 2 („Omów, co wpływa na prędkość przewodzenia impulsów”) i porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką. Wybrany zespół prezentuje propozycję odpowiedzi, a pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej.
2. **Praca z drugim multimedium („Audiobook”).** Uczniowie zapoznają się z materiałem w sekcji „Audiobook”. Nauczyciel prosi uczniów, aby w parach wykonali polecenia nr 1 (dotyczące transportu aktywnego) oraz nr 2 (polegające na uporządkowaniu etapów potencjału czynnościowego). Wybrane osoby dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.
3. Uczniowie rozwiązują polecenie nr 3 do audiobooka (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Audiobook”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: wymyślają trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.

#### **Faza podsumowująca:**

1. Klasa wspólnie wykonuje mapę myśli podsumowującą zajęcia.
2. Nauczyciel wyświetla temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

#### **Praca domowa:**

1. Wskaż, czym się różni propagacja ciągła od skokowej.

#### **Materiały pomocnicze:**

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

#### **Dodatkowe wskazówki metodyczne:**

- Uczniowie zapoznają się z multimedium w sekcji „Animacja” i przygotowują do niego pytania. Następnie zadają je sobie nawzajem, sprawdzając stopień przyswojenia jego treści.