

# Układ nerwowy człowieka w kontekście percepcji zmysłów

## **Układ nerwowy dzieli się na ośrodkowy i obwodowy.**

Do układu nerwowego ośrodkowego zalicza się mózgowie (mózg, mózdzek i pień mózgu) oraz rdzeń kręgowy. Jest on zbudowany z komórek nerwowych, czyli z neurocytów i neuronów oraz komórek pomocniczych (zwanymi komórkami glejowymi), które pełnią funkcję rusztowania dla komórek nerwowych.

Układ nerwowy obwodowy stanowią nerwy czaszkowe i rdzeniowe.

[wikipedia.org](https://pl.wikipedia.org)

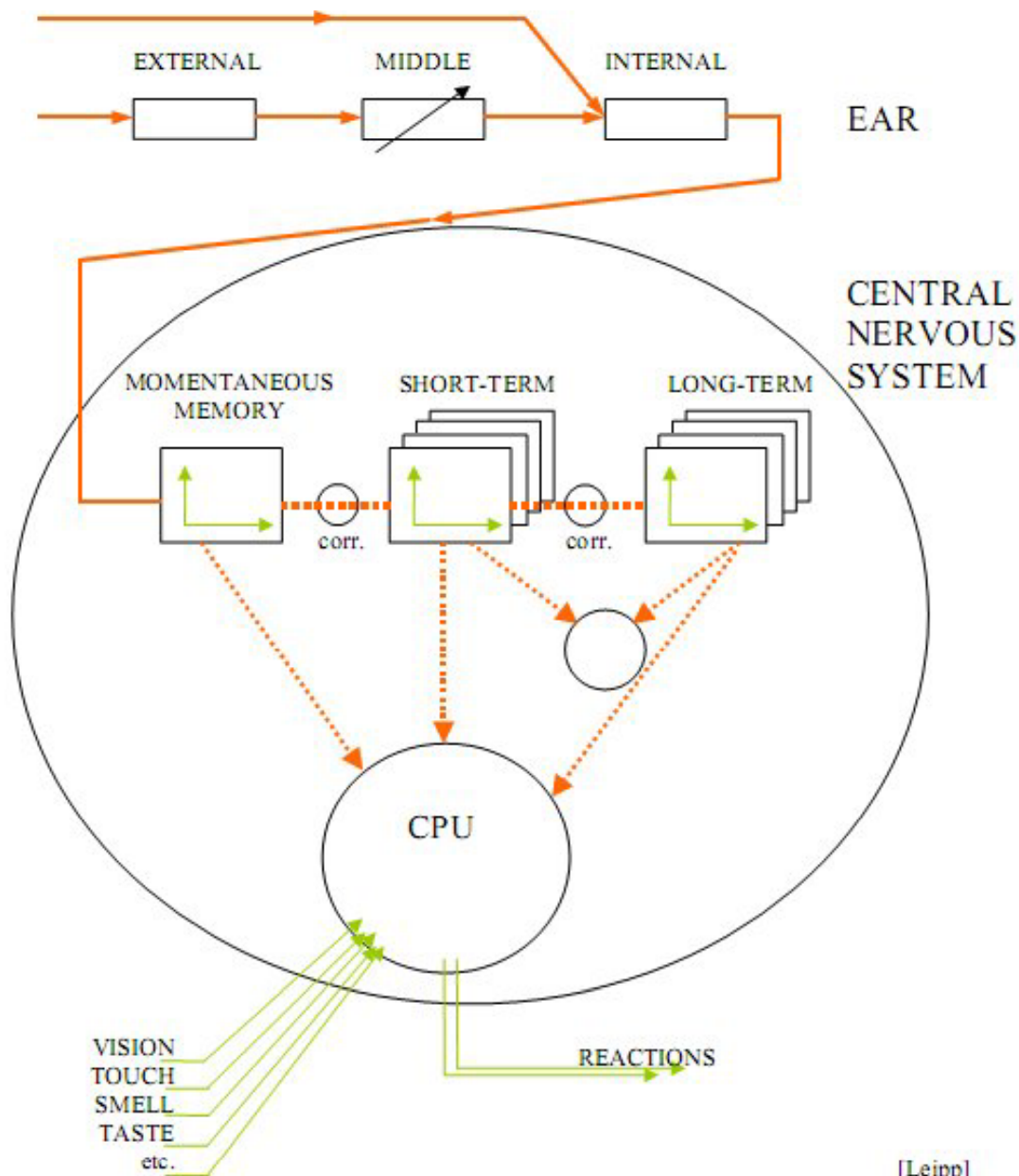
Czynności obwodowego układu nerwowego można umownie podzielić na dwie kategorie: **Układ nerwowy somatyczny** (łac. *soma* — ciało) nastawiony na łączność ze światem zewnętrznym, odbiera z niego różnorodne informacje za pośrednictwem narządów zmysłów oraz zarządza aparatem ruchowym, umożliwiając poruszanie się w przestrzeni i reagowanie w sposób celowy na bodźce zewnętrzne.

**Układ nerwowy autonomiczny** lub **wegetatywny** (łac. *autos* — samo- i *nomos* — prawo, a więc "samorządzący się") - jego rolą jest sprawowanie kontroli nad przemianą materii oraz prawidłowym działaniem narządów wewnętrznych.

[wikipedia.org](https://pl.wikipedia.org)

Neurony odpowiedzialne za odbiór bodźców pochodzących m. in. z układu słuchu i wzroku nazywa się neuronami sensorycznymi (ang. *sensory neurons*). Odebrane bezpośrednio przez receptory bodźce trafiają przez neurony do mózgu w postaci śladów pamięciowych.

Drogę impulsu z układu słuchowego przedstawia w sposób schematyczny rys. 1a.

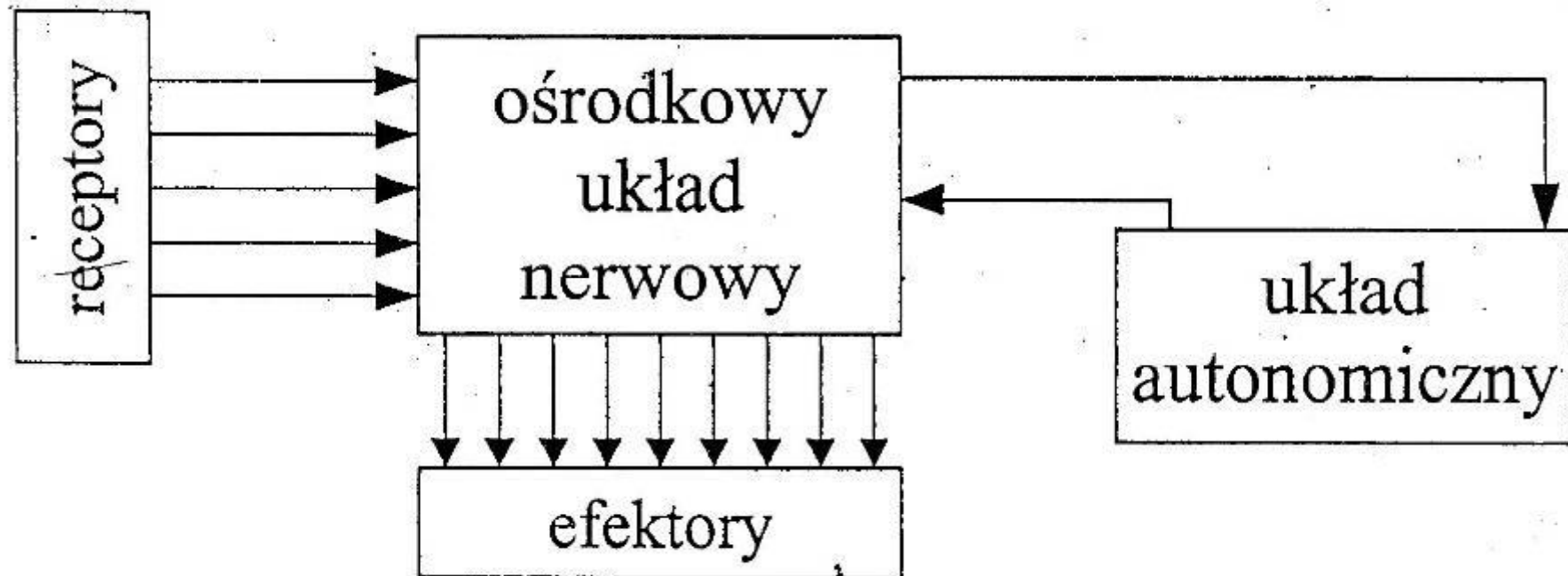


Rys. 1a.

Układ słuchu: bodziec odebrany z ucha zewnętrznego trafia przez ucho środkowe do ucha wewnętrznego (przewodzenie powietrzne i kostne) oraz bezpośrednio do ucha wewnętrznego (przewodzenie kostne). Następnie impuls wędruje do ośrodków pamięci (kolejno pamięci chwilowej, krótkotrwałej i długotrwałej). Z każdego rodzaju pamięci, o ile się w niej utrzyma, może zostać pobrany do dalszej analizy w mózgu i wytworzenia odpowiedniej reakcji.

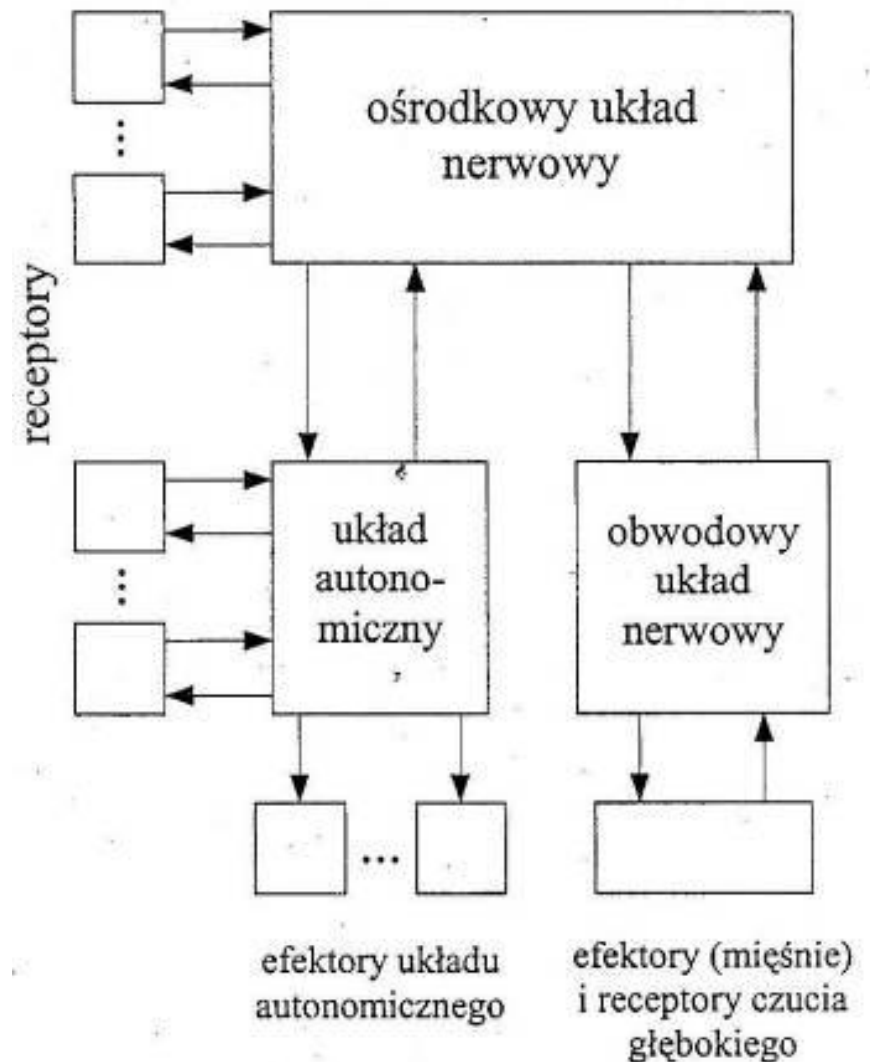
[Leipp]

W ogólności schemat blokowy systemu nerwowego można porównać z układem równoległego przetwarzania sygnału (rys. 1)



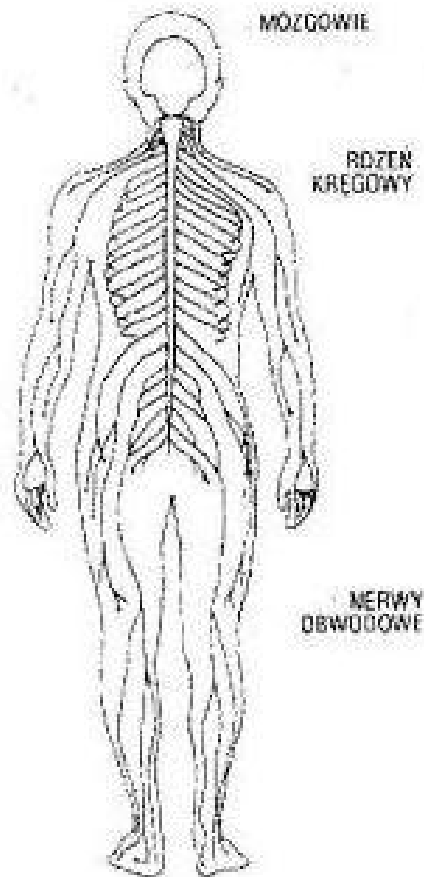
Rys. 1. Uproszczony schemat działania systemu nerwowego

Ważną właściwością układu nerwowego jest fakt analizy bodźców równocześnie przez ośrodkowy i autonomiczny układ nerwowy. Pozwala to na niezależne włączenie do reakcji na bodziec odruchów bezwarunkowych (układ autonomiczny) i odruchów wyuczonych (układ somatyczny poprzez układ obwodowy). Zasadę działania opisuje przykład: patrząc na słońce, układ autonomiczny powoduje zwężenie się źrenic, natomiast w wyniku pobudzenia układu obwodowego zakrywamy oczy ręką, aby dodatkowo zmniejszyć poziom natężenia światła.



Rys .2. Ogólny schemat połączeń systemu nerwowego

Układ nerwowy

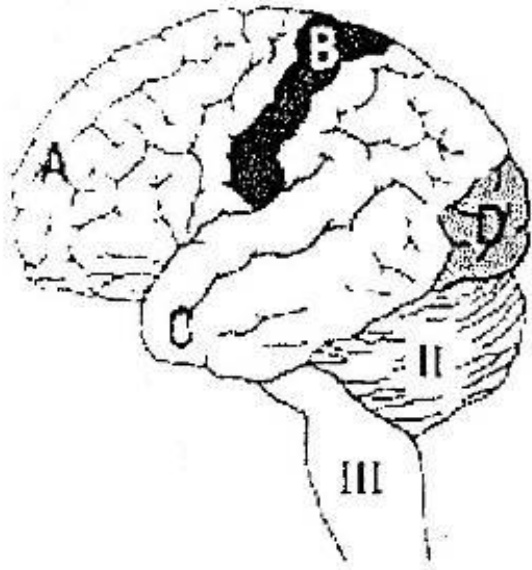


Rys. 4 Układ nerwowy.

Obwodowy układ nerwowy można porównać do magistrali, która poprzez nerwy zajmuje się dystrybucją bodźców z ośrodkowego układu nerwowego po całym organizmie. Obwodowy układ nerwowy tworzy 12 par nerwów czaszkowych oraz 31 par nerwów rdzeniowych. Uszkodzenie nerwów układu obwodowego jest najczęstszym urazem układu nerwowego i może prowadzić do niedowładów czy zaburzeń czucia.



## Różne bodźce pobudzają różne obszary mózgu:



Rys. 5 Ośrodkowy układ nerwowy.

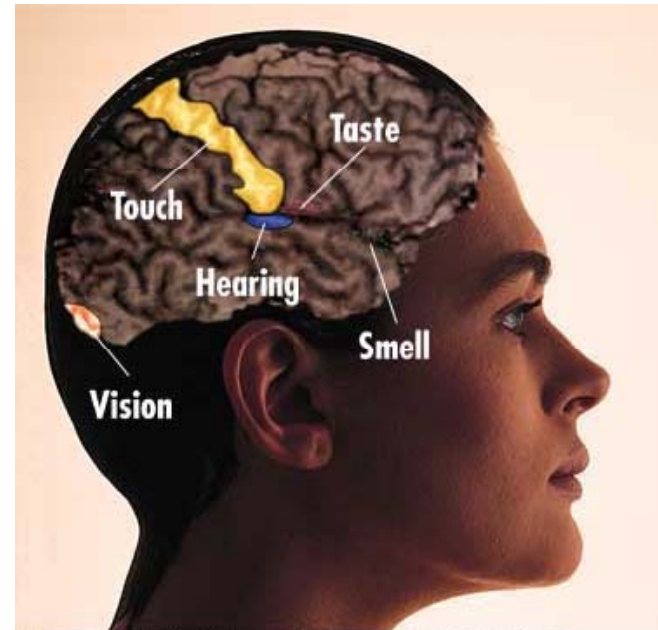
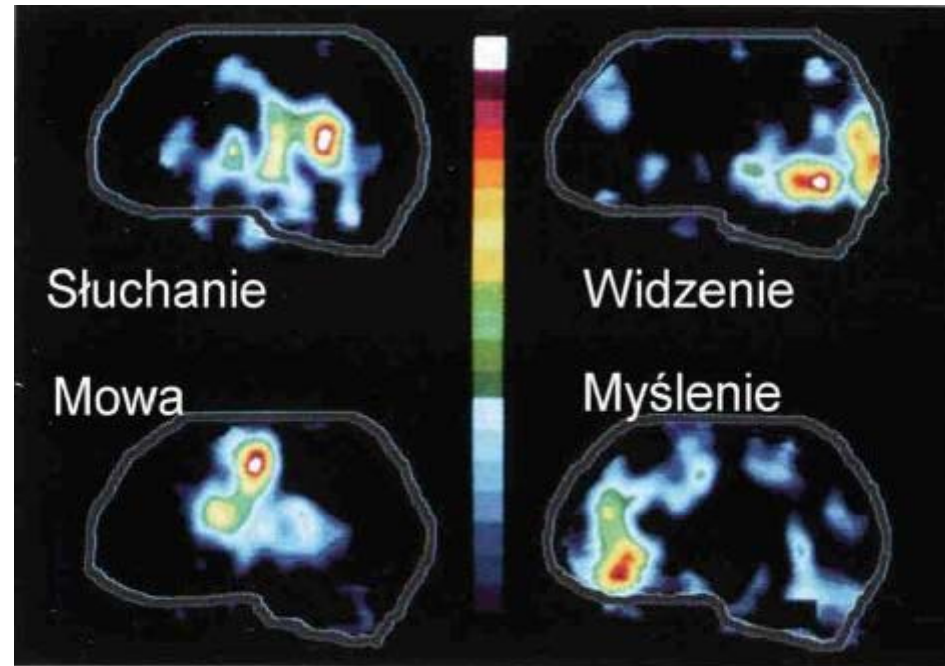
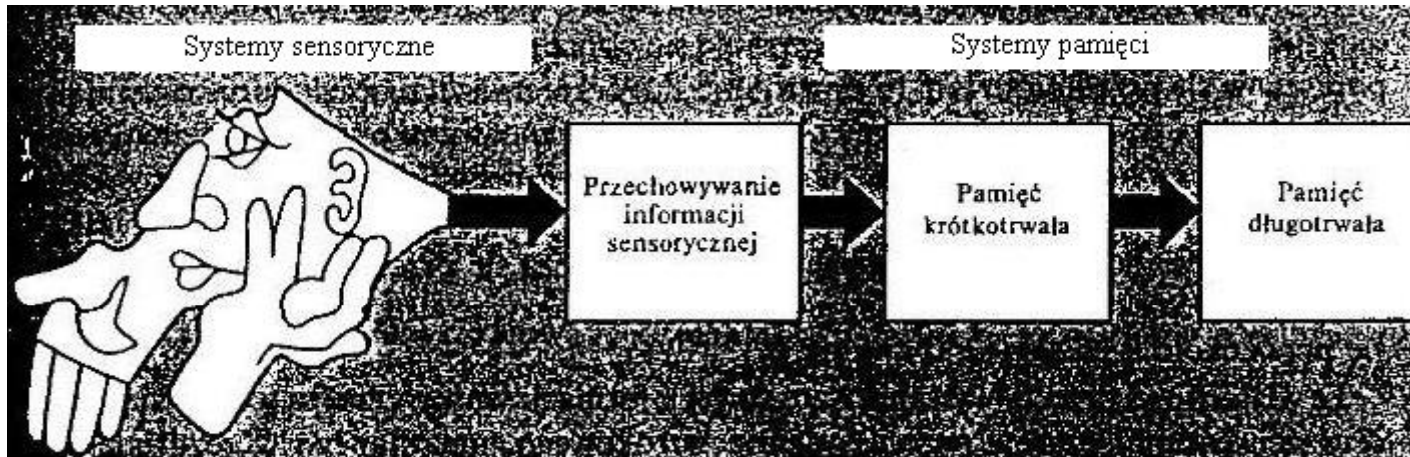


Photo of head-Michael Freeman; MRI scan of head-John Belliveau, NMR Center, Massachusetts General Hospital

- A – płat czołowy (ośrodek węchu i smaku)
- B – płat ciemieniowy (dotyk)
- C - płat skroniowy (słuch)
- D – płat potyliczny (wzrok)
- II – mózdzek – m.in. Koordynacja ruchowa
- III – pień mózgu – wychodzi do rdzenia kręgowego



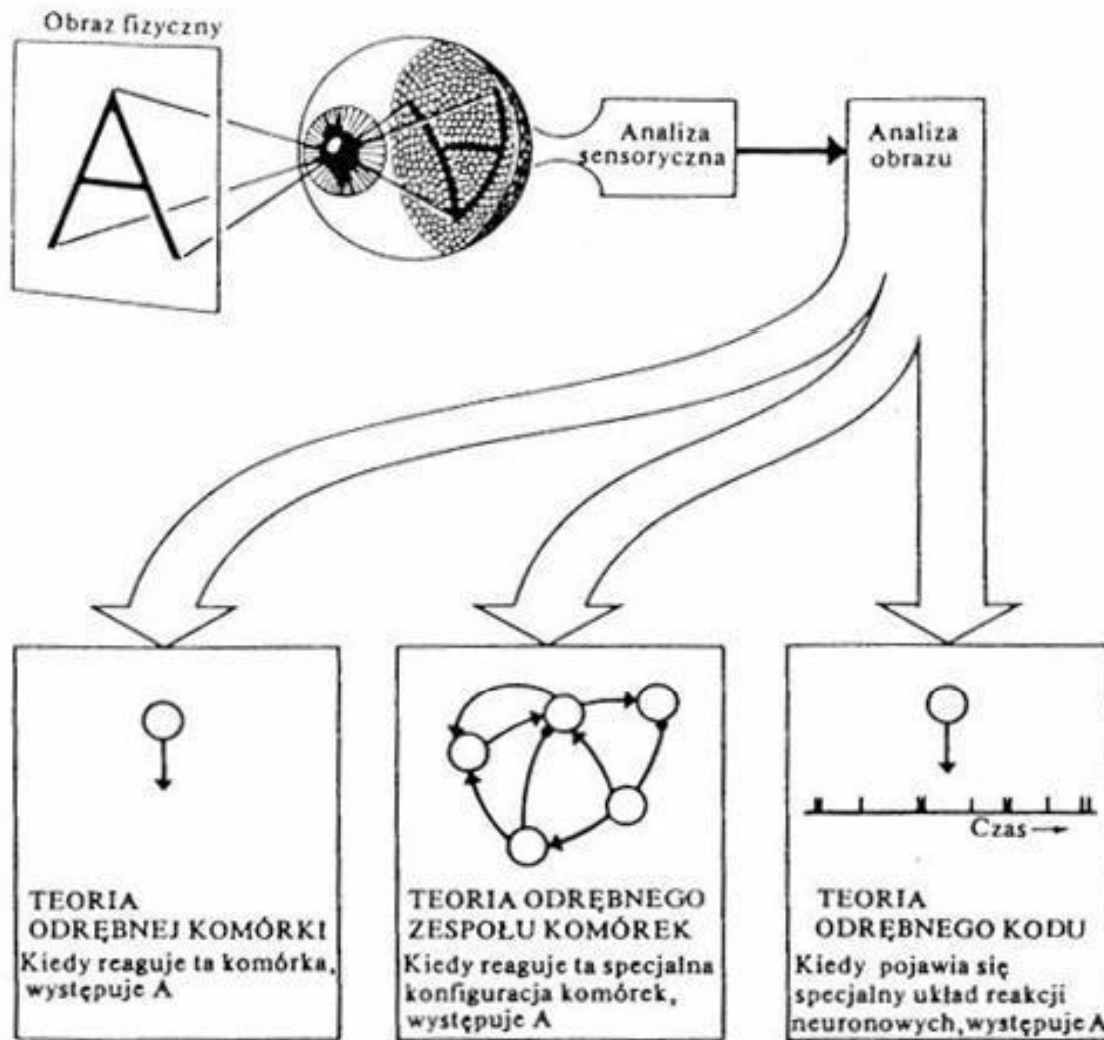
Aktywność poszczególnych obszarów mózgu w wyniku wykonywania czynności antagonistycznych



Rys. 6 Systemy pamięci.

Impuls sensoryczny tafia do pamięci etapami. W pierwszej kolejności trafia do pamięci operacyjnej mózgu (pamięci chwilowej/ sensorycznej) , gdzie może wywołać pobudzenie odpowiednich efektorów bądź trafić do dalszej obróbki w pamięci krótkotrwałej (interpretacja bodźca), w końcu jako doświadczenie trafia do pamięci długotrwałej (ok. 10 miliardów neuronów), gdzie może brać udział w procesie analizy bodźców.

Czas przechowywania w ukł. pamięci sensorycznej jest bardzo krótki (0,1-0,5 s), zaś w pamięci krótkotrwałej przez czas bliżej nieokreślony (zapamiętywanie poprzez powtarzanie, ale dotyczy to kilku jednostek prezentowanego materiału).

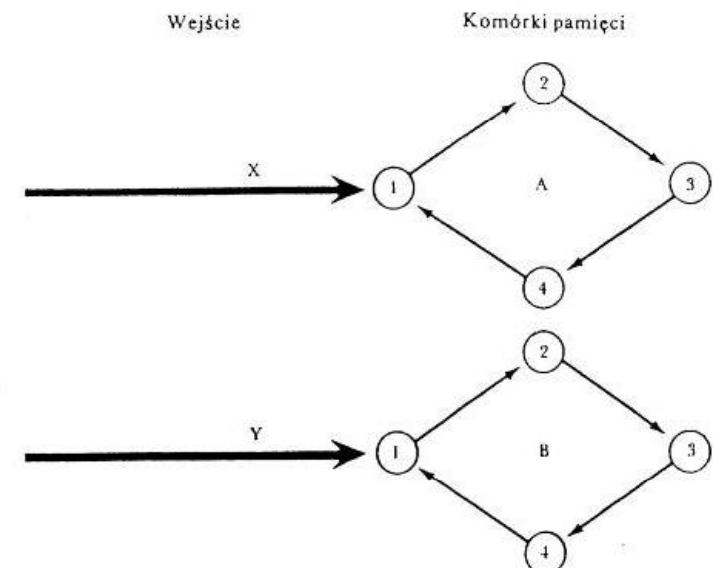


Rys.10 Analiza obrazu.

R  
Układ nerwowy może reagować w trojaki sposób na wystąpienie litery A.

Możliwe jest, że na każdą literę zareaguje:

1. pojedyncza komórka (detektor litery)
2. specyficzny zespół komórek (konfiguracja komórek)
3. dla każdej litery istnieje odrębny kod (układ wyładowań nerwowych)

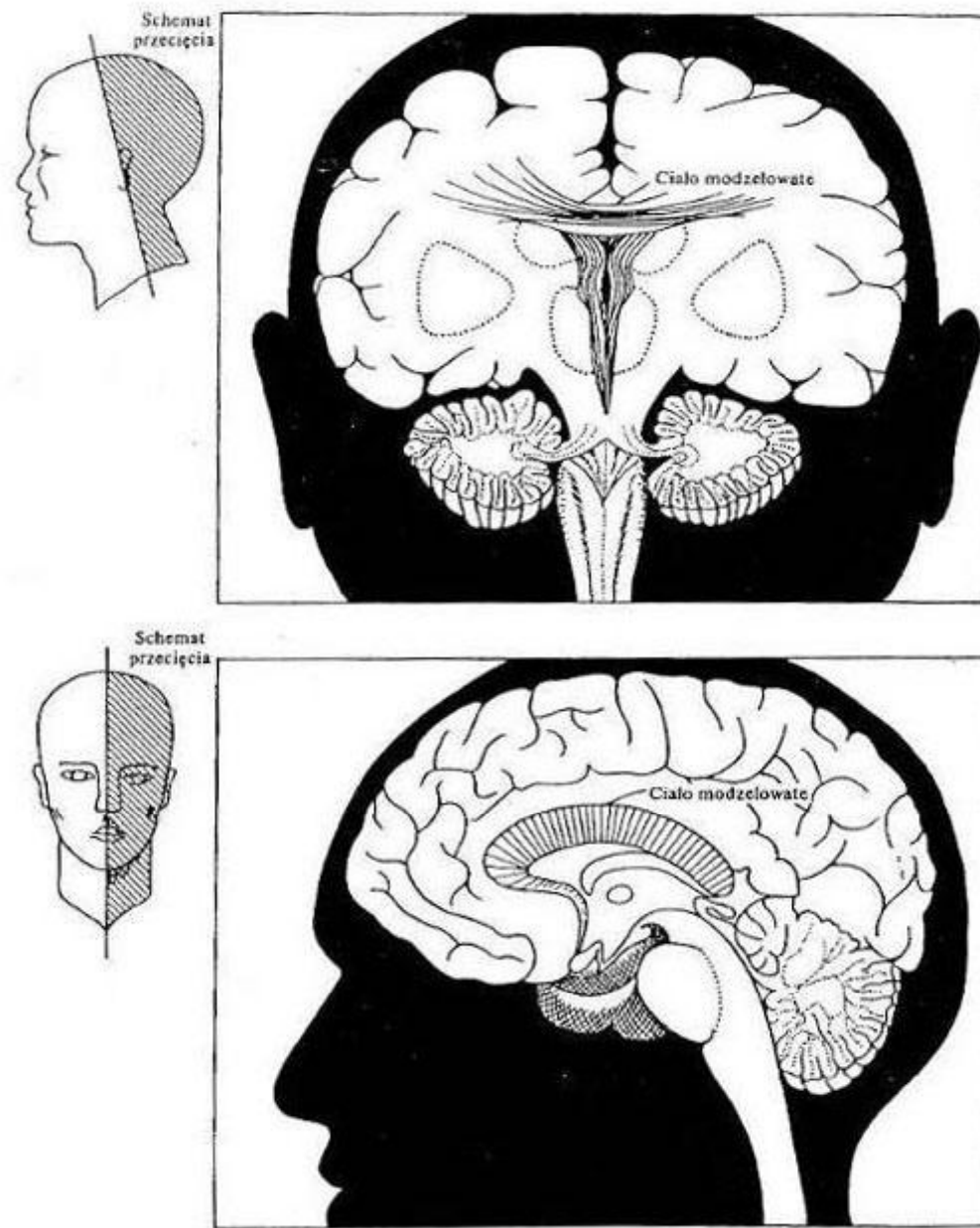


Rys.8 Najprostszy odwód pamięci.

Najprostszy odwód pamięci składa się z wejścia i grupy komórek. W procesie analizy obrazu może brać udział pojedyncza komórka lub ich grupa, wynik analizy może być również reakcją na kod pamięci (zespół reakcji neuronowych). W każdym z przypadków do naszej świadomości dotrze informacja, co np. widzimy.

Postępując się powyższym przykładem, pojedyncza komórka wystarczy nam do stwierdzenia postrzegania drukowanej wyraźnej litery A. Zespół komórek może stwierdzić literę A napisaną odręcznie przez jakąś osobę, natomiast kod pamięciowy pozwala na złożoną analizę obrazu, wiązanie z nim emocji oraz np. wykrycie litery A w słowie, w którym pojedyncze litery mogłyby być nierozpoznawalne.

Ze względu na strefową funkcjonalność mózgu, ważny zjawiskiem w procesie percepcji jest komunikacja między półkulami. Ciało modzelowate oddziela prawą półkulę mózgową od lewej i przekazuje informacje z jednej strony na drugą. W następstwie budowy mózgu składającego się z dwóch półkul mózgowych posiadających homologiczne struktury, a także funkcjonowania w nich ośrodków ruchowych, wzrokowych i somatycznosensorycznych przetwarzających bodźce z przeciwległej niż półkula strony ciała, w celu integracji pracy mózgu wytworzone zostały połączenia pomiędzy półkulami.



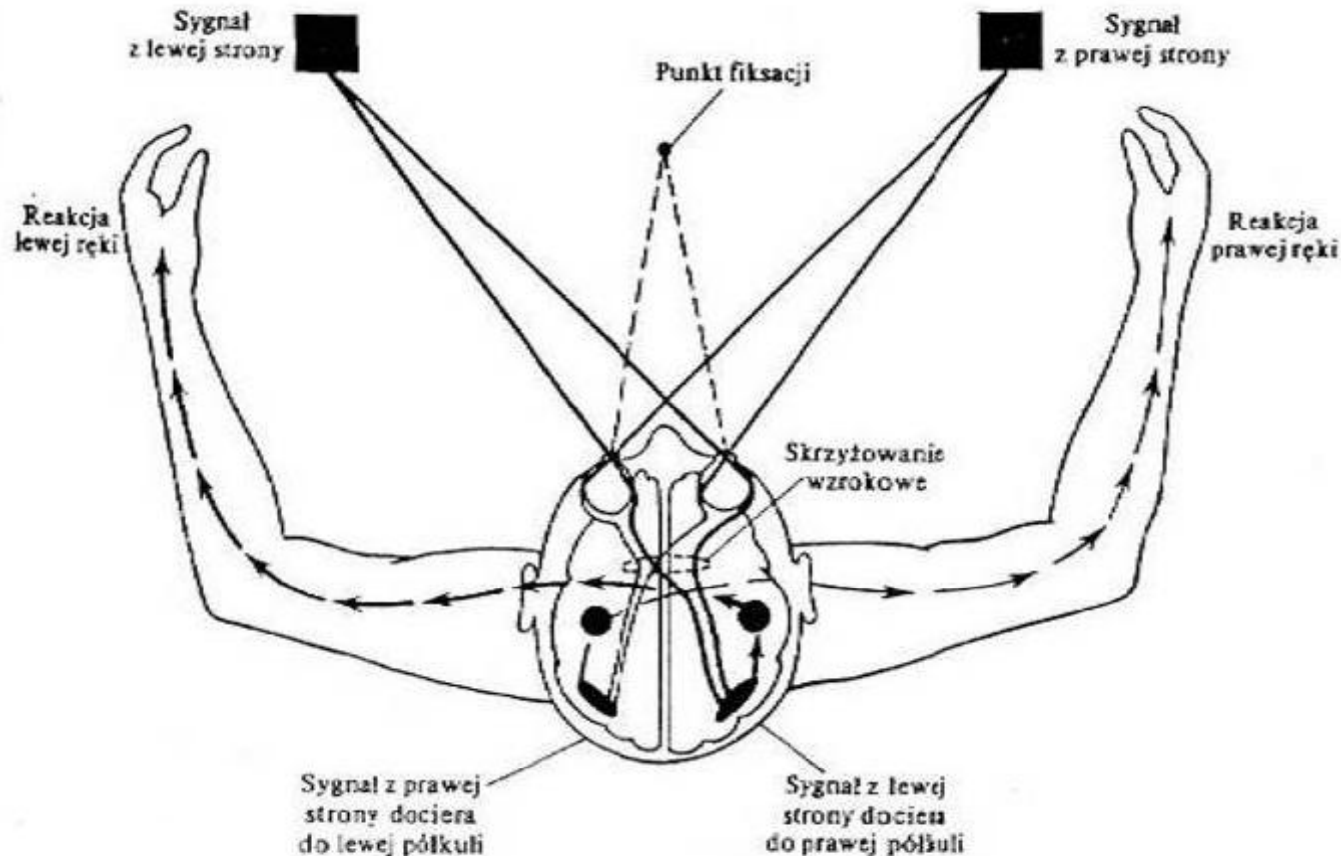
Rys. 17 Komunikacja między półkulami

Rozcięcie spoidła, czasem stosowane w chirurgicznym leczeniu padaczki, może prowadzić do zaburzeń w percepcji. Np. bodziec odbierany przez prawe ucho lub oko, może nie być rozpoznany w przypadku odebrania go przy pomocy ucha lub oka lewego.



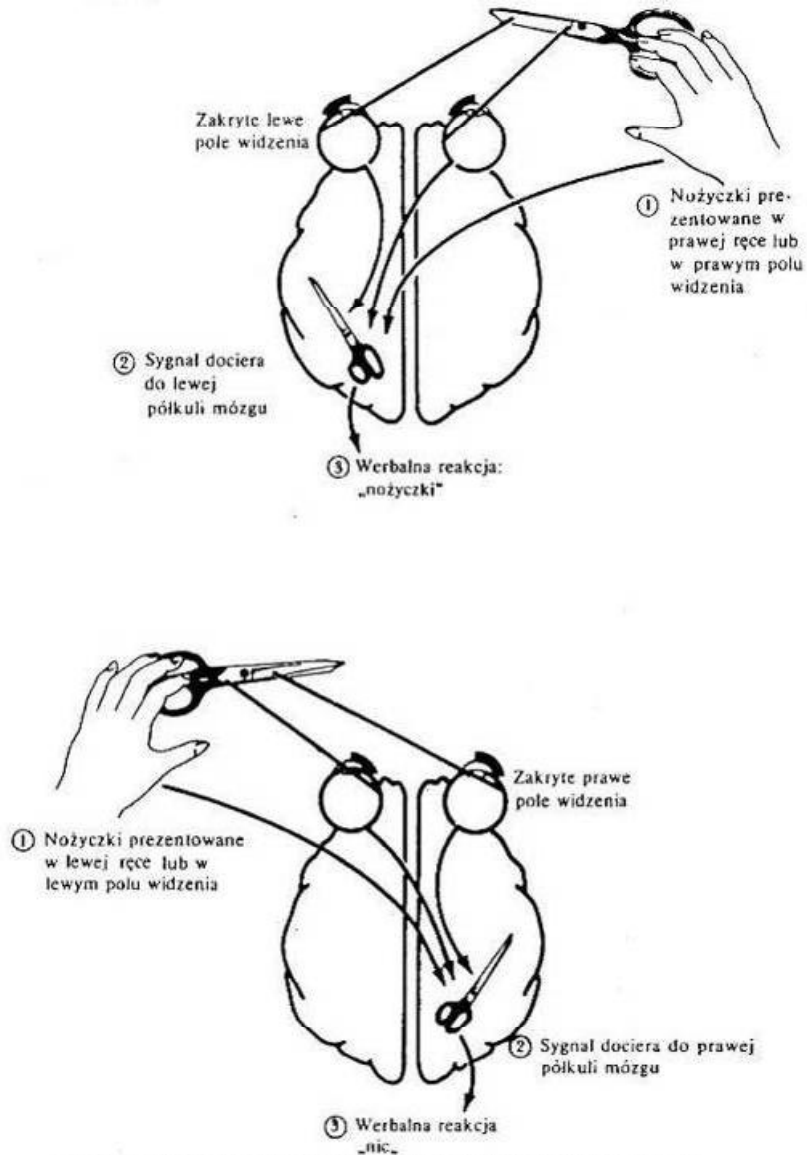
Przypadek taki nazywa się rozszczepieniem mózgu i jest następstwem rozdzielnej, krzyżowej analizy bodźców z receptorów lewych i prawych.

Krzyżowemu przetwarzaniu podlega również reakcja efektorami.



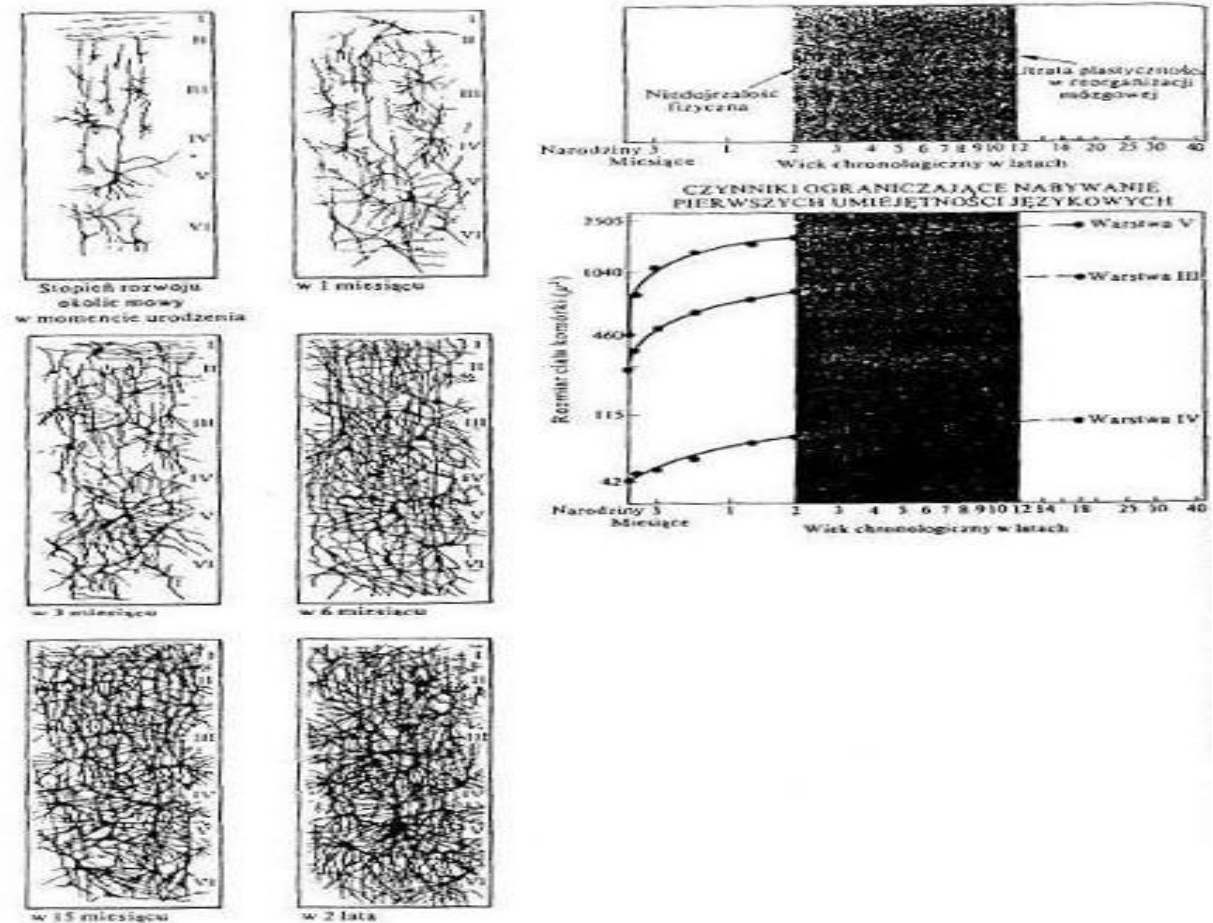
Rys. 18 Włókna wzrokowe i sposób postrzegania

# Efekt rozszczepienia mózgu:



Rys. 19 Reakcja pacjenta z rozszczepionymi półkulami mózgowymi

Możliwości percepcyjne mózgu rosną z wiekiem ze względu na zagęszczającą się sieć neuronów. Na poniższym obrazie zaprezentowano stopień rozwoju neuronów sześciu warstw kory mózgowej w funkcji czasu obszaru mowy. Plastyczność w reorganizacji mózgowej człowiek traci w wieku ok. 12 lat. Uważa się jednak, że istnieje zdolność dojrzałego OUN (ośrodkowego układu nerwowego) do reorganizacji funkcjonalnej wskutek uszkodzenia czy stymulacji ruchowo-czuciowej.



Rys.20 Neurony sześciu warstw kory mózgowej jako funkcja czasu.