

Współczesna inżynieria biomedyczna

prof. dr hab. inż. Bożena Kostek,
Laboratorium Akustyki Fonicznej, WETI, PG

Współczesna inżynieria biomedyczna

OMAWIANE ZAGADNIENIA

- . Wykład cz. I: Percepcja a inżynieria biomedyczna. Przykład percepcji słuchowej.
- . Percepcja intermodalna w poznawczym i emocjonalnym przetwarzaniu bodźców sensorycznych. Integracja multisensoryczna. Interakcja człowiek-komputer
- . Wykład cz. II: Technologie inż. biomedycznej wykorzystujące SI (sztucznej inteligencji).
- . Zastosowania SI w medycynie

Współczesna inżynieria biomedyczna

(percepcja u podstaw zastosowań)

Zastosowanie SI w opiece zdrowotnej

Zastosowanie SI w opiece nad starszymi osobami

Technologie rozszerzonej rzeczywistości w medycynie
— rola SI

Zastosowanie SI w automatycznej analizie zdjęć
tomografii komputerowej

Zastosowanie SI w automatycznej analizie wyników
rezonansu magnetycznego

Zastosowanie SI (sztucznej inteligencji) do
inteligentnego przetwarzania sygnałów EEG

temperatury na twarzy, barwa głosu, kształt uszu, chód)

Zastosowanie SI w chorobach neurodegeneracyjnych

Współczesna inżynieria biomedyczna

(percepcja u podstaw zastosowań)

Zastosowanie SI w biometrii modalności: np. wygląd twarzy, kształt dłoni, układ linii papilarnych palca, tęczówka/siatkówka oka, geometria żył, rozkład

Zastosowanie SI w przetwarzaniu sygnału mowy (np. w kontekście patologii mowy)

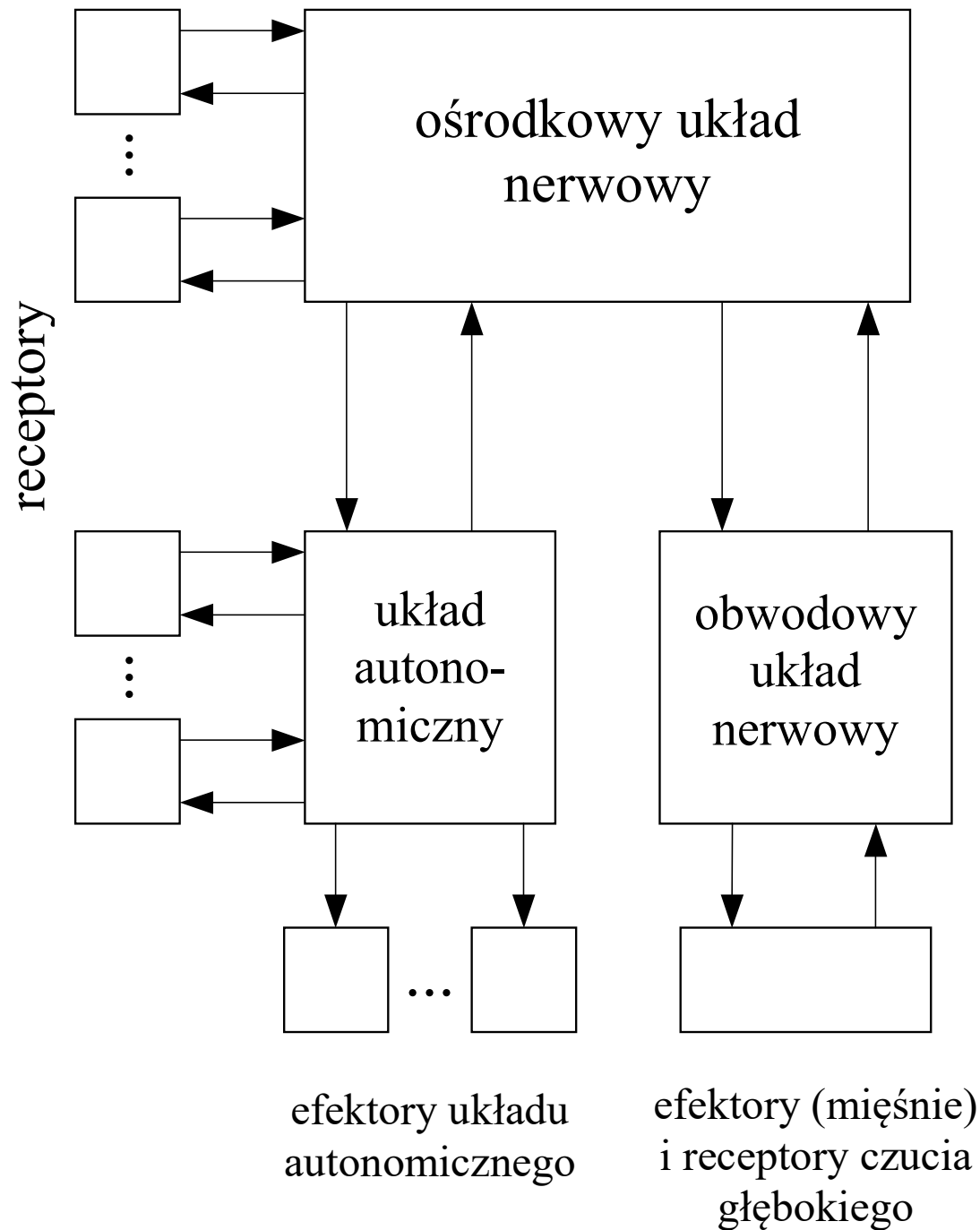
Zastosowanie SI w inteligentnym monitoringu wizyjnym (np. kontekst medyczny, inteligentne miasto)

BIG Data w medycynie

Bazy medyczne — ich specyfika, standardy, interoperacyjność, kompatybilność zapisów

Etyka w zastosowaniach medycznych SI

Etyka a działania hackerów (zagrożenia)



Ogólny schemat połączeń systemu nerwowego

Układ nerwowy

Ośrodkowy układ nerwowy – umowny podział systemu nerwowego na trzy podsystemy:

- Centralny układ nerwowy: mózg, mózdzek i rdzeń kręgowy.
- Obwodowy (peryferyjny) układ nerwowy: nerwy kręgowy i czaszkowe, dochodzące do mięśni i receptorów czuciowych i kończące się w rdzeniu.
- Układ autonomiczny (wegetatywny; koordynacja funkcji automatycznych: skurczy serca, oddychania, trawienia, wydalania, pocenia się, pobudzenia seksualnego)
 - centrum: w pniu mózgu;
 - koordynacja: przez podwzgórze;
 - układy współczulny/układ przywspółczulny, działające antagonistycznie.

Teoria MacLeana: podział mózgu na trzy struktury.
Zespół R (reptilian), **pień i śródmózgowie**;
mózdżek, jądra podstawy, wzgórze opuszki
węchowe - świat gadów.

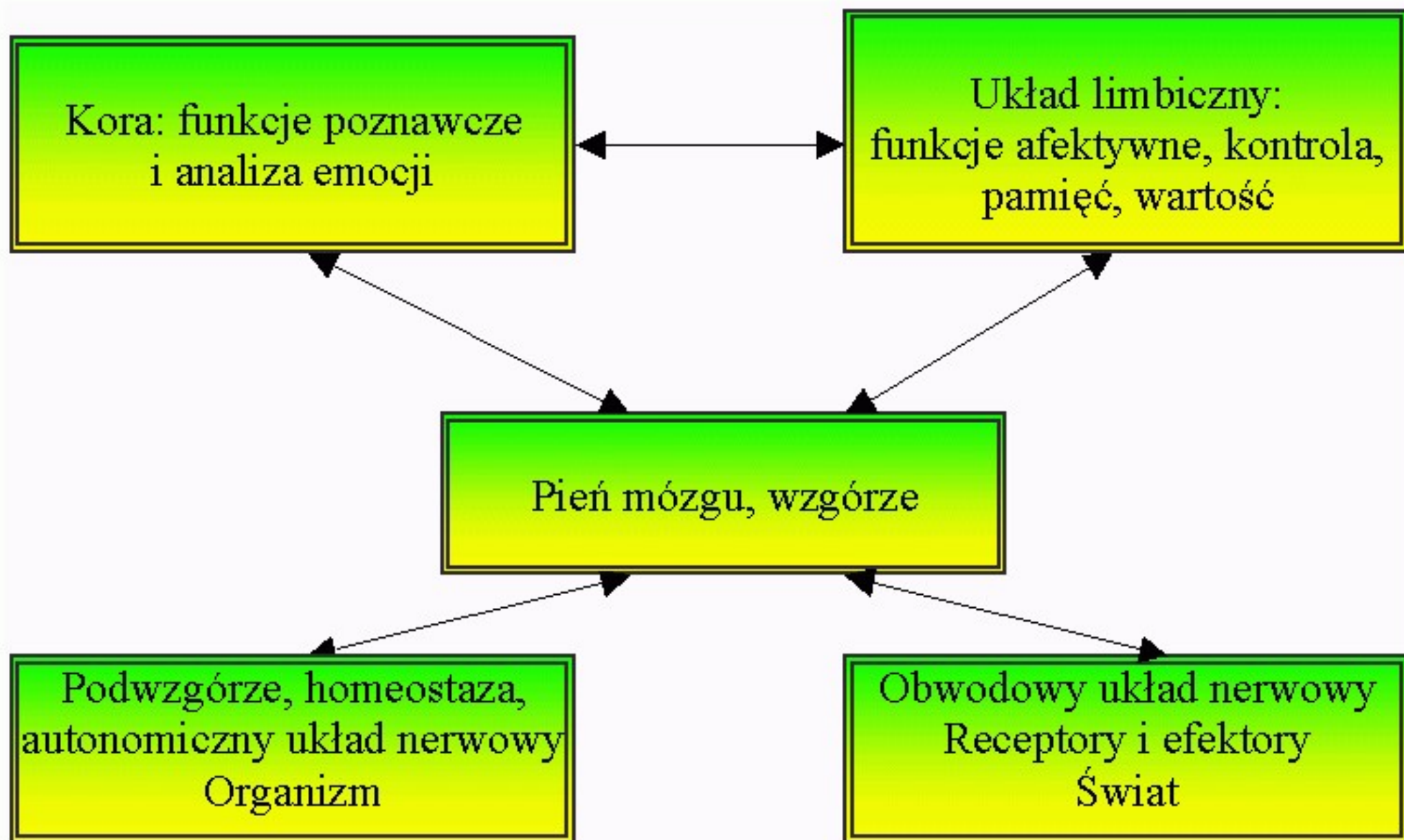
System limbiczny - **emocje, zachowania społeczne**; świat ssaków.

Kora nowa - język, abstrakcje; świat ludzi i naczelnych, **supresja lub augmentacja emocjonalności, empatia**

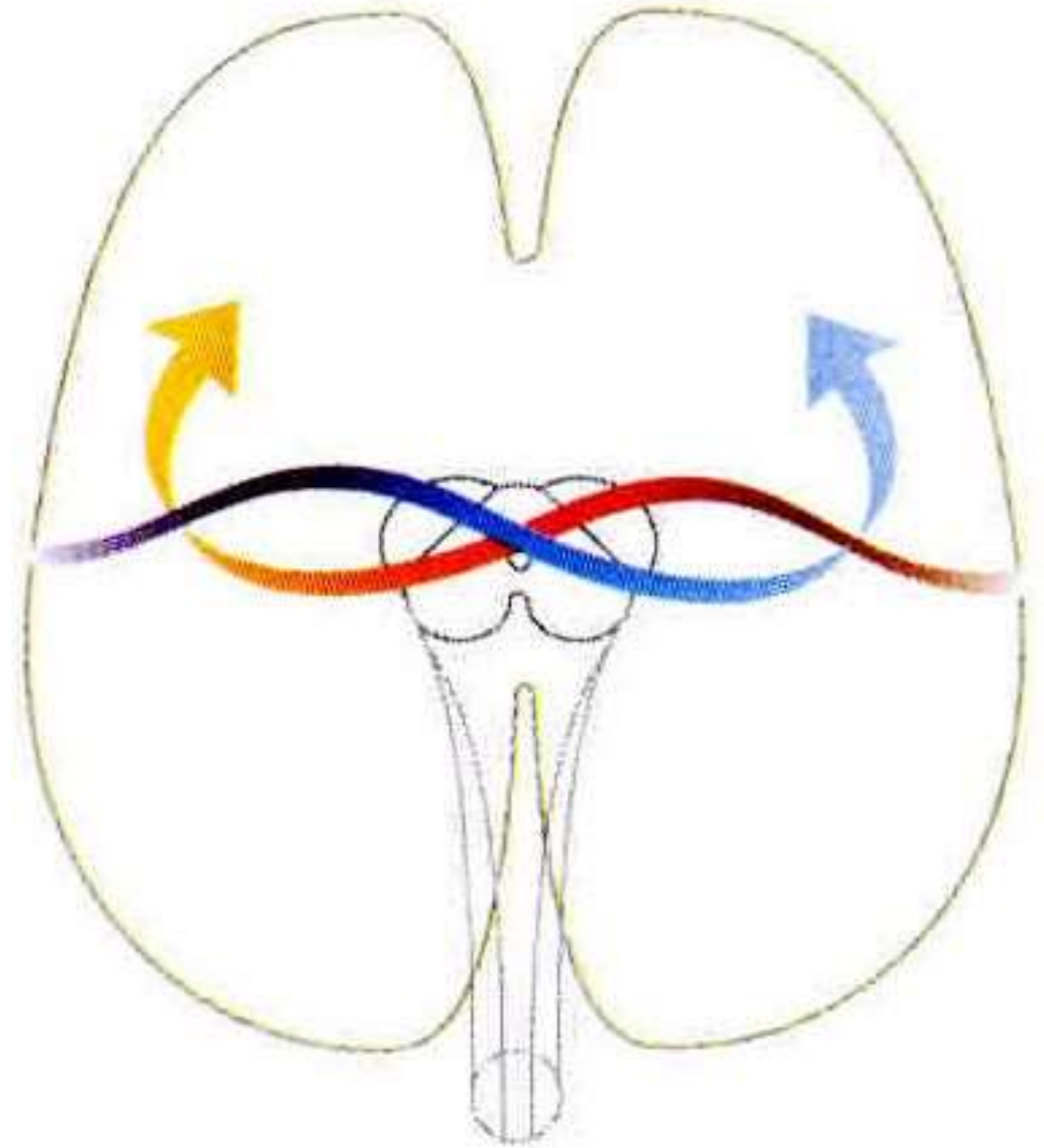
Pień i podstawa neuronalna, zawierającą wszystkie układy regulacyjne i reproduktywne organizmu = "zespół R" (Reptilians, gady).

Podwzgórze - reguluje homeostazę:
termoregulacja, rytmy biologiczne, współpraca z autonomicznym układem nerwowym, głodu i pragnienia.

Zespół R bardziej pierwotny niż emocje.
Ochrona terytorium, zachowania agresywne, rytualne, hierarchie społeczne.

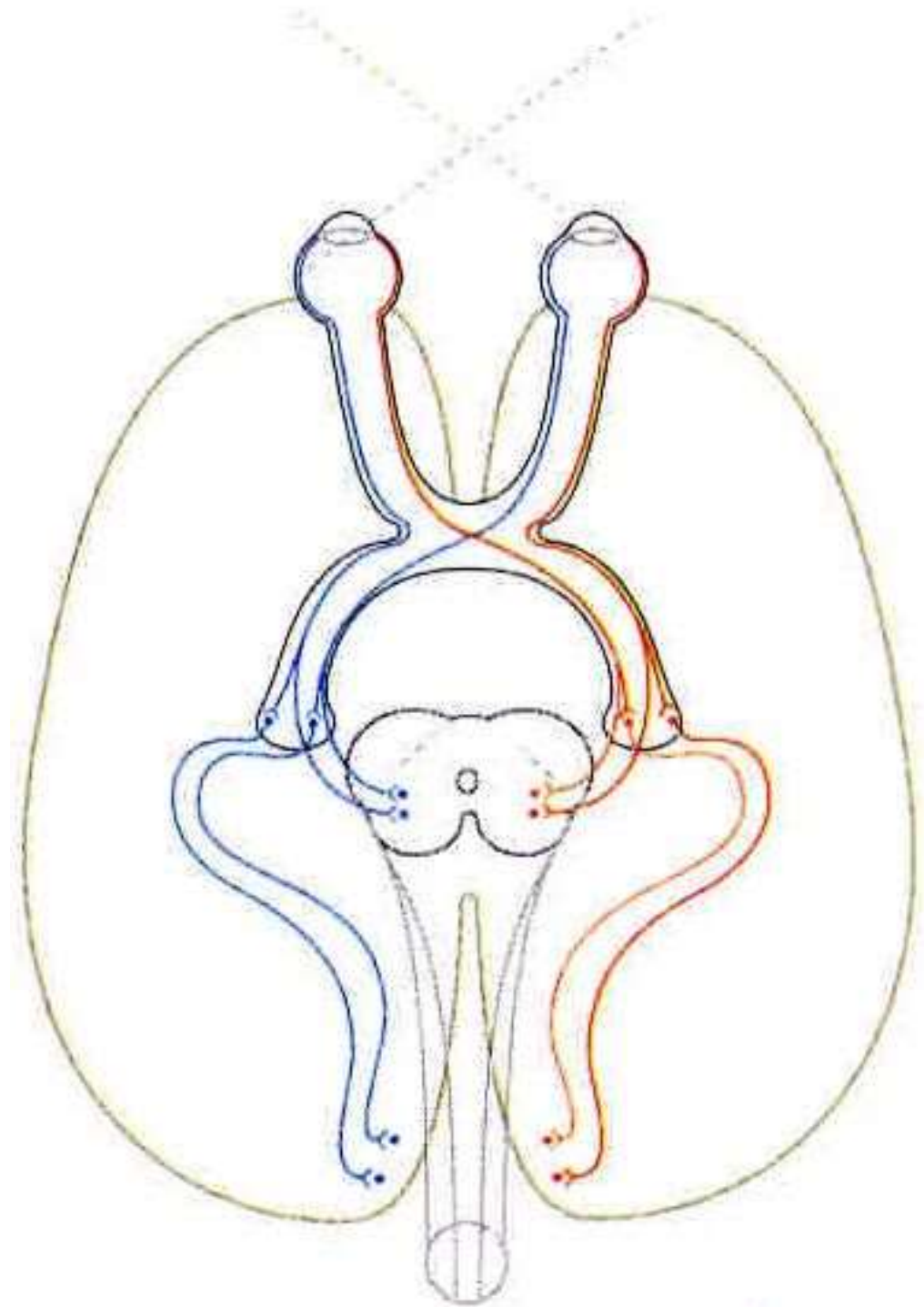


- Bodźce słuchowe. Dźwięki z lewego ucha analizowane są w prawej półkuli i odwrotnie.



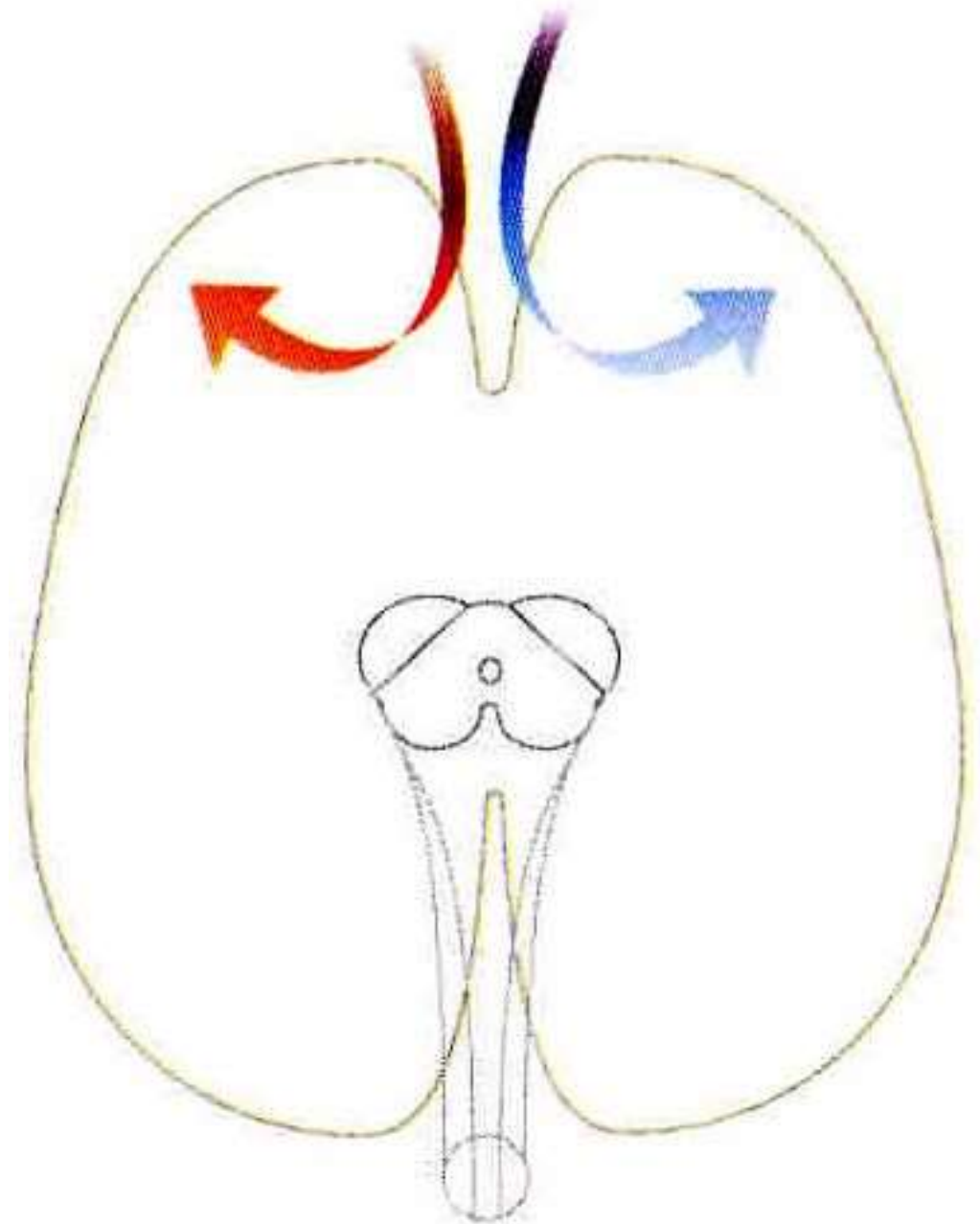
Źródło:
<https://www.is.umk.pl/~duch/Wyklady/>

- Bodźce wzrokowe. Lewe pole wzrokowe analizowane jest w prawej półkuli i odwrotnie.



Źródło:
<https://www.is.umk.pl/~duch/>
Wykłady/

- Bodźce węchowe nie przechodzą przez skrzyżowane szlaki (wyjaśnienie ewolucyjne). Opuszka węchowa powstała z najbardziej wysuniętego do przodu zwoju nerwowego



Źródło:

<https://www.is.umk.pl/~ Duch/Wyklady/>

Zmysły: rodzaje i funkcje

(źródło: <https://www.poradnikzdrowie.pl/psychologia/rozwoj-osobisty/zmysly-czlowieka-rodzaje-i-funkcje-aa-jgdY-9QyR-jAnK.html>)

- **Zmysły** - można rozumieć jako grupę wyspecjalizowanych komórek receptorowych, które mają zdolność do odbierania jakichś konkretnych bodźców fizykalnych oraz przesyłania później uzyskanej informacji do specyficznych rejonów mózgowia, w których są one ostatecznie interpretowane.

Zmysły: rodzaje i funkcje

(źródło: <https://www.poradnikzdrowie.pl/psychologia/rozwoj-osobisty/zmysly-czlowieka-rodzaje-i-funkcje-aa-jgdY-9QyR-jAnK.html>)

1. Zmysł wzroku
2. Zmysł smaku
3. Zmysł dotyku
4. Zmysł węchu
5. Zmysł słuchu

Zmysły: rodzaje i funkcje

(źródło: <https://sensonauka.pl/interocepcja-osmy-zmysl/>)

- Interocepcja, często nazywana ósmym zmysłem, pozwala nam odbierać i przetwarzać bodźce z ciała, np. to, jak szybko bije nam serce.
- Działanie tego zmysłu polega na **odczuwaniu bodźców płynących z wnętrza naszego ciała** na przykład: głodu, senności, bicia serca czy potrzeb fizjologicznych.
- Interocepcja jest więc sposobem komunikacji między układem nerwowym a ciałem człowieka.

Zmysły: rodzaje i funkcje

(źródło: <https://www.poradnikzdrowie.pl/psychologia/rozwj-osobisty/zmysly-czlowieka-rodzaje-i-funkcje-aa-jgdY-9QyR-jAnK.html>)

Rzadziej wyróżniane zmysły człowieka

- **zmysł temperatury:** za odczuwanie zmian ciepłoty odpowiadają specyficzne termoreceptory, zlokalizowane zarówno w obrębie skóry, jak i w wewnętrznych częściach organizmu;
- **propriocepcja:** odpowiedzialne za nią receptory obecne są w mięśniach i więzadłach, propriocepcja daje informację, gdzie znajdują się poszczególne części ciała;

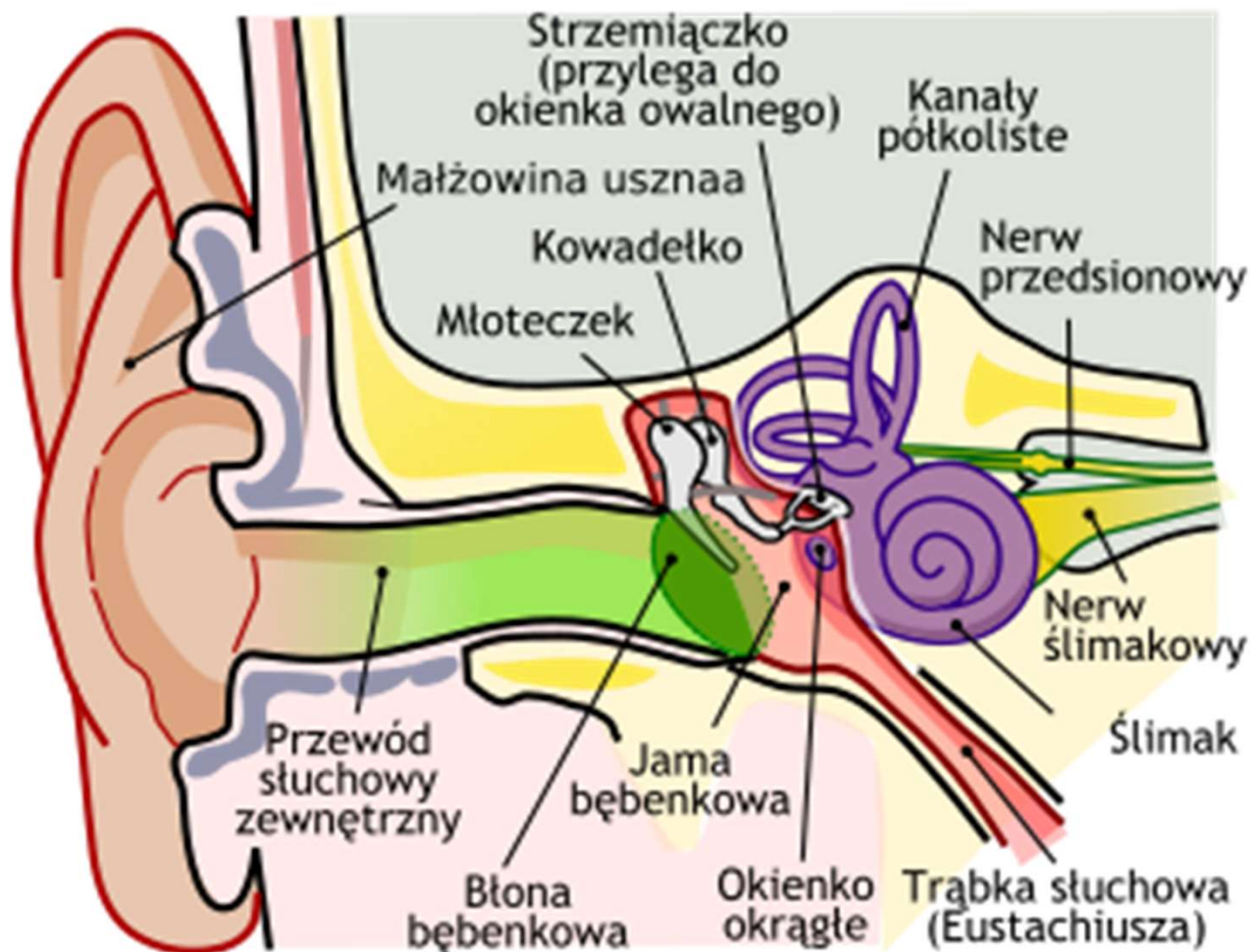
Zmysły: rodzaje i funkcje

(źródło: <https://www.poradnikzdrowie.pl/psychologia/rozwj-osobisty/zmysly-czlowieka-rodzaje-i-funkcje-aa-jgdY-9QyR-jAnK.html>)

Rzadziej wyróżniane zmysły człowieka

- **zmysł równowagi:** związane z nim receptory zlokalizowane są w trzech kanałach półkolistych zaliczanych do struktur ucha (układ przedsionkowy);
- **zmysł czucia bólu (nocycepcja):** zmysł, za który odpowiadają receptory bólowe, czyli nocyceptory.

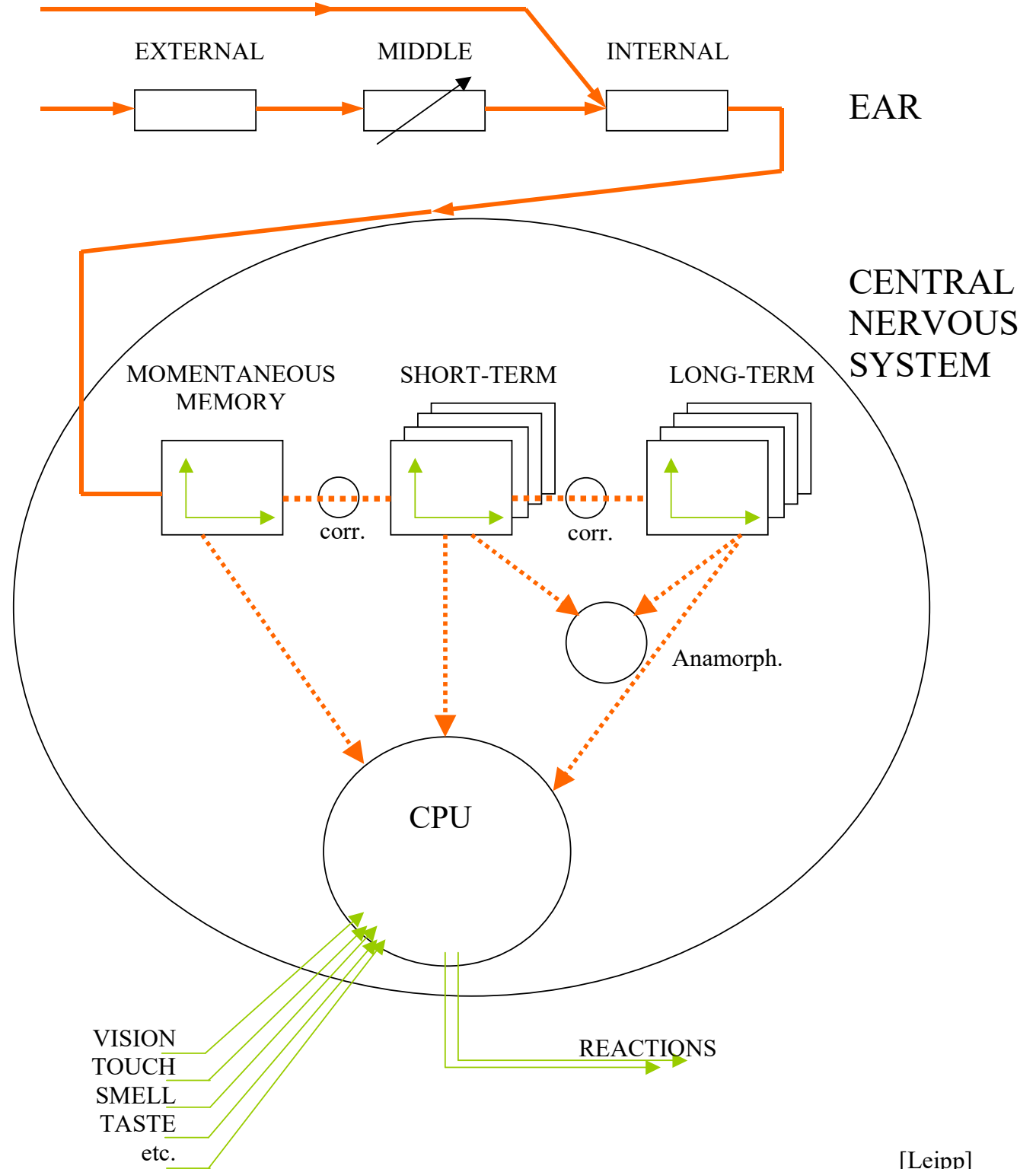
Cybernetyka połączeń zmysłowych – na podstawie zmysłu słuchu



Źródło:

https://pl.wikipedia.org/wiki/Przew%C3%B3d_s%C5%82uchowy_zewn%C4%99trzny

Cybernetyka połączeń zmysłowych

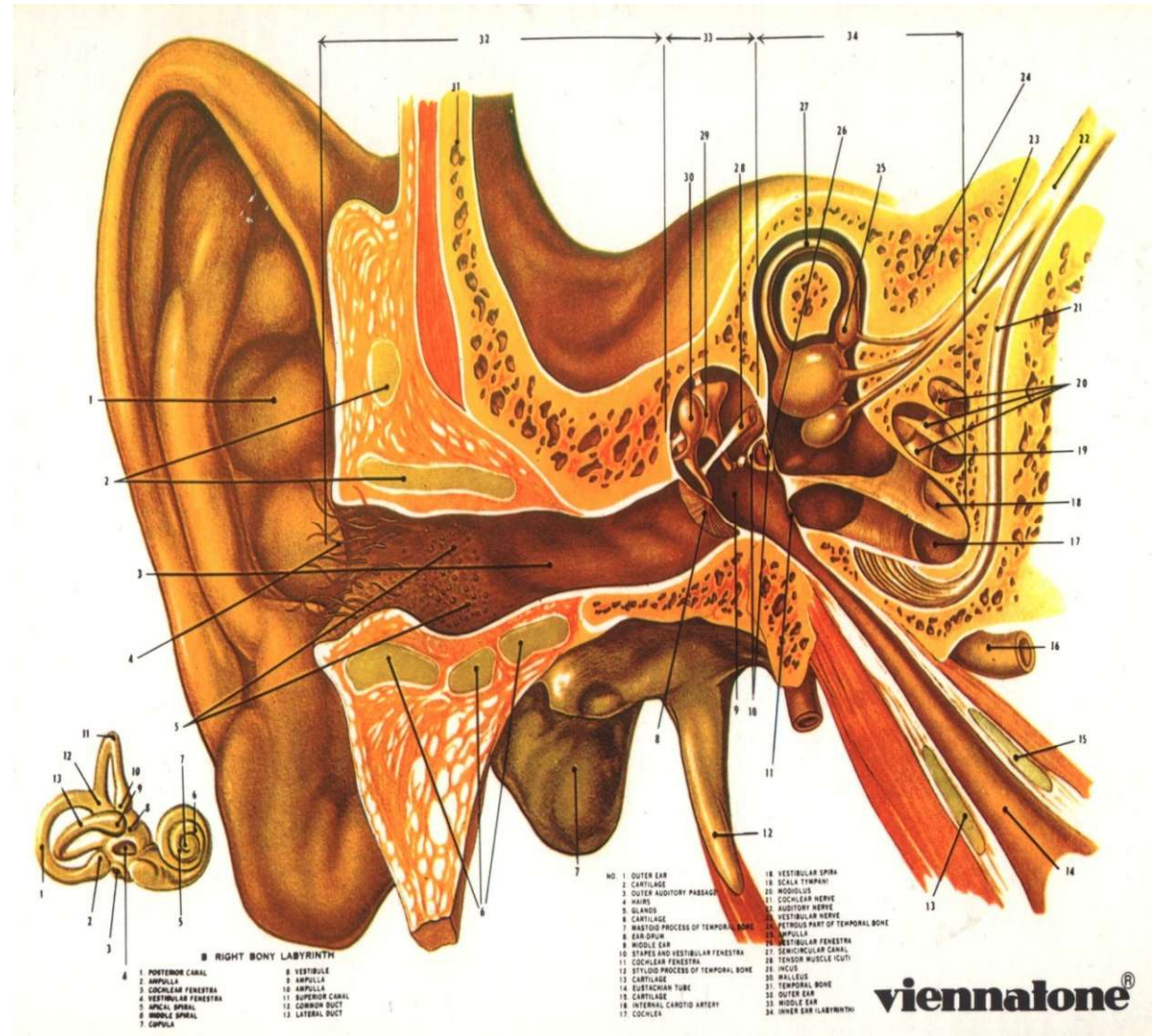


Podstawy psychoakustyki

- ucho zewnętrzne

Ucho zewnętrzne składa się;

- a) z małżowiny,
- b) z kanału ucha zewnętrznego zamkniętego błoną bębenkową

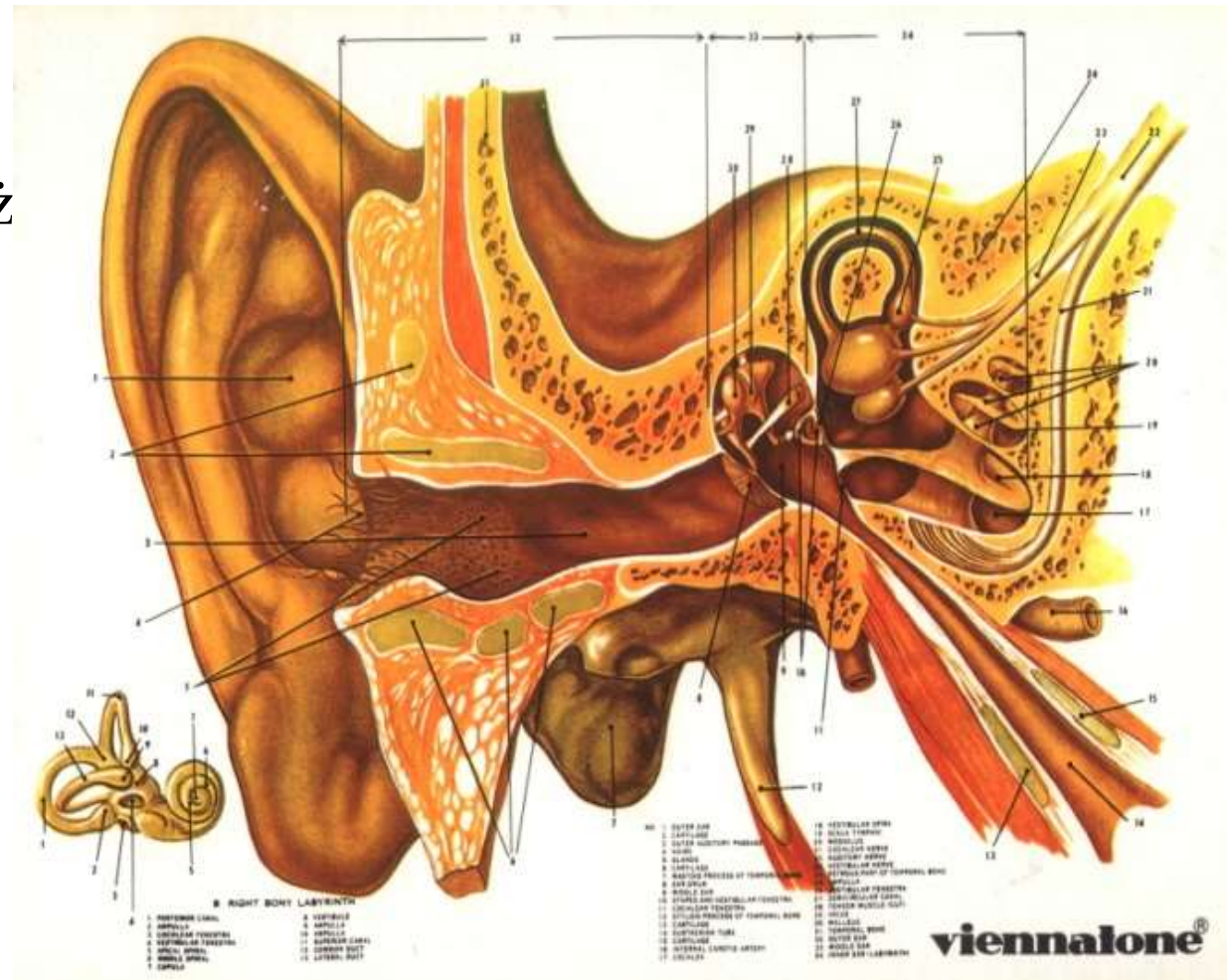


Podstawy psychoakustyki

- ucho środkowe

Ucho środkowe składa się z:

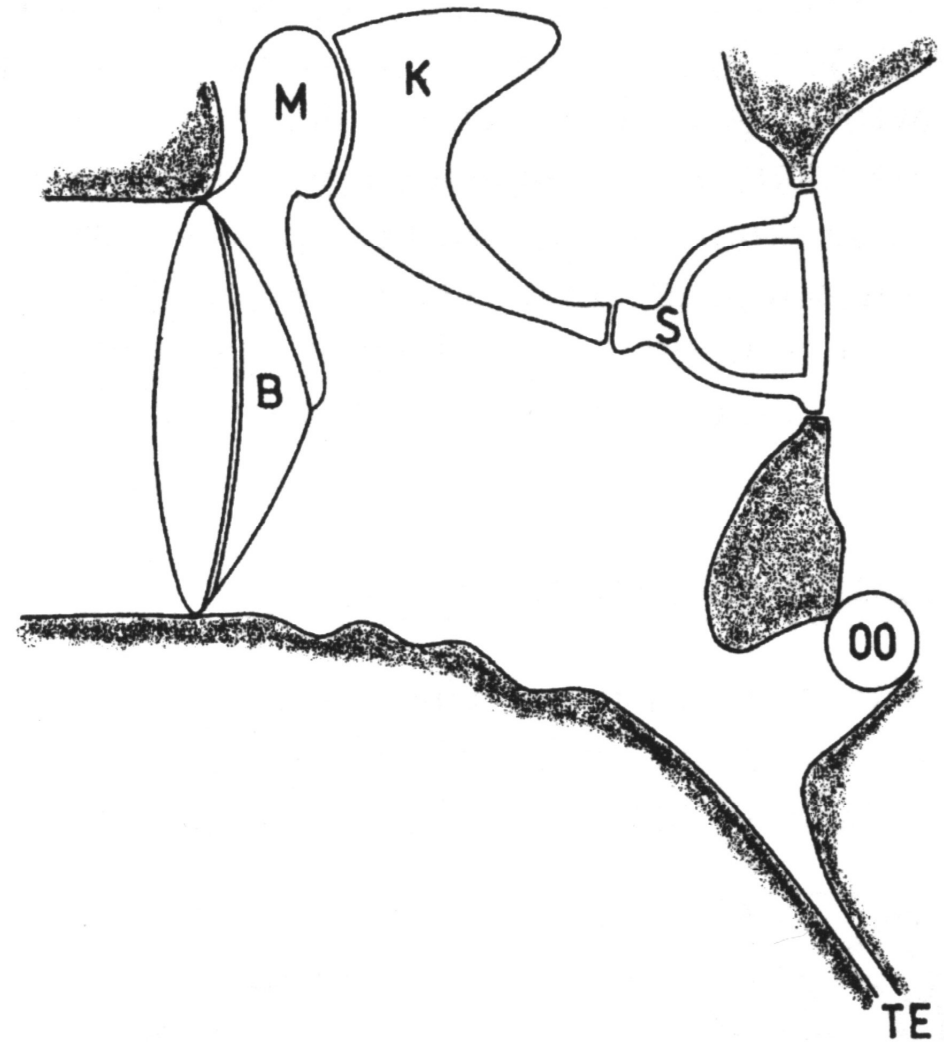
- jamy bębenkowej wraz z błoną bębenkową i kosteczkami słuchowymi,
- trąbki słuchowej zwanej też trąbką Eustachiusza która jest połączona z jamą nosowo – gardłową,
- jamy sutkowej.



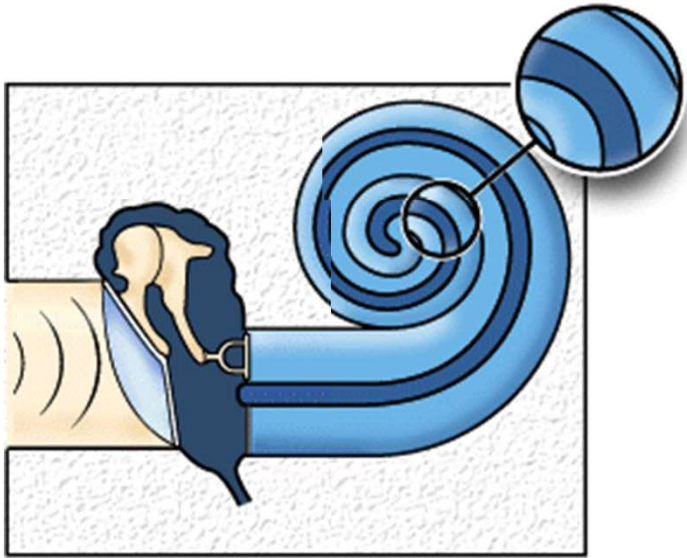
Podstawy psychoakustyki

- ucho środkowe - układ kostek

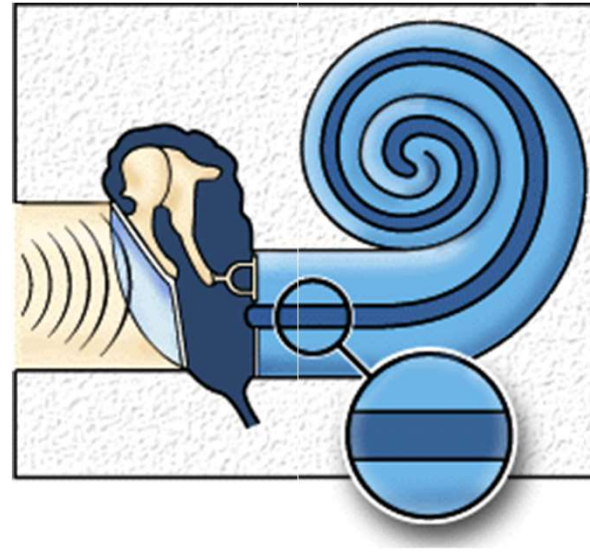
- Pierwsza i największa z nich, mająca około 6 mm długości, zwie się młoteczką.
- Druga – kowadełko - przejmuje drgania od młoteczka przymocowanego za pomocą delikatnych więzadeł,
- Trzecia – strzemiączko - swoją podstawą wnika do okienka owalnego, które to stanowi wejście do ucha wewnętrznego. Długość podstawy strzemiączka wynosi około 3 mm.



Działanie ucha środkowego



Niska częstotliwość fali
docierającej do ucha



Wysoka częstotliwość fali
docierającej do ucha

Strzemiączko jest tłokiem umieszczonym w ścianie kostnej ucha wewnętrznego (w okienku owalnym). Tłok pobudza do drgań nieściśliwą ciecz wypełniającą przestrzeń ucha wewnętrznego.

Podstawy psychoakustyki

- ucho środkowe

Zasadniczą rolą ucha środkowego jest przeniesienie do ucha wewnętrznego maksimum energii akustycznej dochodzącej z otaczającego nas ośrodka powietrznego.

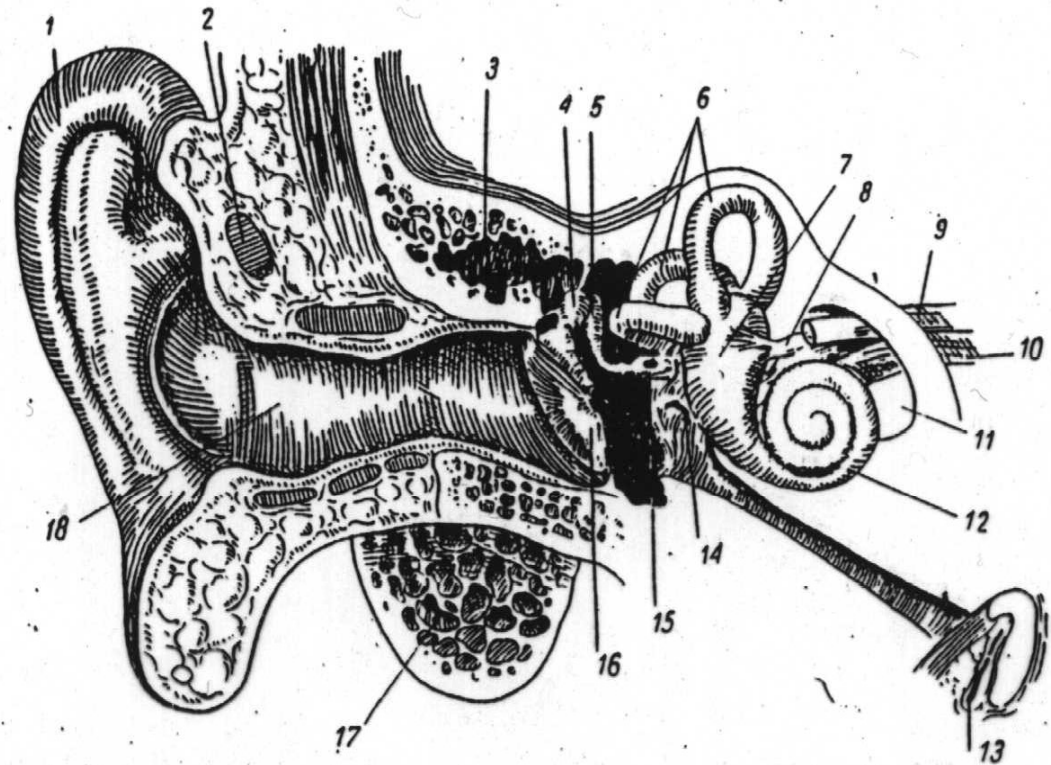
Dzieje się to przez jak najlepsze dopasowanie akustycznej impedancji ośrodka powietrznego - do impedancji gęstej nieściśliwej cieczy (perylimfy) wypełniającej ślimak, który stanowi jedną z podstawowych części ucha wewnętrznego.

Podstawy psychoakustyki

- ucho wewnętrzne

Poza uchem zewnętrznym i śródkowym na rysunku pokazany jest układ czterech kanałów. Kanały te są otoczone twardą kością i wypełnione cieczą. Stanowią ucho wewnętrzne.

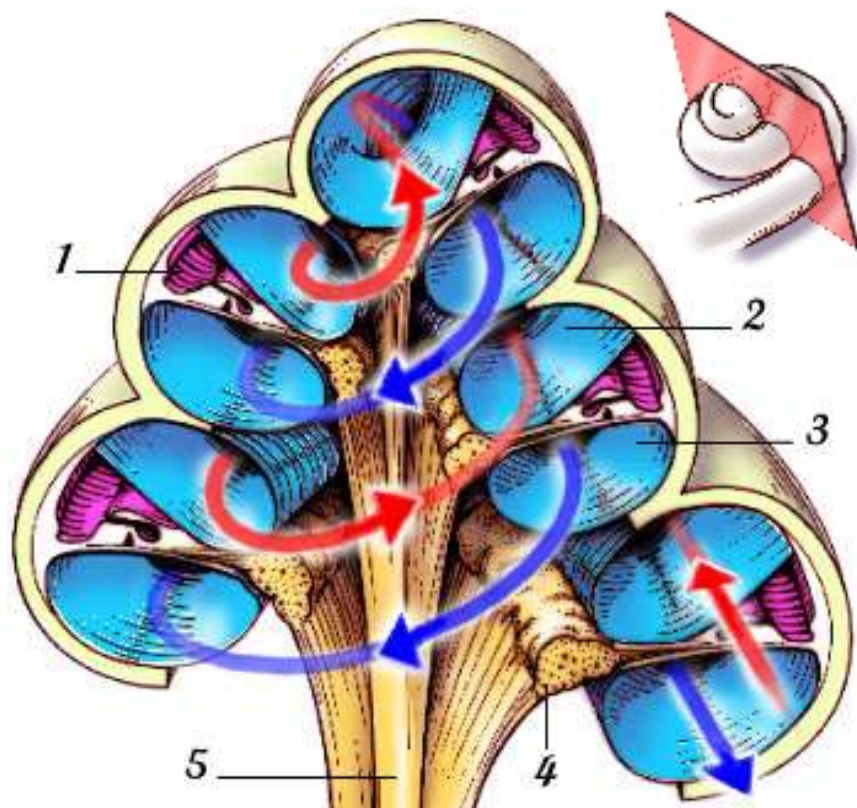
Trzy kanały półkoliste należą do układu przedsionka, i decydują o zmyśle równowagi. Spiralny kanał zawiera komórki czuciowe, wrażliwe na dźwięk.



Rys. 1. Schematyczne wycięcie części ucha transmitujących dźwięk (Davis, 1959)

1 - małżowina uszna, 2 - chrząstka, 3 - komory wyrostka sutkowego, 4 - młoteczek, 5 - kowadełko, 6 - kanały półkoliste, 7 - przedsionek, 8 - nerw przedsionkowy, 9 - nerw twarzowy, 10 - nerw ślimaka, 11 - wewnętrzny kanał słuchowy, 12 - ślimak, 13 - przekrój trąbki Eustachiusza, 14 - okienko okrągłe, 15 - strzemiączko, 16 - bębenek, 17 - szczyt wyrostka sutkowego, 18 - zewnętrzny kanał słuchowy

Budowa ślimaka



1 – kanał ślimakowy, 2 – schody przedsionka 3 – schody bębenka, 4 – zwój nerwowy 5 – nerw słuchowy



5 mm

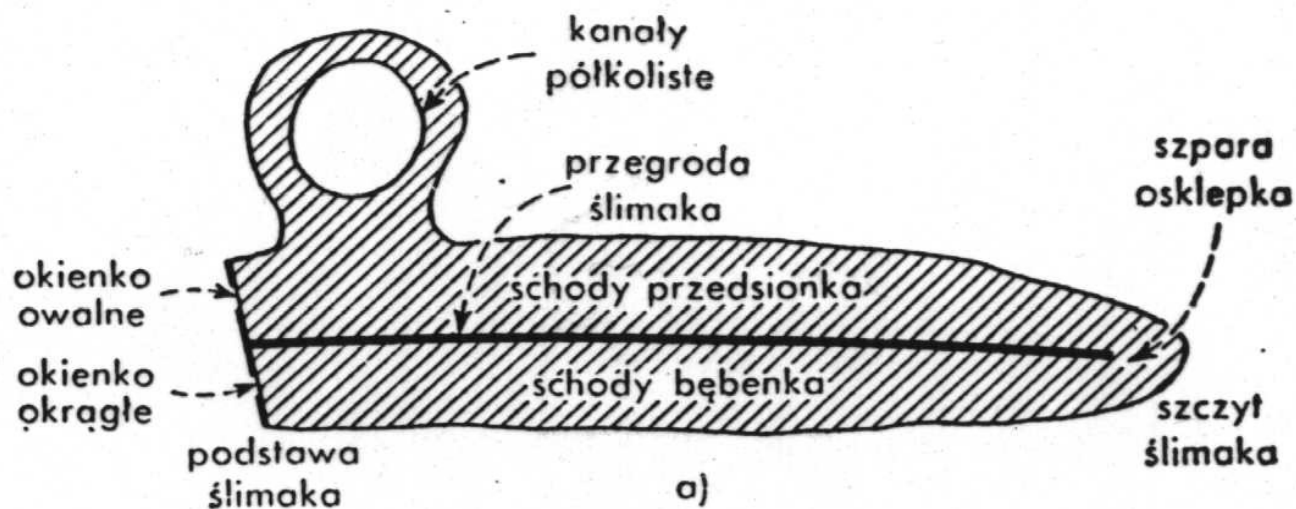
Ślimak płodu (5 mies) – 2,5 zwojów

o – okienko owalne, r – okienko okrągłe (struktura kostna usunięta)

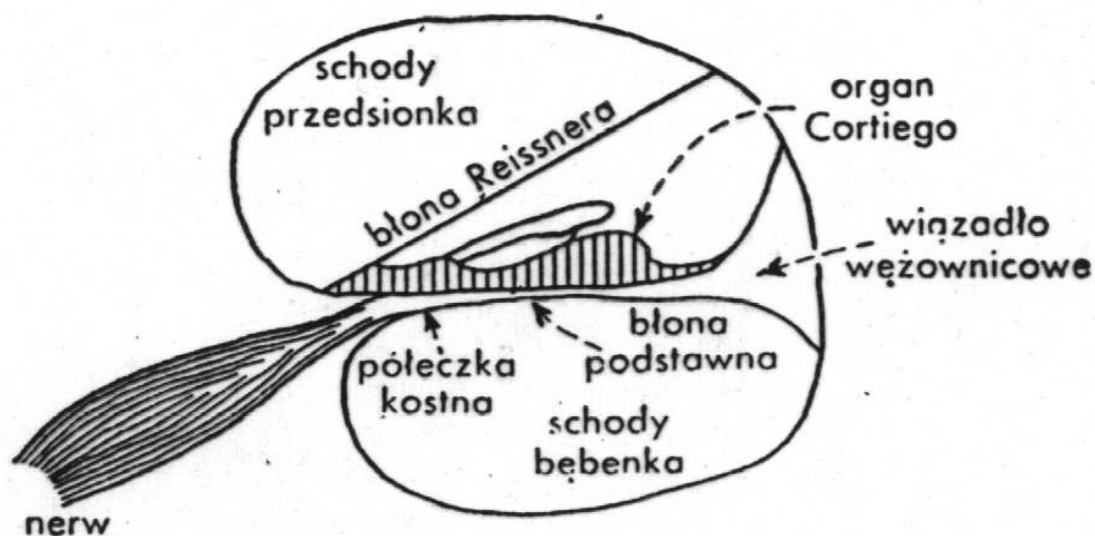
Podstawy psychoakustyki

- ucho wewnętrzne

Na podstawie ślimaka przy schodach przedsionka występuje okienko owalne, na którym opiera się podstawa strzemiączka. W drugiej części podstawy występuje okienko okrągłe, które wychyla się w przeciwną stronę do okienka owalnego.



a)
rozwięty ślimak

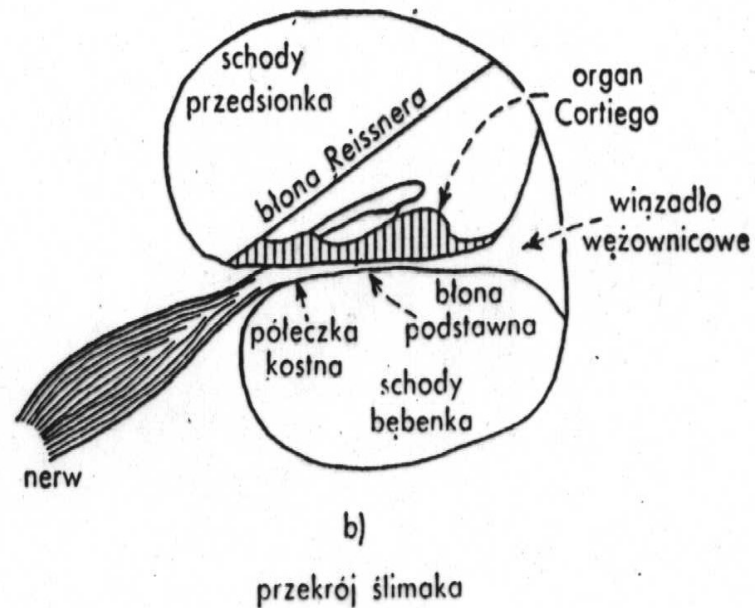
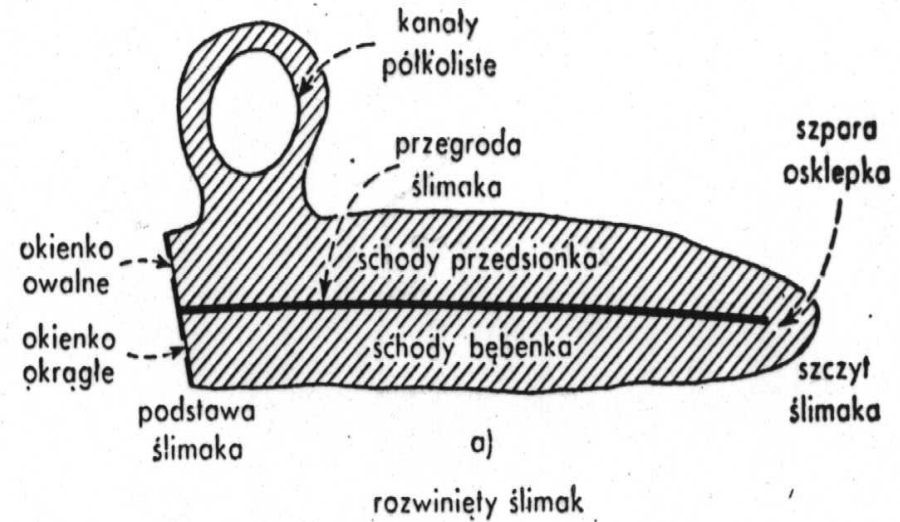


b)
przekrój ślimaka

Podstawy psychoakustyki

- ucho wewnętrzne

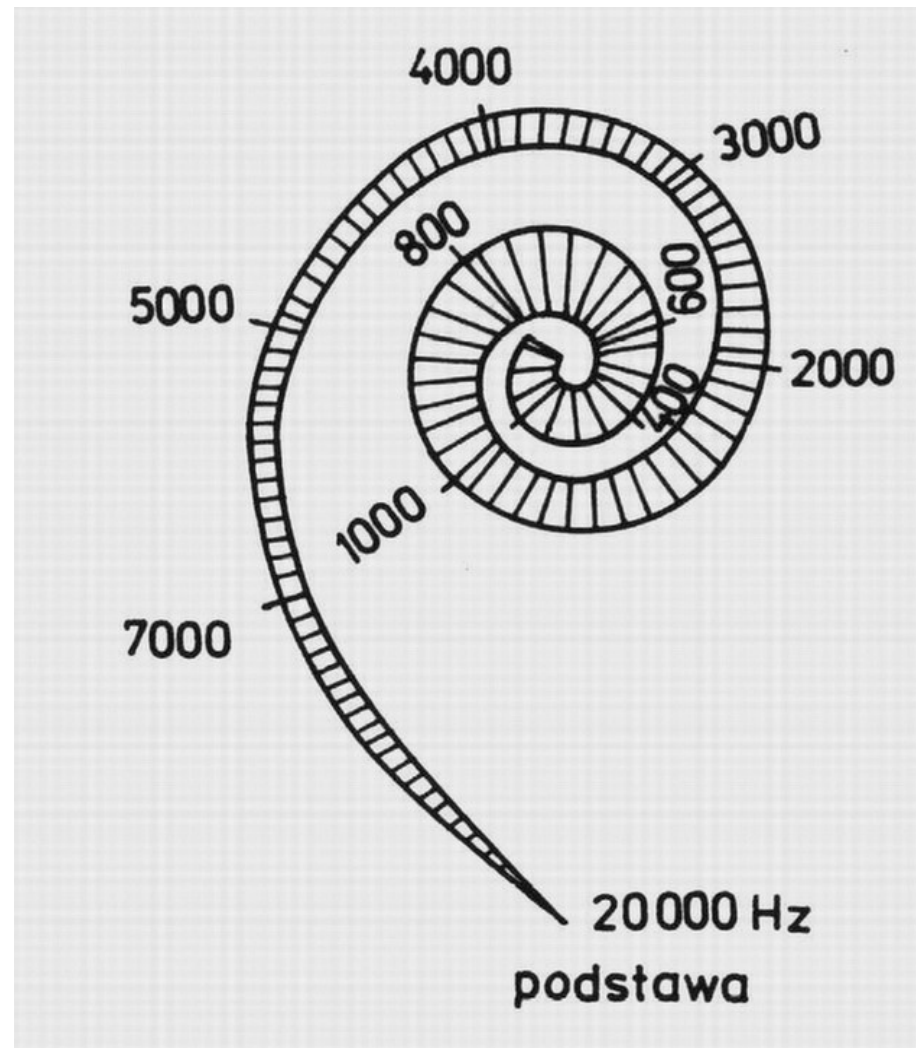
Błona podstawowa (lub podstawna) zawieszona jest na półce kostnej.



Podstawy psychoakustyki - ucho wewnętrzne

Błona podstawowa blisko podstawy ślimaka, czyli tuż przy okienku owalnym, jest wąska i sztywna.

W kierunku szczytu ślimaka helicotremy (osklepek) jest coraz szersza i coraz bardziej elastyczna i w najszerszym miejscu osiąga 3mm szerokości.



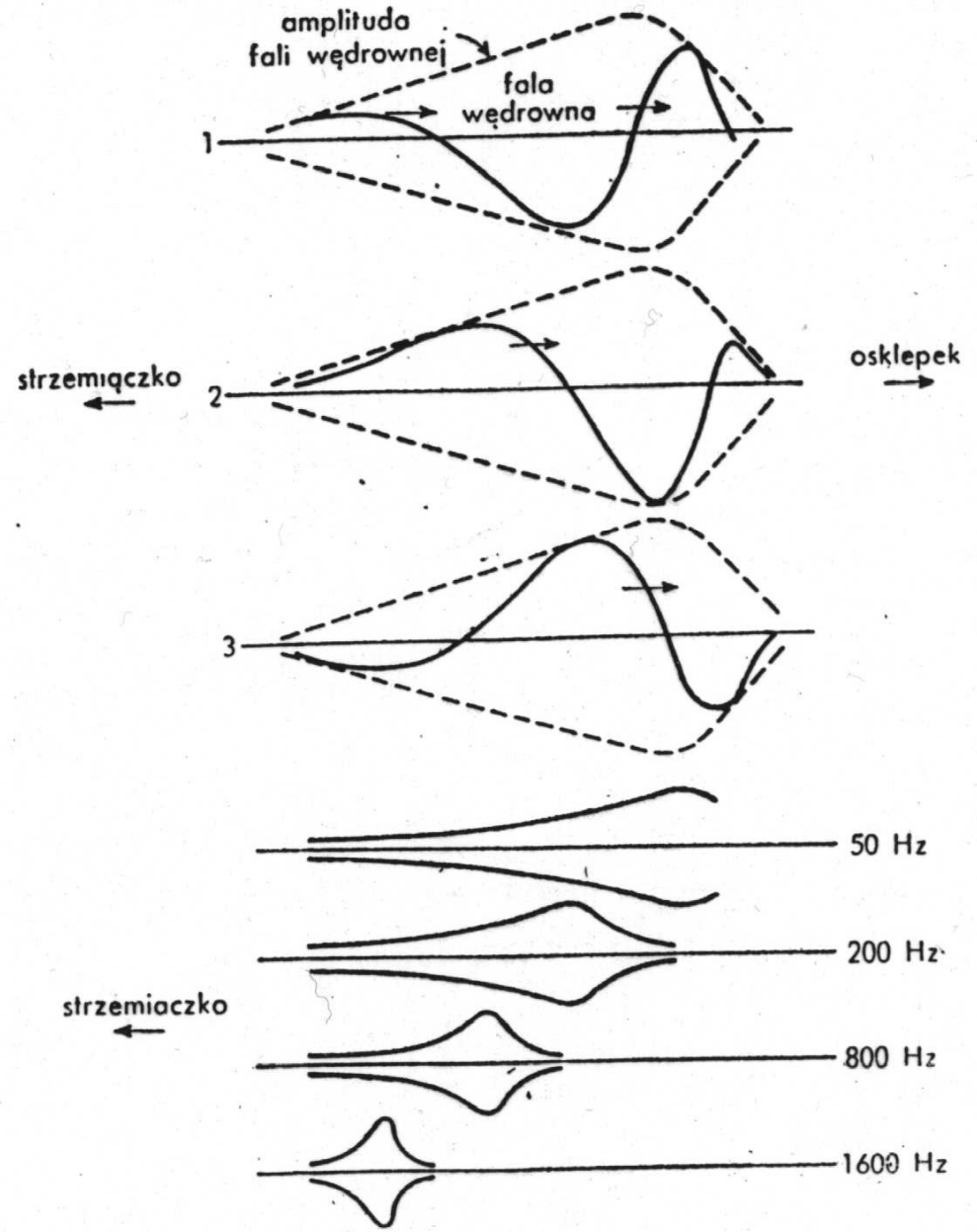
Podstawy psychoakustyki

- ucho wewnętrzne

Drgania okienka owalnego powodują przemieszczanie się cieczy a ta wówczas naciska na błonę podstawną. Drgania o częstotliwościach większych trudniej wywołują ruch cieczy i dlatego oddziaływają na błonę tuż przy podstawie ślimaka.

Rys. 14

przedstawia obraz takiej fali wędrownej wraz z zaznaczoną obwiednią drgań dla kilku różnych częstotliwości.



Rodzaje pamięci:

Podział ze względu na długość trwania:

- a. pamięć sensoryczna (ultrakrótka, mierzona w jednostce czasu, do 0,5 s);
- b. pamięć krótkotrwała (pamięć robocza, świeża, operacyjna), informacje są zatrzymane i można nimi manipulować, analizować w czasie wykonywanego danego zadania;
- c. pamięć długotrwała - funkcje: zapis, magazynowanie, przypominanie, rozpoznawanie informacji

Podział ze względu na typ informacji:

I. pamięć długotrwała - deklaratywna: jawna, świadoma:

- a. pamięć odtwórcza - zdolność zapamiętywania obrazu, twarzy od "pierwszego spojrzenia". Pozwala rozpoznać informację już raz widzianą;
- b. pamięć epizodyczna (wydarzeniowa) - wchodzi w skład pamięci autobiograficznej;
- g. pamięć semantyczna pozwala zatrzymać pojęcia i znaczenie słów niezależnie od kontekstu, w jakim występują

II. pamięć długotrwała - niedeklaratywna: ukryta, nieświadoma)

- a. pamięć proceduralna - odtwarza czynności o prostym charakterze (np. jazda na rowerze lub pływanie);

Gdzie mieszczą się różne rodzaje naszej pamięci?

Obszary mózgu zawiadujące pamięcią nie działają niezależnie od siebie, lecz są ze sobą powiązane. Współpracują, gdy mózg musi wykonać zadanie zapamiętywania.

Pamięć proceduralna

odtwarza czynności o dość prostym charakterze, np. pływanie.

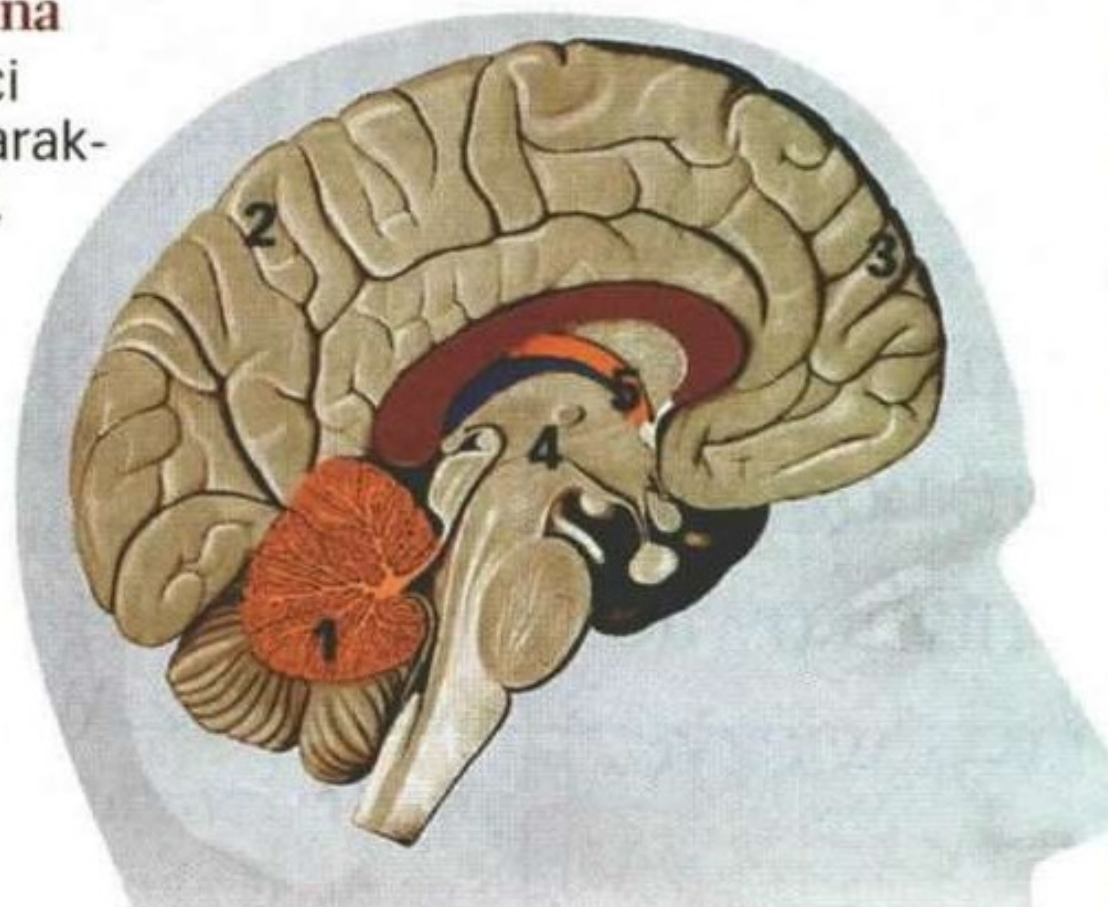
Lokalizacja:

mózdzek (1)

Pamięć odtwórcza,

czyli zdolność zapamiętywania obrazu lub twarzy od pierwszego spojrzenia. Pozwala również rozpoznać łatwiej informację już raz widzianą.

Lokalizacja: kora mózgowa (2)



Pamięć krótkotrwała,

zwana też pamięcią roboczą. W niej informacje są zatrzymane i można nimi manipulować w czasie wykonywania obecnego zadania. **Lokalizacja:** kora mózgowa (2) i płaty czołowe (3)

Pamięć semantyczna

pozwała zatrzymać pojęcia i znaczenie słów niezależnie od kontekstu, w jakim występują.

Lokalizacja:

kora mózgowa (2)

Pamięć epizodyczna,

zwana inaczej wydarzeniową. Wchodzi w skład pamięci autobiograficznej. **Lokalizacja:** kora czołowa (3), hipokamp (4) i wzgórze (5)

Elektryczna aktywność mózgu – badania

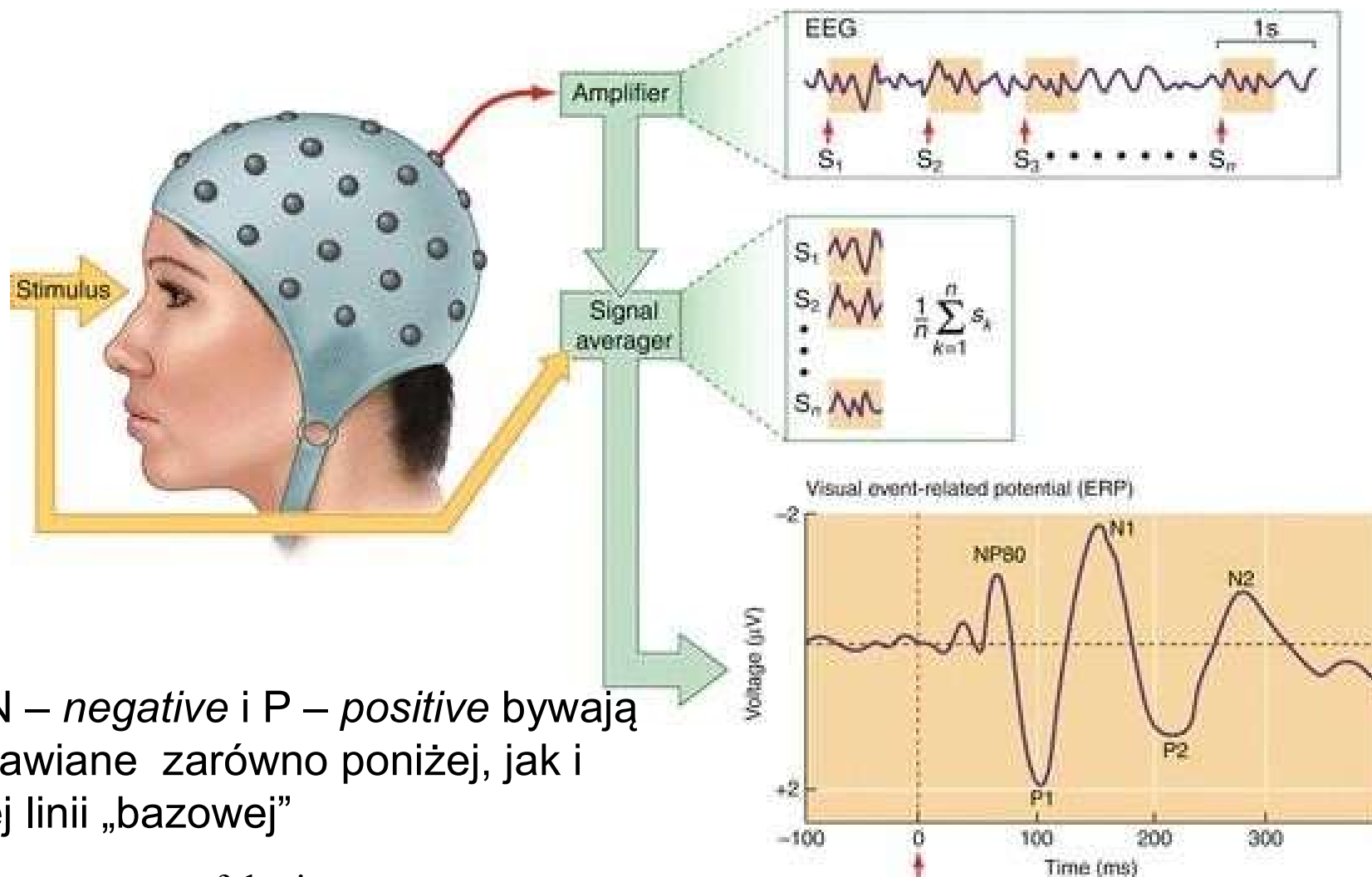
Elektroencefalografia (EEG) - wykrywanie zmian w sygnale EEG pod wpływem bodźców słuchowych

ERP (*Event-Related Brain Potentials*) – przykład badania

Cai L, Huang P, Luo Q, Huang H, Mo L (2015) Iconic Meaning in Music: An Event-Related Potential Study. PLoS ONE 10(7): e0132169.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169>

Elektryczna aktywność mózgu – badania

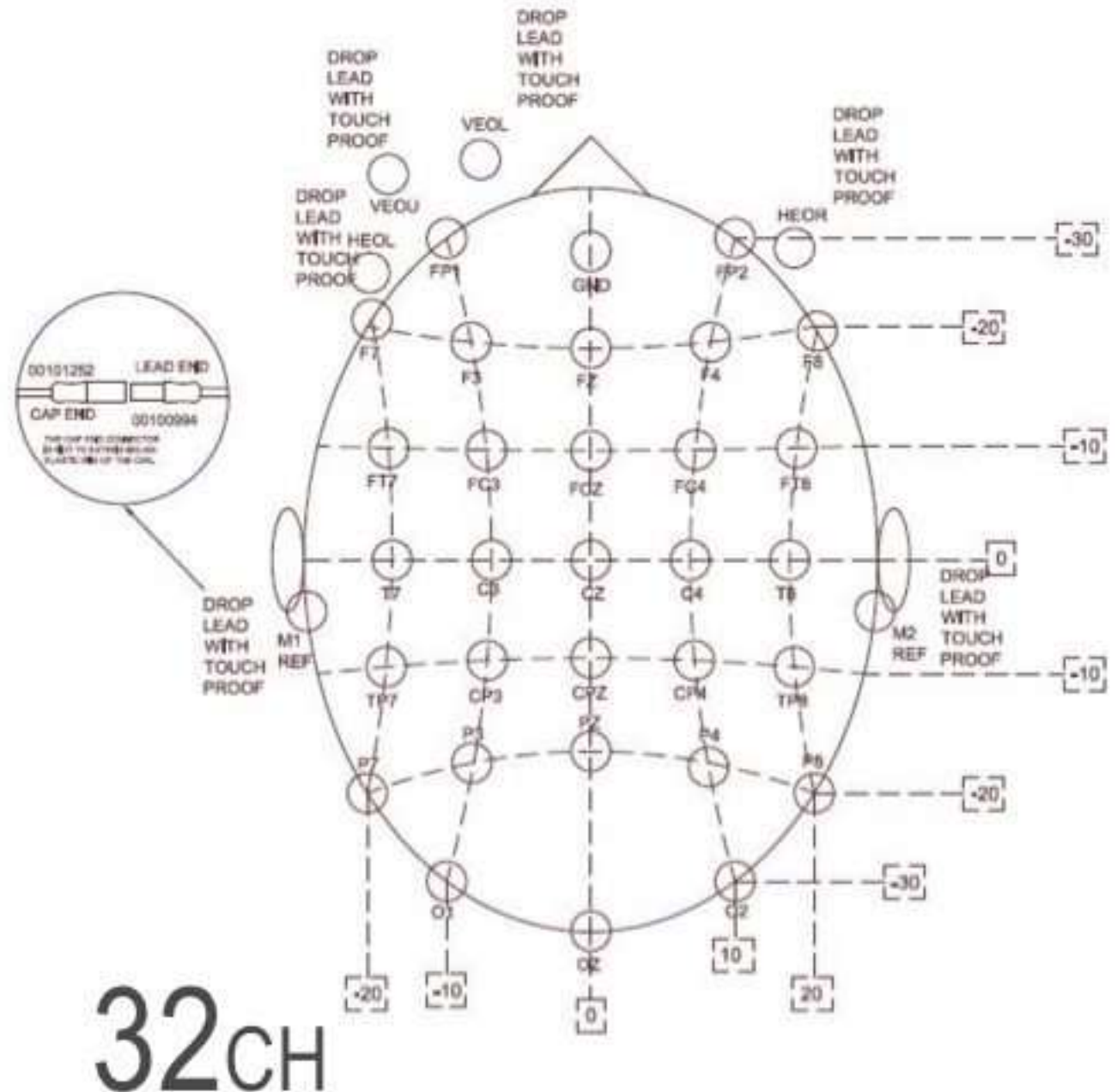
ERPs



„Fale” N – *negative* i P – *positive* bywają przedstawiane zarówno poniżej, jak i powyżej linii „bazowej”

<http://www.patomorfolgia-cmuj.pl/sites/default/files/14N%20Nuerobiologia%200s%C5%82uchu%20i%20muzyki.pdf>

Elektryczna aktywność mózgu – badania

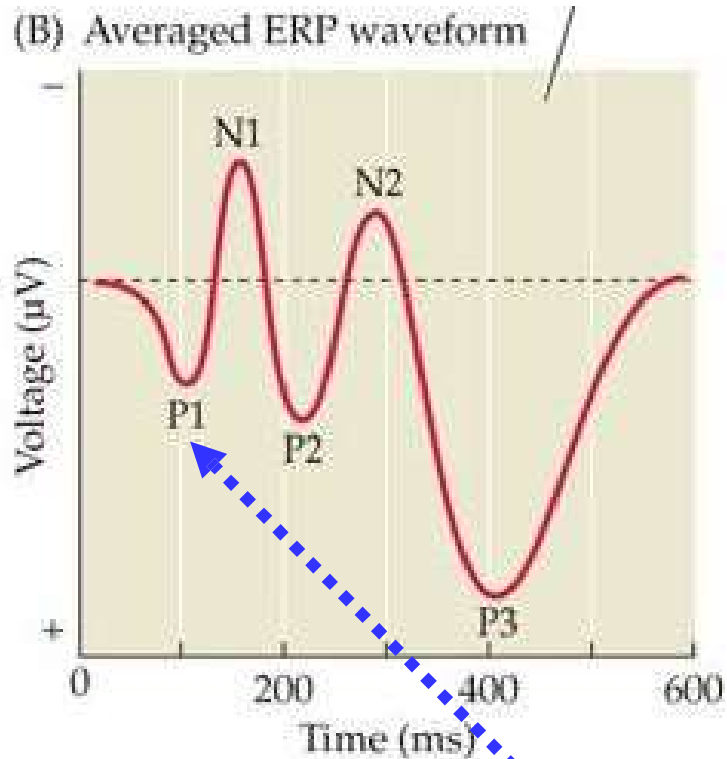


Elektryczna aktywność mózgu – badania



<https://compumedicsneuroscan.com/electrode-digitization/>

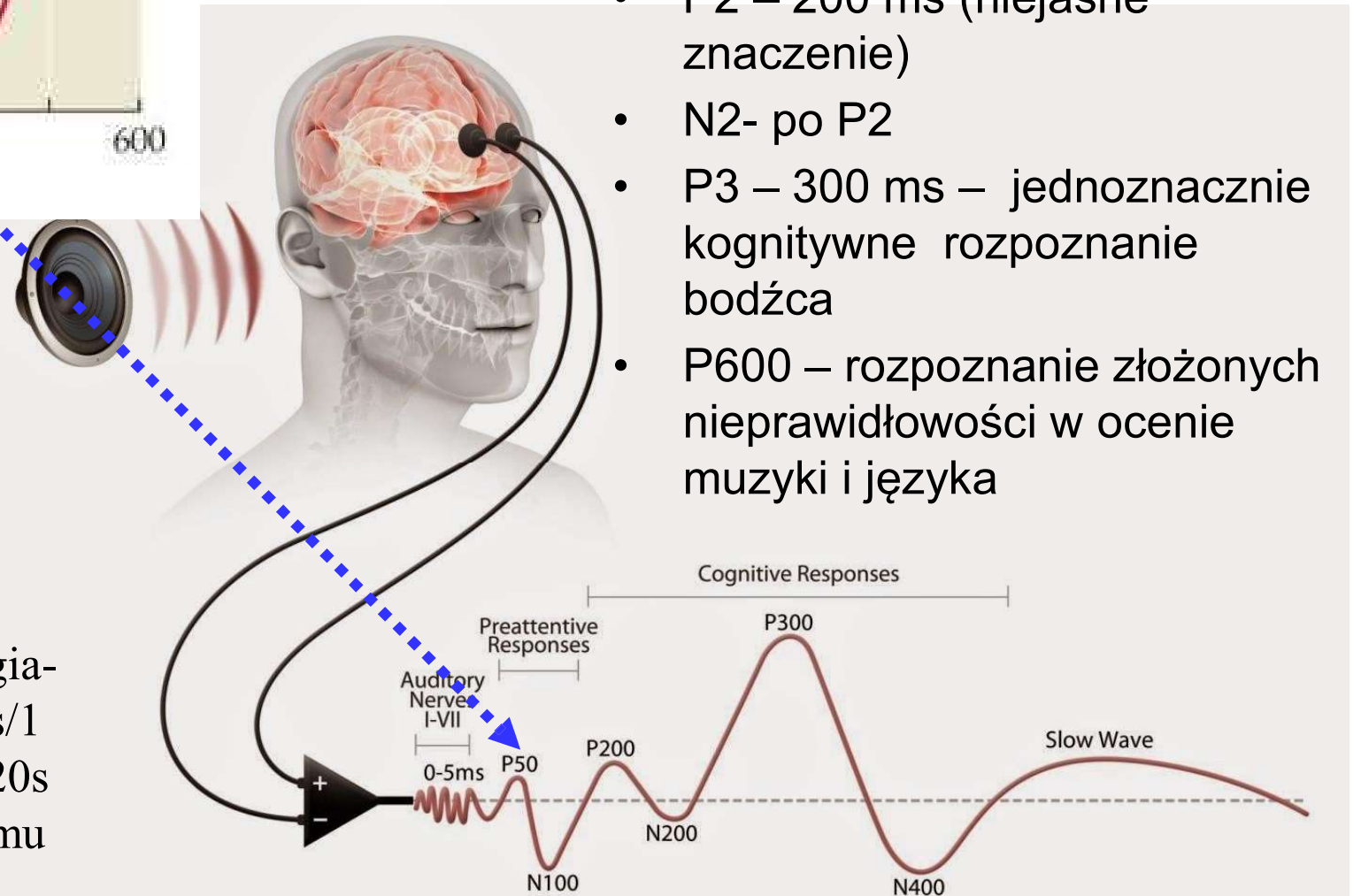
Sekwencja postrzegania i „opracowania” sygnału muzycznego



Najwcześniejsze odpowiedzi z pnia (kilka ms)

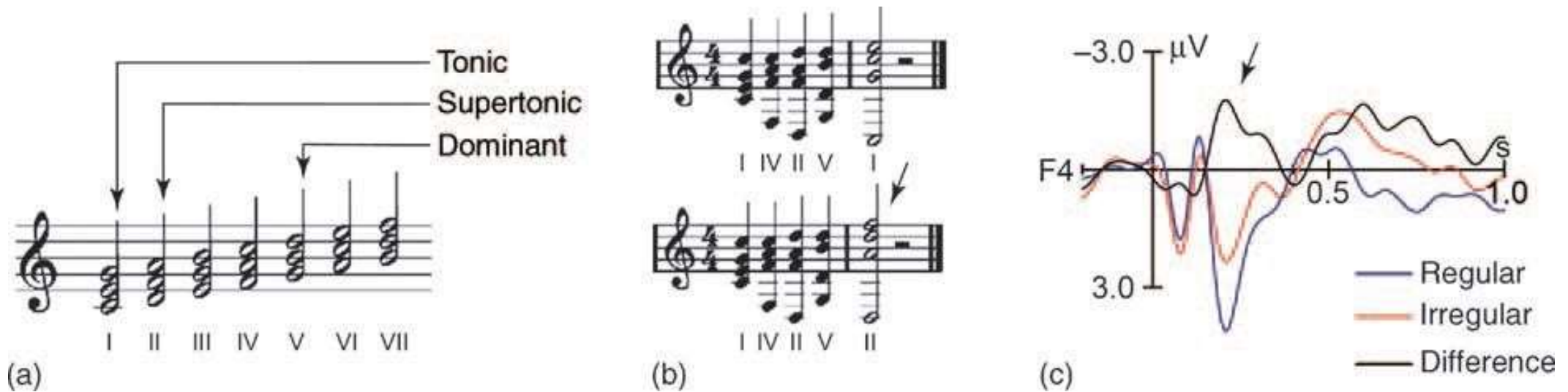
Middle latency responses 9-50 ms – maks. P1 – 50 ms

<http://www.patomorfolgia-cmuj.pl/sites/default/files/14N%20Nuerobiologia%20s%C5%82uchu%20i%20muzyki.pdf>



- **Późniejsze odpowiedzi:**
- N1 – 100 ms – modulowana doświadczeniem, np. silniejsza u skrzypków na dźwięk skrzypiec
- P2 – 200 ms (niejasne znaczenie)
- N2- po P2
- P3 – 300 ms – jednoznacznie kognitywne rozpoznanie bodźca
- P600 – rozpoznanie złożonych nieprawidłowości w ocenie muzyki i języka

Elektryczna aktywność mózgu – badania



Źródło: Koelsch and Siebel, 2005.

Potencjały wywołane w kontekście percepcji muzyki. Regularne sekwencje muzyczne są postrzegane jako bardziej przyjemne i wykazują większy potencjał wywołany (patrz strzałka na wykresie, (c)). Nieregularne sekwencje muzyczne wywołują zupełnie inną reakcję mózgu.

<http://www.patomorfologia-cmuj.pl/sites/default/files/14N%20Nuerobiologia%20s%C5%82uchu%20i%20muzyki.pdf>

Elektryczna aktywność mózgu – badania

Używając różnych technik kompozytorskich, kompozytorzy „piszą” muzykę zawierającą nie tylko wewnętrzne odczucia i emocje, ale odnoszą się do obiektów w świecie zewnętrznym.

Ponieważ muzyka jest formą sztuki opisującej świat, to można założyć, że kiedy dana osoba słucha muzyki, odpowiednie sytuacje lub obrazy będą przywoływane, indukując specyficzne znaczenie obrazowe słów (ikoniczne) w kontekście słuchanej muzyki.

W prezentowanym badaniu zastosowano hipotezę, że można analizować obok emocji zawartych w muzyce również znaczenie obrazowe słów (znaczenie ikoniczne), aby sprawdzić, czy przetwarzanie znaczenia ikonicznego może być osiągnięte w sposób automatyczny w badaniu metodami inż. biomedycznej.

Elektryczna aktywność mózgu – badania

Dane EEG pozyskiwano z rozdzielczością 32-bitową przy częstotliwości próbkowania 1000 Hz za pomocą wzmacniacza Neuroscan, NuAmps (Compumedics Neuroscan Inc.) z 32-kanalowymi Quick Caps.

Sygnały były filtrowane dolnoprzepustowo przy częst. odcięcia 100 Hz.

Rejestrowane miejsca w skórze głowy to: FP1, FP2, F7, F8, F3, F4, FT7, FT8, T3, T4, FC3, FC4, C3, C4, CP3, CP4, TP7, TP8, T5, T6, P3, P4, O1, O2, Fz, FCz, Cz, CPz, Pz, Oz.

Wszystkie elektrody miały odniesienie do elektrod umiejscowionych na prawym wyrostku sutkowatym (on-line) oraz do średniej z lewego i prawego wyrostka sutkowatego (w trybie offline).

Elektryczna aktywność mózgu – badania

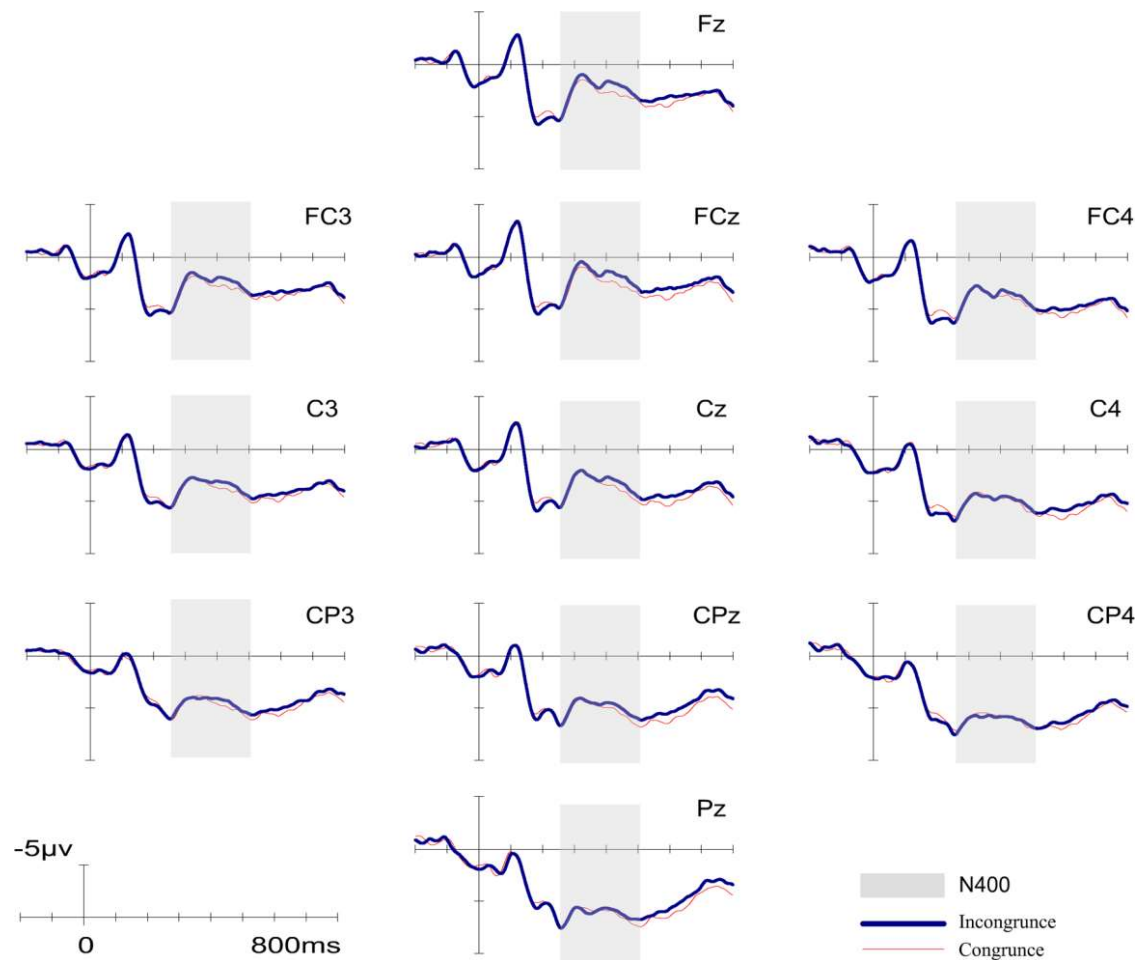
Music excerpt-word		Related Excerpt References	
Musical image	Word		
	matched	unmatched	
storm	storm	swan	Vivaldi: The Four Seasons, the third movement
swan	swan	storm	Mozart: The third violin concerto, the second movement
vortex	vortex	desert	Prokofiev: Romeo and Juliet—fight
desert	desert	vortex	Borodin: In the Steppes of Central Asia
church	church	brook	Respighi: Church Windows
brook	brook	church	Smetana: Vltava River
butterfly	butterfly	lover	Mozart: Concerto For Flute, Harp
lover	lover	butterfly	Bach: Air On the G String

doi:10.1371/journal.pone.0132169.t002

Przykłady fragmentów muzycznych wykorzystanych jako materiał w badaniach i ikonicznego znaczenia słów pokrewnych lub niepowiązanych

Cai L, Huang P, Luo Q, Huang H, Mo L (2015) Iconic Meaning in Music: An Event-Related Potential Study. PLoS ONE 10(7): e0132169.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169>

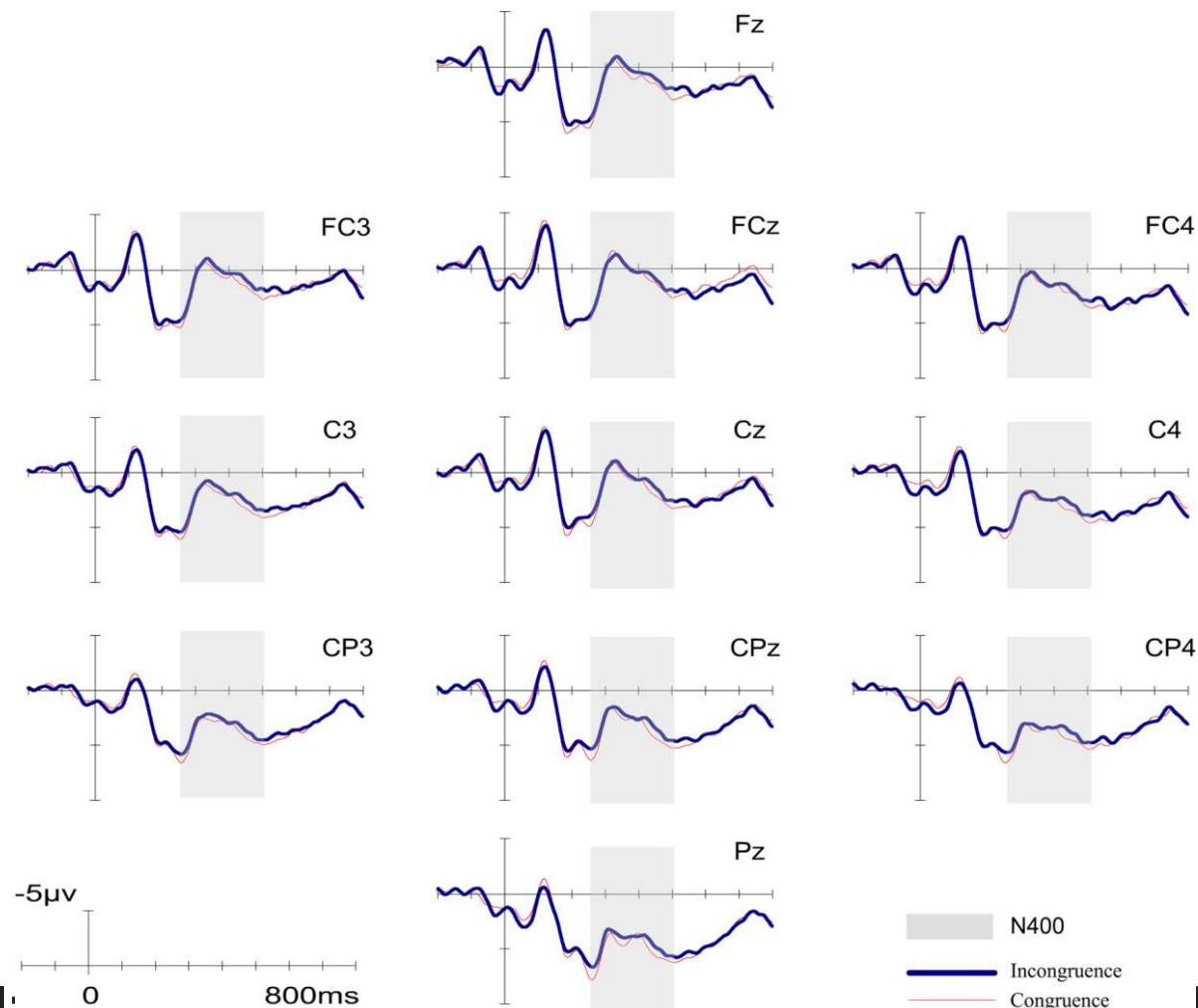
Elektryczna aktywność mózgu – badania



Okna czasowe N400 są zaznaczone szarymi znacznikami. ERPs z powiązanego warunku są pokazane jako czerwone cienkie linie, zaś niepowiązane jako niebieskie grube linie.

Cai L, Huang P, Luo Q, Huang H, Mo L (2015) Iconic Meaning in Music: An Event-Related Potential Study. PLoS ONE 10(7): e0132169. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169>

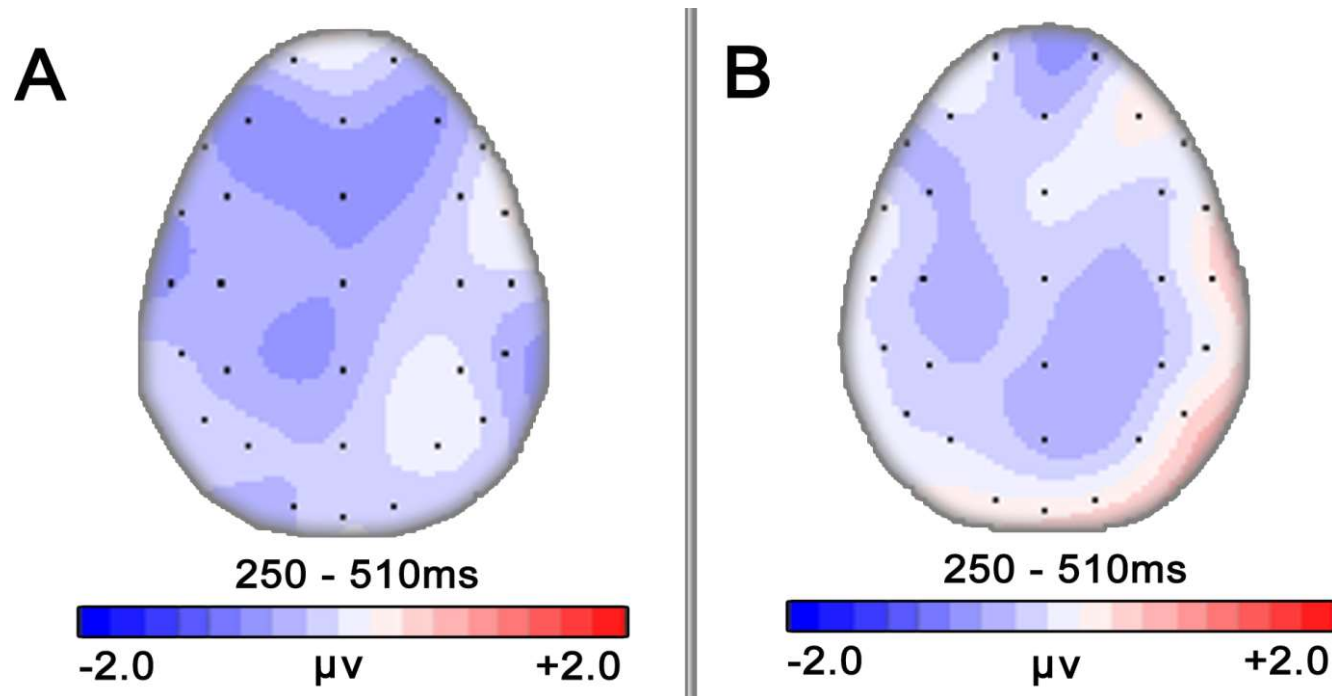
Elektryczna aktywność mózgu – badania



Eksperyment I: Wyniki określone dla grupy nie-muzyków (*non-music major group*). Okna czasowe N400 są zaznaczone szarymi znacznikami. ERPs z powiązanego warunku są pokazane jako czerwone cienkie linie, zaś niepowiązane jako niebieskie grube linie. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169.g004>

Cai L, Huang P, Luo Q, Huang H, Mo L (2015) Iconic Meaning in Music: An Event-Related Potential Study. PLoS ONE 10(7): e0132169. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169>

Elektryczna aktywność mózgu – badania



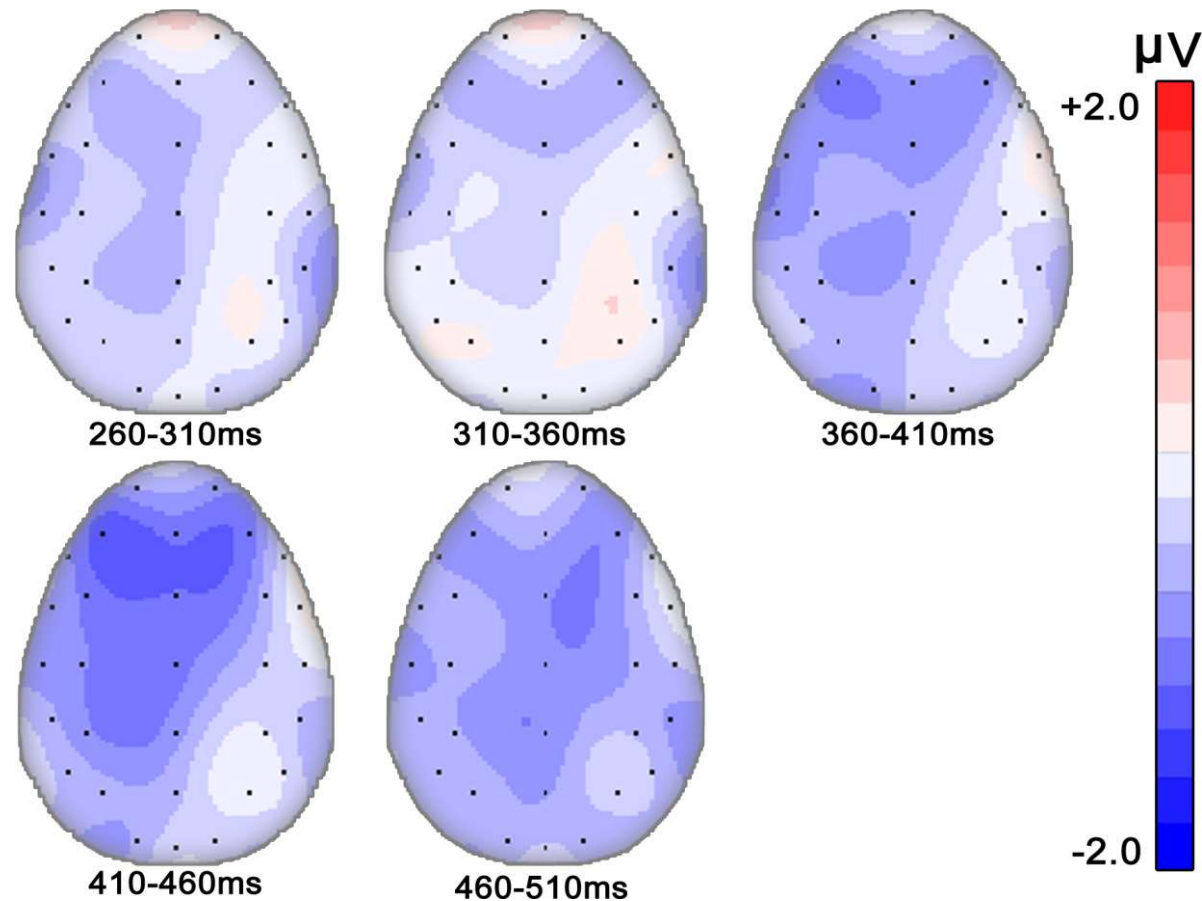
Mapy różnic dla N400 (260ms~510ms) w eksp. 1 (A) i eksp. 2 (B)

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169.g002>

20 par: muzyka-słowo podzielono na Grupę A i Grupę B, równoważąc średnią częstotliwość słów, średnią liczbę znaków i ocenę pokrewieństwa muzyka-słowo.

Cai L, Huang P, Luo Q, Huang H, Mo L (2015) Iconic Meaning in Music: An Event-Related Potential Study. PLoS ONE 10(7): e0132169. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169>

Elektryczna aktywność mózgu – badania

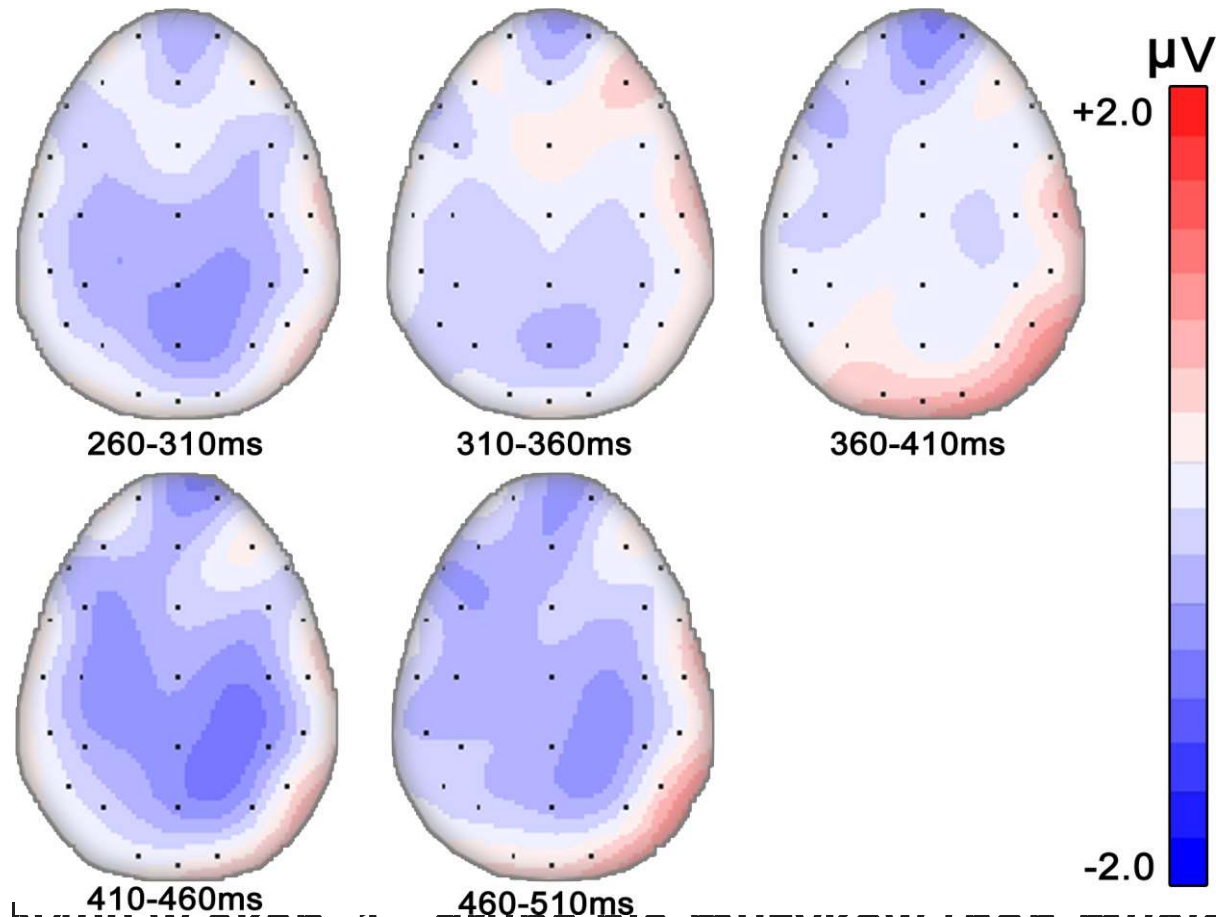


Mapy różnic dla N400 w eksp. 1 - grupa muzyków (*music major group*).

Topografia różnic przedstawiona jest na mapach o czasie trwania 50 ms od 260 ms do 510 ms. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169.g003>

Cai L, Huang P, Luo Q, Huang H, Mo L (2015) Iconic Meaning in Music: An Event-Related Potential Study. PLoS ONE 10(7): e0132169. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169>

Elektryczna aktywność mózgu – badania



Mapy różnic dla $n=400$ w eksp. 1 - grupa nie-muzyków (*non-music major group*). Topografia różnic przedstawiona jest na mapach o czasie trwania 50 ms od 260 ms do 510 ms. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169.g003>

Cai L, Huang P, Luo Q, Huang H, Mo L (2015) Iconic Meaning in Music: An Event-Related Potential Study. PLoS ONE 10(7): e0132169. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132169>

Synestezja a percepcja wielomodalna

- **Synestezja**

- pojęcie funkcjonujące w psychologii, w percepcji, itd.
- stan, w którym stymulacja jednego zmysłu wywołuje doznania charakterystyczne dla innych zmysłów, np. barwa może być odczuwana jako „zimna” lub „ciepła”
- ujmowanie doznań właściwych dla jednego zmysłu w kategoriach doznań innego zmysłu, np. „ciepły głos”

- **Percepcja wielomodalna** (ang. *multimodal (cross-modal) perception*)

- odbieranie bodźców pochodzących z co najmniej dwóch jednocześnie stymulowanych zmysłów, np. w systemach wirtualnej rzeczywistości: jednoczesna stymulacja wzroku, słuchu, dotyku

W prezentacji wykorzystano materiały przygotowane przez B. Kunę i P. Szczuko w ramach wykładu Percepcja dźwięku i obrazu (Katedra Systemów Multimedialnych)

Percepcja wielomodalna

Oszacowanie przepływności informacji „transmitowanej” przez poszczególne zmysły; przybliżona liczba komórek nerwowych związanych z każdym zmysłem na podstawie przepływności pojedynczej komórki, oszacowanie „szerokości pasma” poszczególnych zmysłów

zmysł	przepływność [b/s]
wzrok	10 000 000
słuch	100 000
dotyk	1 000 000
smak	1 000
zapach	100 000
w sumie:	11 201 000

Percepcja wielomodalna

- definicyjnie: ang. *multimodal (cross-modal) perception*
- W przypadku jednoczesnej stymulacji np. wzroku i słuchu
 - percepcja (odbiór) wrażenia wizyjno-fonicznego, różniącego się od złożenia wrażeń będących następstwem niezależnej stymulacji zmysłu wzroku i słuchu
- Korelacje wzrokowo-słuchowe w przypadku niedopasowania treści wizyjno-fonicznej mogą powodować:
 - poczucie dyskomfortu (wrażenie niespójności prezentowanej treści)
 - _przekłamanie postrzeganego wrażenia (iluzja słuchowa)
- Typowy przykład przekłamania:
 - efekt McGurka

Percepcja wielomodalna

- W procesie percepcji obrazu i dźwięku biorą udział informacje przechowywane w pamięci - do ich wydobywania konieczny jest odpowiedni bodziec, który zainicjuje proces przetwarzania – w filmie takim bodźcem jest dźwięk.

Dla przykładu: scena przedstawiająca słabo oświetlone pomieszczenie z towarzyszącym dźwiękiem, np. krzykiem; u większości widzów taka scena wywoła poczucie niepokoju, a nawet strachu.

- Poczucie niedopasowania treści wizyjnej i fonicznej wynikające z informacji przechowywanej w pamięci

Percepcja wielomodalna

- Pierwsze badania w XIX w.
Stratton – prekursor badań w tej dziedzinie
 - bodźce wzrokowe mają istotny wpływ na lokalizację źródła dźwięku w przestrzeni
- Różne konteksty badania korelacji wzrokowo- słuchowych:
 - synchronizacja dźwięku i obrazu,
 - kompresja obrazu wizyjnego na podstawie informacji zawartych w ścieżce dźwiękowej,
 - odbiór treści wizyjno-fonicznej przez widza,
 - zmiana percepcji kierunku źródła dźwięku na skutek stymulacji wzrokowej (przesunięcie pozornego źródła dźwięku).

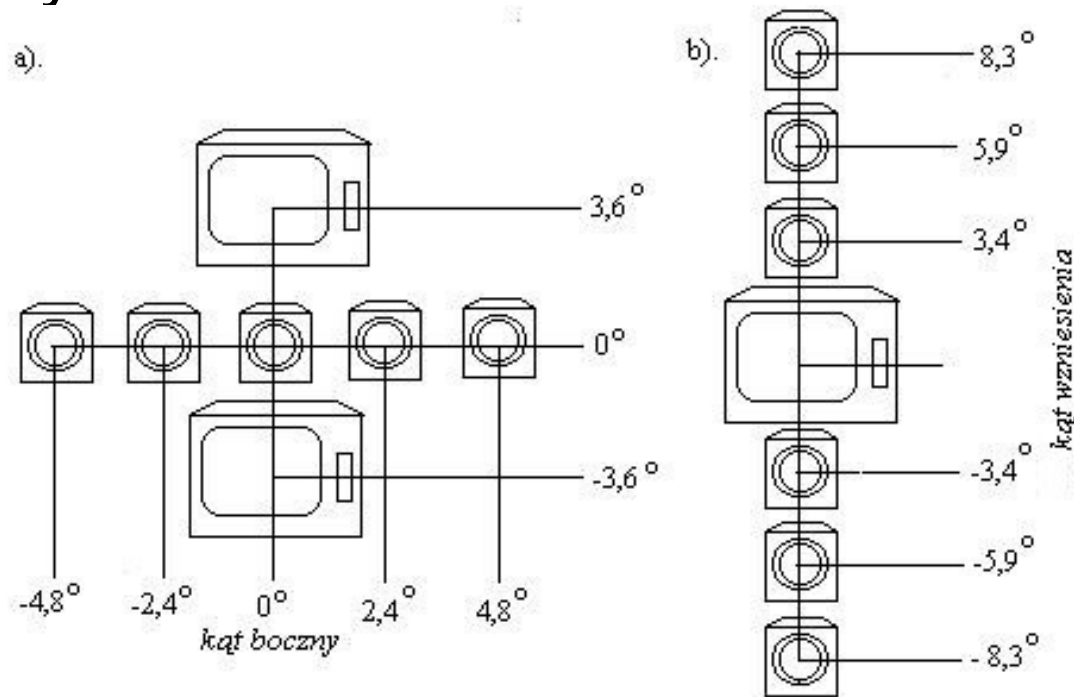
Percepcja wielomodalna

Odbiór treści wizyjno-fonicznej przez widza

- Badania Holliera i Voelckera
 - pogorszenie jakości obrazu nie wpływa na jej postrzeganie w przypadku prezentacji dźwięki o niezminionej jakości
- Badania Davisa
 - dźwięk dodany do obrazu znacząco zwiększa poczucie uczestnictwa w wirtualnej rzeczywistości (wirtualny świat wydaje się bardziej realistyczny, gdy obrazowi towarzyszą dźwięki)
- Badania Stormsa i Zydy
 - dźwięk wysokiej jakości towarzyszący obrazowi wysokiej jakości:
 - obraz jest postrzegany jako lepszej jakości w porównaniu z tym samym obrazem bez towarzyszącego dźwięku

WPŁYW ŚCIAĞAJĄCY OBRAZU NA DŹWIĘK

- Wpływ obrazu spikera na postrzeganie kierunku jego głosu: Percepcja dźwięku w kierunku poziomym i pionowym.



J.C. Bennett, K. Barker, F.O. Edeko, "A New Approach to the Assessment of Stereophonic Sound System Performance", J. Audio Eng. Soc., vol. 33, No. 5, p. 314, 1985.

WPŁYW ŚCIAĞAJĄCY OBRAZU NA DŹWIĘK

- Wykorzystane źródła rzeczywiste i pozorne
- Wykazano wpływ ściągający wielkości kilkunastu stopni
- Wykazano osłabianie zjawiska w przypadku widoczności głośnika

J. Kamiński, M. Małasiewicz, "Przeprowadzenie analizy wpływu obrazu na percepcje dźwięku w systemie dookólnym", Praca dyplomowa, Katedra Inż. Dźwięku i Obrazu, Politechnika Gdańska, Gdańsk, 2001.

WPŁYW ŚCIAĞAJĄCY OBRAZU NA DŹWIĘK

- „[...] obraz spikerki powodował większe „ściągnięcie” dźwięku u widzów mężczyzn niż u kobiet, natomiast badane kobiety zwracały większą uwagę na spikera męczyznę, niż na spikerkę...”

S. Komiyama, “Subjective Evaluation of Angular Displacement between Picture and Sound Directions for HDTV Sound Systems”, J. Audio Eng. Soc., vol. 37, No. 4, p. 210, 1989.

JAKOŚĆ DŹWIĘKU I OBRAZU

- Relacje jakościowe w ocenie materiału audio-wizualnego: wykazano wpływ degradacji jakości jednego z mediów na ocenę drugiego.

M.P. Hollier, R. Voelcker, "Objective Performance Assessment: Video Quality as an Influence on Audio Perception", 103rd Eng. Soc. Conv., New York, Preprint No. 4590, September 1997.

JEDNOCZESNA PERCEPCJA DŹWIĘKU I OBRAZU

- Synchronizacja: dźwięk pomaga wzmocnić istotne zdarzenia w filmie, synchr. pomaga zrozumieć przekaz

(Stein B.E., Meredith M.A., Huneycutt W.S., McDade L., Behavioral indices of multisensory integration: Orientation to visual cues is affected by auditory stimuli, Journal of Cognitive Neuroscience, 1(1), 12-24, 1989)

- Asynchronizm: (badane dla sekwencji mowy) opóźnienie 258ms, wyprzedzenie 131ms są wyraźnie postrzegalne. (badane dla efektów dźwiękowych) opóźnienie 187.5ms i wyprzedzenie 75ms są jeszcze oceniane jako poprawne. Detekcja łatwiejsza gdy dźwięk wyprzedza obraz.

(Dixon N.F., Spitz L., The detection of auditory visual desynchrony, Perception, Vol. 9, 1980)

JEDNOCZESNA PERCEPCJA DŹWIĘKU I OBRAZU

- Przestrzenność i perspektywa akustyczna – proporcje między dźwiękiem bezpośrednim i pogłosowym powinny być zmieniane odpowiednio do ruchu kamery, by zachować realizm. Zależność jest dość silna – mowa osoby filmowanej z ujęcia dalekiego jest bardziej zrozumiała z dużym pogłosem niż bez niego!

(Maxfield J.P., Some physical factors affecting the illusion in sound motion pictures, JASA, Vol. 3, 69-80, 1931.)

- Ścieżka dźwiękowa – muzyka w filmie może zmienić jego wydźwięk.

(Lipscomb S.D., Kendall R.A., Perceptual judgment of the relationship between musical and visual components in film, Psychomusicology, Vol. 13, 60-98, 1994)

JEDNOCZESNA PERCEPCJA DŹWIĘKU I OBRAZU

- Efekt McGurka – percepcja mowy z towarzyszeniem obrazu – dźwięk zawiera nagrania mówionych fonemów, wideo przedstawia zsynchronizowane wypowiedzi fonemów podobnych. Zachodzi błąd w percepcji dźwięku - “ba” + „ta” = “da”

(McGurk H., Mcdonald J., Hearing lips and seeing voices, Nature, Vol. 264, 746-748, 1976)

- Zachodzi podobny efekt dla instrumentów strunowych szarpanych i smyczkowych

(Goldstein B.E., Sensation and Perception, New York: Brooks/Cole, 1996)

KOMUNIKACJA CZŁOWIEK-KOMPUTER

- Interakcja **człowiek–komputer** – definicyjnie: wzajemne oddziaływanie między **człowiekiem** a **komputerem** zachodzące poprzez interfejs użytkownika

- https://pl.wikipedia.org/wiki/Interakcja_cz%C5%82owiek%E2%80%93komputer

KOMUNIKACJA CZŁOWIEK-KOMPUTER

Model Nielsena: jedenaście etapów tworzenia interaktywnych systemów:

1. Poznanie użytkownika: a) indywidualne cechy użytkownika, b) bieżące i przyszłe zadania użytkownika, c) analiza funkcjonalna, d) ewolucja użytkownika i pracy.
2. Analiza konkurencyjności.
3. Określenie celów użyteczności.
4. Projektowanie równoległe.
5. Współprojektowanie.
6. Skoordynowane projektowanie całego interfejsu.
7. Stosowanie wytycznych i analizy heurystycznej.
8. Prototypowanie.
9. Testy empiryczne.
10. Projektowanie iteracyjne
11. Zbieranie informacji zwrotnych z pola użycia.

Źródło:

- Kostrubała S., Komunikacja człowiek-komputer:
file:///C:/Users/820%20G2/Downloads/2_S.Kostrubala_Komunikacja_Czlowiek-Komputer.pdf
- Nielsen J.: Usability Engineering. Academic Press, Boston 1993.

KOMUNIKACJA CZŁOWIEK-KOMPUTER

Zasady projektowania:

- a) projektowanie subtraktywne – redukcja szumu informacyjnego poprzez eliminowanie elementów wizualnych niezwiązanych bezpośrednio z komunikacją z użytkownikiem,
- b) hierarchia wizualna – zrozumienie ważności zadań użytkownika i ustalenie hierarchii tych zadań. Zadania ważniejsze powinny mogą być lepiej widoczne np. poprzez zmianę położenia, kontrastu, rozmiaru, itp.
- c) afordancja – użytkownik powinien z łatwością przewidzieć, jaka czynność może być podjęta z danym obiektem wizualnym.

Źródło:

- Kostrubała S., Komunikacja człowiek-komputer:
file:///C:/Users/820%20G2/Downloads/2_S.Kostrubala_Komunikacja_Czlowiek-Komputer.pdf

KOMUNIKACJA CZŁOWIEK-KOMPUTER

Nieinwazyjne metody biometrii i technologii inżynierii biomedycznej, obejmujące: m. in. analizę ruchu gałek ocznych (ang. *gaze tracker*), detekcję i rozpoznawanie gestów w sekwencjach wideo, detekcję twarzy i identyfikację emocji, rozpoznawanie ruchów ust, akwizycję i analizę sygnałów EEG, analizę innych sygnałów biomedycznych, akwizycję i analizę sygnałów propriocepcji (czucie powierzchniowe i głębokie), urządzenia (czujniki) do rejestracji i analizy sygnałów ruchu, itd., pozwalają na tworzenie interfejsów człowiek-komputer

Dziękuję za uwagę