

# Pomiary sygnałów EEG

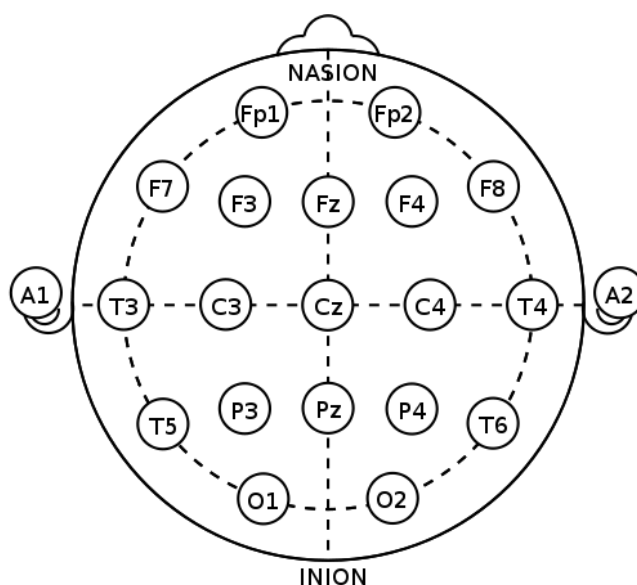
## Wstęp

Założono, że użytkownik zapoznał się z instrukcją obsługi urządzenia Neurobit Optima i wprowadzeniem do użycia wybranego oprogramowania.

Na płycie CD dostarczanej z urządzeniem, w folderze *Designs*, znajdują się zbiory przykładowych projektów przetwarzania i prezentacji sygnałów dla kilku współpracujących programów.

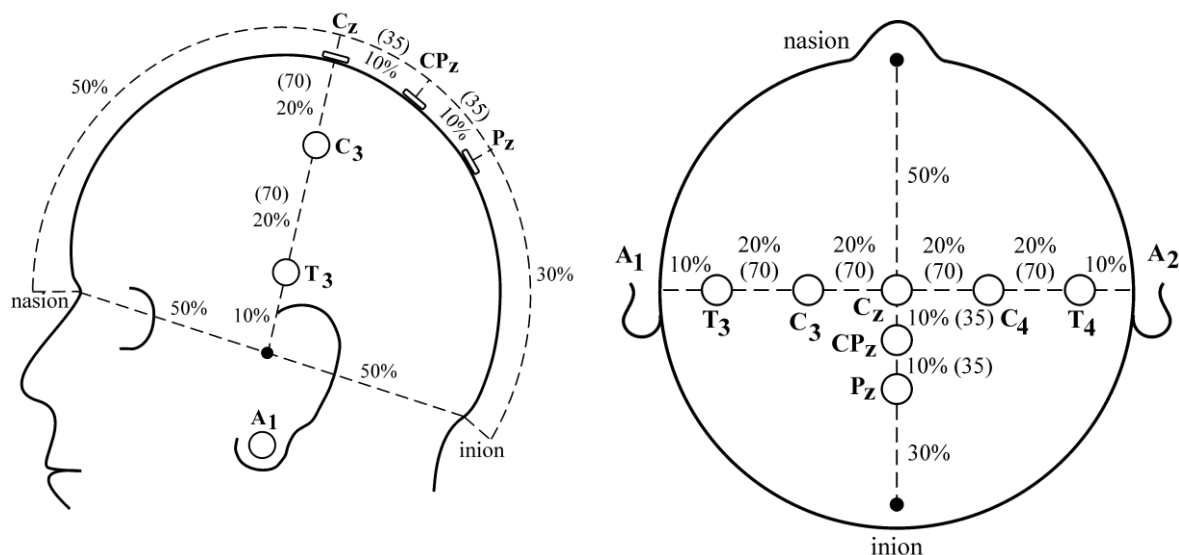
## Lokalizacja elektrod

Elektrody EEG są zwykle umieszczane wg Międzynarodowego Systemu Odprowadzeń 10-20. Określa on oznaczenia stosowanych lokalizacji i procentowe odległości między nimi.



Wybór lokalizacji zależy od celu pomiarów (np. jest określony protokołem neurofeedbacku).

Na poniższych rysunkach pokazano wybrane lokalizacje stosowane często w neurofeedbacku. Dla ułatwienia, w nawiasach podano *orientacyjne* odległości w milimetrach dla osoby dorosłej. Podczas treningów neurofeedbacku na ogół wystarcza umieszczanie elektrod z dokładnością 1-2 cm. Badania (np. ocena QEEG) wymagają lepszej dokładności.



## Odprowadzenia

Stosowane są poniższe dwa systemy podłączania elektrod do urządzenia pomiarowego.

### Odprowadzenia referencyjne (unipolarne)

Mierzone są napięcia pomiędzy wybranymi punktami głowy (np. C3, C4 itd.), a wspólną elektrodą odniesienia o stosunkowo stabilnym potencjale (np. w punkcie A2). Ten typ odprowadzeń jest stosowany najczęściej.

Przykład dołączenia elektrod dla pomiaru jednokanałowego:

- wejście A+: elektroda aktywna, np. w punkcie CZ,
- wejście A-: elektroda odniesienia, np. w okolicy A2,
- gniazdo VG (wirtualnego odniesienia): dowolna dogodna lokalizacja, np. w okolicy A1,
- gniazdo SH (do przewodów ekranowanych) nie jest używane.

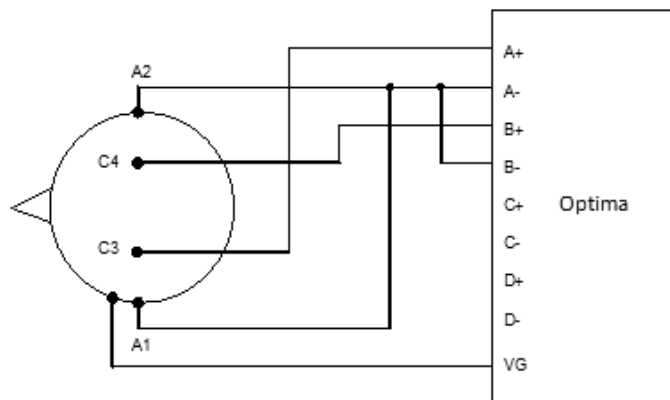
Przykład połączeń dla pomiarów dwukanałowych:

- A+: pierwsza elektroda aktywna, np. w punkcie C3,
- B+: druga elektroda aktywna, np. w C4,
- A- i B-: połączone przez specjalny rozgałęźnik z elektrodą odniesienia, np. w okolicy A2,
- VG: dowolna dogodna lokalizacja, np. w okolicy A1,
- SH: nie jest używane.

Dla lepszej stabilności często stosuje się dwie elektrody odniesienia w okolicach A1 i A2 połączone ze sobą (i z ujemnymi wejściami używanych kanałów pomiarowych) – ang. *linked ears reference*.

Gniazdo VG nadal może być w tym wypadku dołączone do okolicy A1 przez osobną elektrodę, z zachowaniem pewnego odstępu (>1 cm) od elektrody odniesienia umieszczonej w tej samej okolicy.

Przykład dwukanałowych odprowadzeń referencyjnych z połączonymi elektrodami odniesienia pokazuje poniższy schemat.



### Odprowadzenia bipolarne

Poszczególne sygnały są mierzone między niezależnymi parami elektrod (np. C3-T3, C4-T4 itd.)

Przykład dołączenia elektrod dla pomiaru dwukanałowego:

- A+: C3,
- A-: T3,
- B+: C4,
- B-: T4,
- VG: dowolna dogodna lokalizacja, np. w okolicy A1,
- SH: nie jest używane.

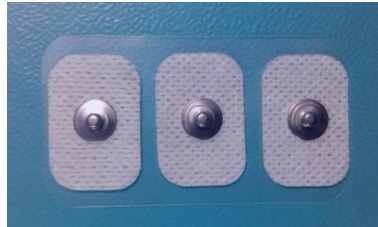
## Aplikacja elektrod

Zależnie od zastosowania, sprzęt Neurobit Optima może pracować z różnymi rodzajami elektrod EEG, sposobami ich mocowania i podłączania. Poniżej przedstawiono montaż elektrod jednorazowych z użyciem pasty klejąco-przewodzącej dla typowych odprowadzeń referencyjnych. Prawidłowa i sprawna aplikacja elektrod wymaga wprawy. Na pierwsze próby przeznacz więcej czasu.

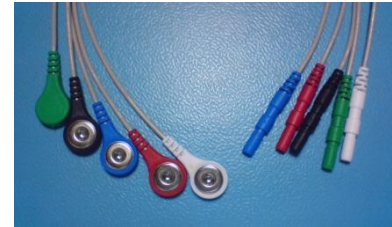
### Stosowane materiały



a) elektrody dyskowe EEG Ag/AgCl  
kod produktu #201041



b) elektrody samoprzylepne Ag/AgCl  
#201046



c) zestaw przewodów elektrodowych z  
zatrzaskami i wtykami TP 1,5mm  
#206010 lub #206012



d) rozgałęźnik do połączenia wejść  
referencyjnych  
#206006 lub #206005



e) pasta klejąco przewodząca Ten20  
#301000 lub #301001



f) żel ścierny NuPrep do przygotowania  
skóry  
#301002 lub #301003

g) gazik dezynfekcyjny (nasączony  
spirytem izopropylowym)

h) szpatułka

i) bawełniany wacik (ew. płatek  
kosmetyczny lub chusteczka  
higieniczna)

Przed pierwszym zastosowaniem pasty, żelu i innych materiałów zapoznaj się z dołączonymi do nich instrukcjami, w szczególności informacjami dotyczącymi bezpieczeństwa. Instrukcje pasty i żelu w wielu językach można także pobrać ze strony producenta:

<http://www.weaverandcompany.com/instructions-for-use.html>

### Procedura aplikacji

1. Przypnij kabel elektrodowy w okolicy szyi (np. do kołnierza) za pomocą znajdującej się na nim klamerci. W razie potrzeby delikatnie wyciągnij końce przewodów z zatrzaskami ze spinającej je opaski tak, by swobodnie (bez napinania) sięgały do miejsc aplikacji poszczególnych elektrod na głowie, bez zasłaniania twarzy.
2. Zgodnie z poniższymi instrukcjami zamontuj elektrody dyskowe w miejscach owłosionych i elektrody samoprzylepne w miejscach pozbawionych włosów.

#### I. Przygotowanie skóry

Etap ten ma na celu zmniejszenie impedancji elektrycznej naskórka.

- a) Nanieś niewielką ilość żelu ściernego NuPrep na bawełniany wacik o wielkości zbliżonej do rozmiaru elektrody (ew. płatek kosmetyczny lub róg chusteczki higienicznej).
- b) Dwoma palcami jednej ręki rozgarnij włosy w okolicy montażu elektrody.

- c) Przetrzyj skórę w miejscu aplikacji elektrody wacikiem zwilżonym żelem, wykonując 4-5 okrężnych ruchów na obszarze odpowiadającym powierzchni elektrody. W wypadku dzieci i seniorów stosowany nacisk powinien być niewielki, w pozostałych wypadkach umiarkowany. Po zakończeniu tej czynności skóra powinna być sucha.

Uwagi:

- Alternatywnym sposobem przygotowania skóry jest użycie specjalnych gazików spirytusowych z pumeksem. Rozdzieliwszy włosy w miejscu aplikacji dwoma palcami jednej ręki należy przetrzeć skórę gazikiem z pumeksem kilkoma okrężnymi ruchami, z umiarkowanym naciskiem. Przed przejściem do przyklejania elektrody miejsce aplikacji powinno wyschnąć.
- Dla elektrod dyskowych: W wypadku rutynowych sesji neurofeedbacku etap przygotowania skóry można często pominąć (lub ograniczyć do przemycia skóry zwykłym gazikiem spirytusowym i odczekania, aż miejsce wyschnie), jeśli mimo to udaje się uzyskać zadowalająco niską impedancję kontaktu (zielone paski w teście impedancji opisanym poniżej).
- Dla elektrod samoprzylepnych: w wypadku rutynowych sesji neurofeedbacku przygotowanie skóry z użyciem substancji ściernych (jak żel NuPrep lub gaziki z pumeksem) można często zastąpić użyciem pasty przewodzącej Ten20, o ile wystarcza to do uzyskania zadowalająco niskiej impedancji kontaktu (zielone paski w teście impedancji opisanym poniżej). Nabrawszy szpatułką nieco pasty należy kilkoma okrężnymi ruchami rozsmarować ją na skórze, na obszarze nieco mniejszym od powierzchni elektrody. Następnie pastę należy całkowicie zetrzeć suchą chusteczką higieniczną lub płatkami kosmetycznym, unikając jej rozsmarowywania poza obszar przeznaczony dla elektrody.
- Środki ścierne i pastę można stosować tylko na nieuszkodzoną skórę.

II. Przyklejenie elektrody

**Montaż elektrody dyskowej w obszarze owłosionym, z użyciem pasty klejąco-przewodzącej**

- a) Zamocuj elektrodę dyskową w zatrzasku przewodu.
- b) Nabierz nieco pasty Ten20 za pomocą szpatułki. Rozdzielając włosy w miejscu aplikacji dwoma palcami jednej ręki, kilkoma okrężnymi ruchami szpatułki, z lekkim naciskiem, rozsmaruj pastę na skórze na obszarze zbliżonym do powierzchni elektrody. Staraj się unikać zabrudzenia pastą pozostałych okolic.
- c) Nabierz szpatułką pastę Ten20. Trzymając za zatrzask przewodu pokryj powierzchnię elektrody (łącznie z plastikowym pierścieniem) cienką (ok. 1 mm) warstwą pasty. Dodaj nieco więcej pasty na środku (szare pole kontaktowe). Zbierz ewentualny nadmiar pasty na brzegach elektrody, unikaj zabrudzenia pastą drugiej strony elektrody i zatrzasku przewodu.



- d) Przyłóż elektrodę do miejsca aplikacji na głowie, umiarkowanie naciskając zatrzask i wykonując nim kilka niewielkich (ok. 1-2mm) ruchów na boki w różnych kierunkach. Pasta nie powinna być wyraźnie wyciskana spod elektrody. Zarówno zbyt silny, jak i zbyt słaby docisk osłabia połączenie.



**Montaż elektrody samoprzylepnej w miejscu nieowłosionym, w szczególności na wyrostku sutkowatym za uchem**

Przyklej elektrodę przyciskając całą jej powierzchnię, a następnie wciśnij na nią zatrzask przewodu. W wypadku mocowania za uchem elektroda powinna przytykać dłuższą krawędzią do krawędzi ucha.



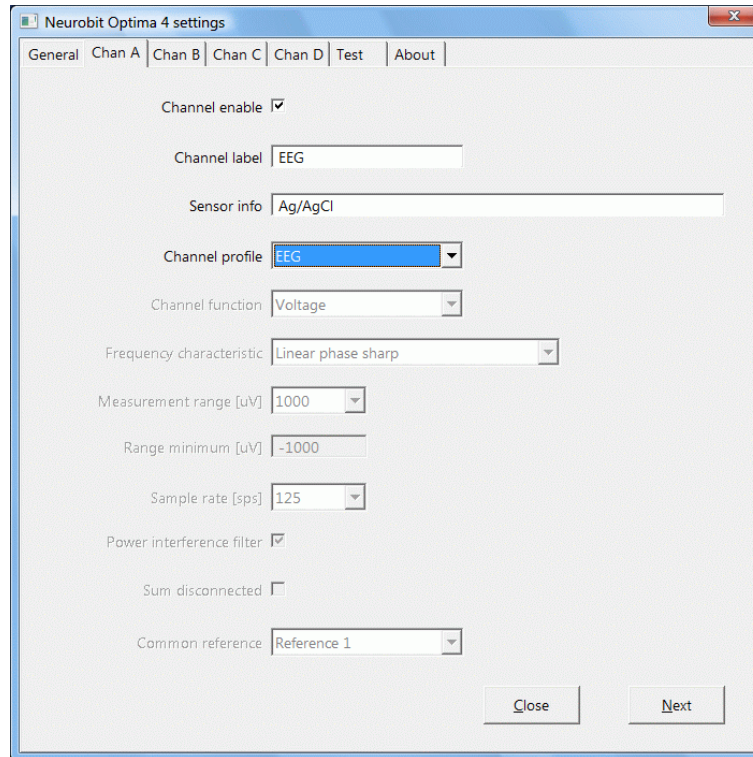
3. W wypadku zabrudzenia rąk pastą lub żelem umyj je.
4. Podłącz odpowiednio wtyki przewodów elektrodowych do urządzenia pomiarowego, w razie potrzeby stosując odpowiedni rozgałęźnik dla elektrod referencyjnych.



## Konfiguracja i testy

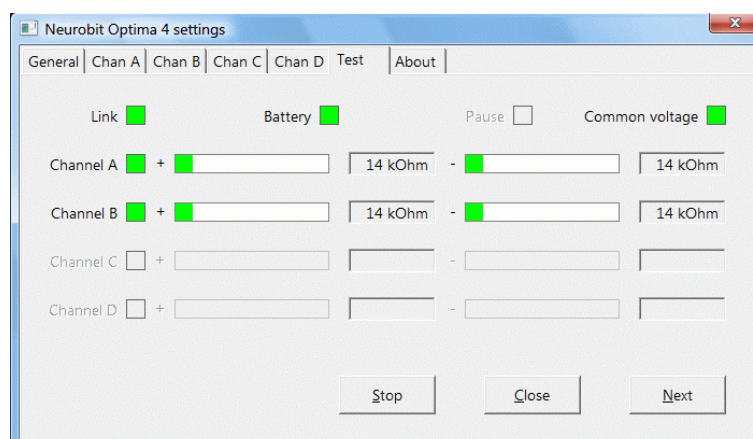
1. Włącz urządzenie Optima. Zweryfikuj konfigurację kanałów pomiarowych w oknie ustawień urządzenia.

Dla używanych kanałów powinny być zaznaczone pola „Channel enable”, a w polach „Channel profile” typowo powinien być wybrany profil EEG (lub „EEG 250sps”, gdy niezbędna jest wyższa częstotliwość próbkowania). Kanały, które nie będą używane, powinny być wyłączone (puste pole „Channel enable”).



(W wypadku odprawień bipolarnych, po wstępnym wybraniu profilu EEG (ew. „EEG 250sps”) ustawiającym domyślne parametry, należy przestawić profil na „User defined”, by w polu „Common reference” ustawić opcję „No connection”).

2. Na zakładce Test w oknie ustawień urządzenia uruchom test impedancji połączeń. Wszystkie aktywne kontrolki powinny być zielone. Paski impedancji również powinny być zielone (im mniejsze impedancje, tym lepiej). W zastosowaniach, w których jakość sygnału jest szczególnie ważna (np. badania QEEG) zwykle dąży się, by impedancja nie przekraczała 5 kOhm.



Typowe problemy:

- Czerwona kontrolka danego kanału: sprawdź połączenia dla tego kanału. Może np. do włączonego kanału nie są wcale podłączone elektrody, albo wtyk przewodu jest zbyt płytko wetknięty w gniazdo, lub elektroda odlepiła się. Jeżeli przewody były długotrwale używane, może się w ten sposób objawiać przerwanie przewodnika wewnątrz izolacji.
- Zbyt duża impedancja dla elektrody dołączonej do określonego wejścia (w szczególności paskowy wskaźnik impedancji czerwony lub żółty): popraw aplikację tej elektrody. Może to np. wymagać dołożenia pasty Ten20 dla elektrody dyskowej i/lub nieznacznego jej poruszenia na boki w kilku kierunkach. W skrajnym wypadku konieczne jest odklejenie elektrody, oczyszczenie miejsca jej aplikacji gazikiem spirytusowym i powtórzenie procesu montażu elektrody.
- Czerwona kontrolka „Common voltage”: sprawdź połączenie i aplikację elektrody dołączonej do gniazda wirtualnego uziemienia (VG).

Jeżeli wynik testu jest prawidłowy, można go zakończyć (i zamknąć okno ustawień).

## Sesja pomiarowa

Poniżej przedstawiono przykładowy ekran aplikacji dla pomiaru EEG.



Pomiary subtelnych sygnałów EEG (amplitudy rzędu mikrowoltów) są podatne na wiele artefaktów fizjologicznych i zakłóceń zewnętrznych. Kontroluj zatem ich źródła, takie jak ruchy ciała, telefony komórkowe itp. Więcej informacji o rozmaitych typach artefaktów (j. ang.):

<http://emedicine.medscape.com/article/1140247-overview>

## **Demontaż elektrod**

1. Odłącz przewody od urządzenia (o ile nie będziesz wkrótce powtarzać pomiarów z tymi samymi połączeniami wejść).
2. Przytrzymując dwoma palcami elektrody odłącz zatrzaski przewodów. Staraj się nie zabrudzić ich pastą.
3. Odklej elektrody.
4. Oczyszczyć miejsca po elektrodach za pomocą gazików spirytusowych (bez pumeksu) i/lub zwilżonego papierowego ręcznika.