

OCENA SŁUCHOWA JAKOŚCI DŹWIĘKU

A.Pietrzak@ire.pw.edu.pl

JAKOŚĆ DŹWIĘKU

Problem: w jaki sposób
ocenić jakość dźwięku?

- Jakość urządzeń audio (głośników, odtwarzaczy)
- Jakość transmisji (zrozumiałość mowy lub muzyki)
- Jakość kodowania (mowy lub muzyki)
- Jakość dźwięku w pomieszczeniu

„Czy lepiej brzmi A, czy B?”

METODY OCENY JAKOŚCI DŹWIĘKU

Obiektywne

(np. SNR, THD+N)

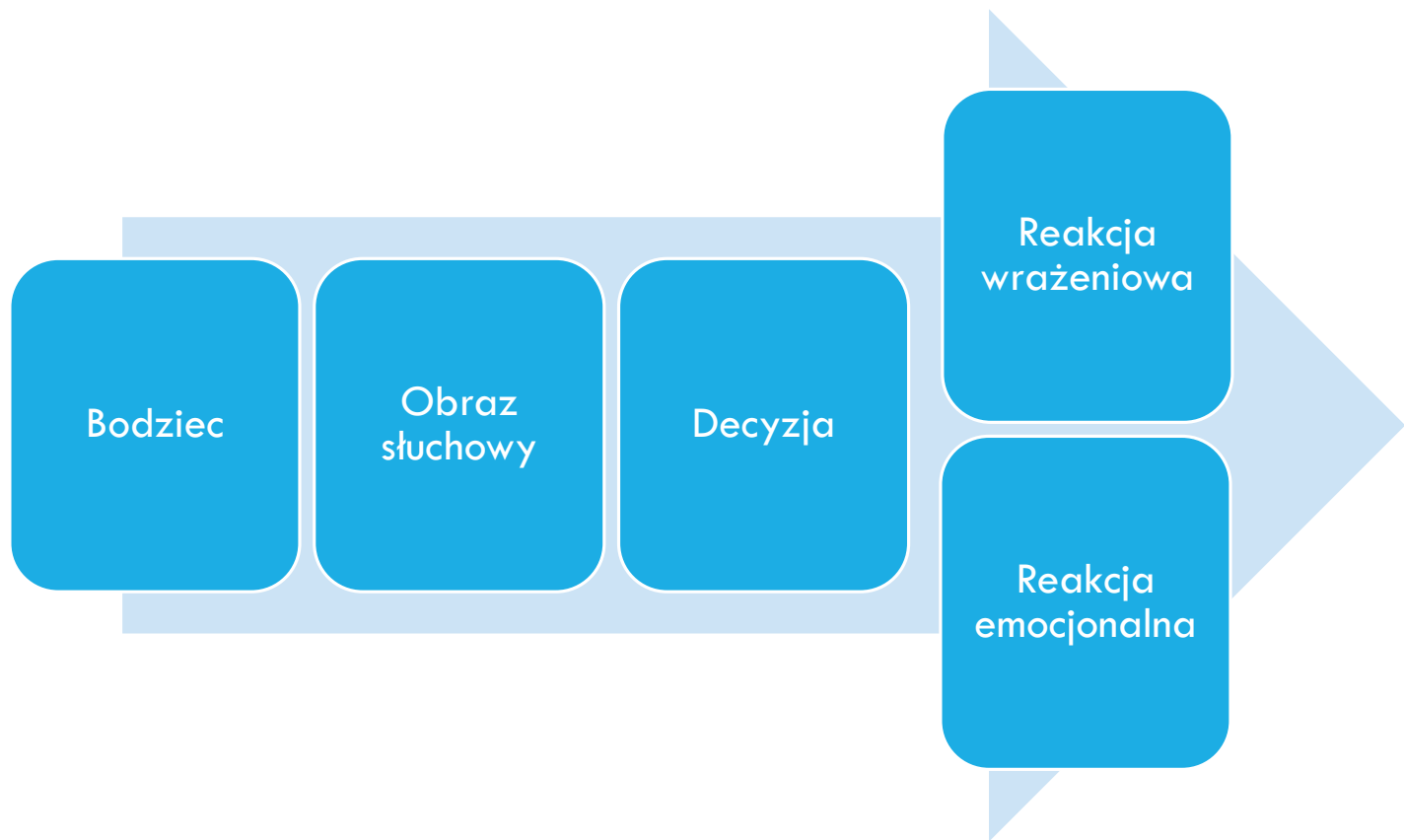
Nie dają wystarczających informacji o jakości sygnału.

Subiektywne

Testy słuchowe dla grupy słuchaczy, w których każdy ocenia sygnały w ustalonej skali.

Ocena opiera się na indywidualnym wrażeniu słuchaczy.

SCHEMAT PERCEPCJI SŁUCHOWEJ



REAKCJE I PODSTAWA WOBEC DECYZJI

Reakcja wrazeniowa – efekt procesów fizjologicznych zachodzących w trakcie słuchania, związanych z cechami bodźca

Reakcja emocjonalna – odbicie nastawienia człowieka do obrazu słuchowego, związana z jego gustem i przyzwyczajeniami

Postawa wobec decyzji – niektórzy mówią „tak”, tylko gdy są absolutnie pewni, inni częściej

OBIEKTYWIZACJA OCEN

W celu **obiektywizacji** oceny słuchowej należy minimalizować wpływ **reakcji emocjonalnej** oraz **postawy wobec decyzji** na wyniki, poprzez:

- odpowiednie formułowanie zadań testowych
- dobór i szkolenie słuchaczy
- statystyczną obróbkę wyników

PLANOWANIE TESTU SŁUCHOWEGO

PLANOWANIE TESTU

Merytorycznie:

1. Sprecyzowanie, co podlega ocenie
2. Wybór rodzaju, zakresu i metody oceny

Technicznie:

3. Konstrukcja testu
4. Wybór pomieszczenia odsłuchowego
5. Skompletowanie urządzeń toru odsłuchowego
6. Zorganizowanie grupy słuchaczy
7. Zebranie i analiza wyników

ZJAWISKA PERCEPCYJNE

- **detekcji**

zdolność usłyszenia dźwięku w ciszy lub na tle zakłóceń

- **dyskryminacji**

zdolność usłyszenia różnicy między dźwiękami

- **identyfikacji**

zdolność do rozpoznania dźwięku

- **skalowaniu**

zdolność do określenia wielkości badanego parametru

RODZAJE OCEN

Ocena bezwzględna (bezpośrednia)

- ocena badanego obiektu
- nie ma możliwości porównania z wzorcem zewnętrznym
- duży wpływ na ocenę ma reakcja emocjonalna
- stosowane, gdy nie ma wzorca, np. akustyka sali

Ocena względna (porównawcza)

- porównanie badanych obiektów między sobą
- lub z ustalonym wzorcem
- większy udział oceny wrazeniowej, większa zgodność ocen
- gdy odnosimy się do wzorca, np. przy ocenie kompresji

ZAKRES OCENY

Ocena globalna

ocena jakości obiektu lub różnic między obiektami

Ocena parametryczna

ocena poszczególnych cech dźwięku
np. przejrzystość, przestrzenność, barwa

Z eksperymentów wynika, że

- suma ocen parametrów nie zawsze odpowiada ocenie globalnej
- suma może być większa dla obiektu globalnie ocenionego gorzej
- należy oprócz oceny parametrycznej przeprowadzać też ocenę globalną

METODY OCENY

▪ Detekcyjne

- ocena zgodności (jednakowy-różny)
- wymuszony wybór (który sygnał różni się od innych)

▪ Porządkowe

- szeregowanie (intensywność danej cechy)
- preferencje lepszy-gorszy
- podobieństwo – z trzech wybór najbardziej podobnych/różnych

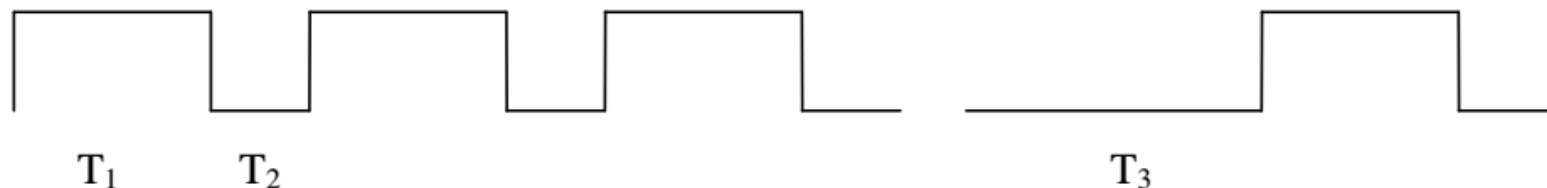
▪ Przyporządkowania

- oszacowanie liczbowe
- skale graficzne
- skale werbalne

KONSTRUKCJA TESTU

Zadanie dźwiękowe

na blok zadań (20-30 min) składa się kilkanaście/kilkadziesiąt zadań



T_1 – czas prezentacji

T_2 – przerwa między prezentacjami

T_3 – czas decyzji

Czasy T_1 - T_3 w **rytmie wymuszonym** są odpowiednio dobrane, a w **rytmie swobodnym** słuchacz reguluje je indywidualnie

OSZACOWANIE LICZBOWE PRZYKŁADOWE SKALE OCEN

Bezwzględna

| Ocena | Jakość | Zniekształcenia |
|-------|-----------|--------------------------|
| 5 | Doskonała | Niestyszalne |
| 4 | Dobra | Słyszalne, niedokuczliwe |
| 3 | Średnia | Lekko dokuczliwe |
| 2 | Słaba | Dokuczliwe |
| 1 | Zła | Bardzo dokuczliwe |

OSZACOWANIE LICZBOWE PRZYKŁADOWE SKALE OCEN

Względna (porównawcza)

| Ocena | Porównanie jakości |
|-------|--------------------|
| 3 | Znacznie lepsza |
| 2 | Lepsza |
| 1 | Nieco lepsza |
| 0 | Taka Sama |
| -1 | Nieco gorsza |
| -2 | Gorsza |
| -3 | Znacznie gorsza |

POMIESZCZENIE ODSŁUCHOWE

Wymagania określone w normach IEC:

- objętość do 110 m³
- powierzchnia podłogi do 50 m²
- czas pogłosu około 0,3 s
- komfortowe warunki (temperatura, oświetlenie, wygodne siedzenia, brak zakłóceń, odpowiedni poziom sygnału)

Rodzaj pomieszczenia nie ma znaczenia przy **odsłuchu słuchawkowym**.

TOR ODSŁUCHOWY

W przypadku badania danego urządzenia, pozostałe powinny być co najmniej o klasę lepsze.

Odsłuch głośnikowy, czy słuchawkowy?

Głośnikowy

- + bardziej naturalny
- istotne właściwości pomieszczenia
- ograniczenie liczby słuchaczy

Słuchawkowy

- mniej naturalny
- + dowolne wnętrze
- + większa liczba słuchaczy

DOBÓR GRUPY SŁUCHACZY

SŁUCHACZE - LAICY CZY EKSPERCI?

Zwykły słuchacz

- statystyczny użytkownik, docelowy konsument
- nie ma doświadczenia w ocenianiu jakości
- nie wie, czy przydzielić ocenę 4,5 czy 5
- może odpowiadać na pytania „A czy B”
- grupa musi być liczna, aby uwiarygodnić wyniki

Ekspert

- np. student reżyserii dźwięku
- osoba wykształcona do „wysłyszenia” subtelnych różnic w sygnałach
- mniejsze zróżnicowanie wyników pomiędzy słuchaczami
- mniejsze trudności organizacyjne i mniejsze koszty

GRUPA SŁUCHACZY

Wszystkie osoby w grupie słuchaczy powinny być **otologicznie normalne** tzn. bez stwierdzonych chorób czy patologii układu słuchowego, nienarażone na hałas

Liczność grupy

Eksperci: 10 - 20 osób

Laicy: 20 - 70 osób

WERYFIKACJA SŁUCHACZY

wyeliminowanie z testu niewiarygodnych słuchaczy

Przed testem

- badania audiometryczne
- wyniki uzyskane podczas treningu
- doświadczenie w testach subiektywnych

Po teście

- na podstawie analizy wyników
- wyniki znacząco różne od średniej
- niewiarygodne wyniki (np. sygnały zakłócone oceniane wyżej niż oryginał)

TRENING SŁUCHACZY

Objaśnienie procedury testowej

- Co podlega ocenie?
- Jak brzmią prezentowane sygnały?
- W jaki sposób powinny być oceniane?

Demonstracja procedury testowej

- Przykładowe sygnały
- Można wykorzystać fazę treningu do weryfikacji słuchacza
- Np. sprawdzić, czy rozróżnia sygnały oryginalne od zniekształconych

Należy zapewnić przerwę pomiędzy treningiem a testem.

SYGNAŁY TESTOWE

DOBÓR SYGNAŁÓW TESTOWYCH

Sygnały powinny być:

- reprezentatywne dla danego badania
- różnorodne (mniejsze zmęczenie słuchaczy)
- o powszechnie akceptowanej treści (minimalizacja oceny emocjonalnej)

PRZEBIEG TESTU

Sygnały mogą być **prezentowane** w sposób:

- **Automatyczny**

- Każda sekwencja powinna zostać powtórzona
- Konieczne przerwy na dokonanie i wpisanie oceny
- Zastosowanie przy grupie słuchaczy oceniających sygnały w tym samym czasie

- **Interaktywny**

- Słuchacz decyduje o liczbie powtórzeń
- Zastosowanie przy badaniu pojedynczego słuchacza w danej chwili
- Test trwa więcej czasu, ale może dać bardziej wiarygodne wyniki

PREZENTACJA SYGNAŁÓW

- **pojedynczy** sygnał – ocena jego jakości, problem punktu odniesienia
- porównanie **parami** – ocena różnicy między sygnałami
- porównanie z **sygnałem referencyjnym**
- porównanie z wykorzystaniem **ukrytego sygnału referencyjnego**
- **porównanie zestawu** ocenianych sygnałów z sygnałem referencyjnym

DOBRANIE SYGNAŁÓW TESTOWYCH

- Nie można dobierać sygnałów testowych w sposób „tendencyjny”
- Sygnały (szczególnie mowa i muzyka) nie mogą się gwałtownie kończyć, muszą się wyciszać
- Kolejność sygnałów testowych powinna być losowa
- Treść sygnałów powinna być neutralna, tak aby np. gatunek muzyczny nie wpływał na ocenę i szybsze zmęczenie słuchacza

OCENIANE ATRYBUTY

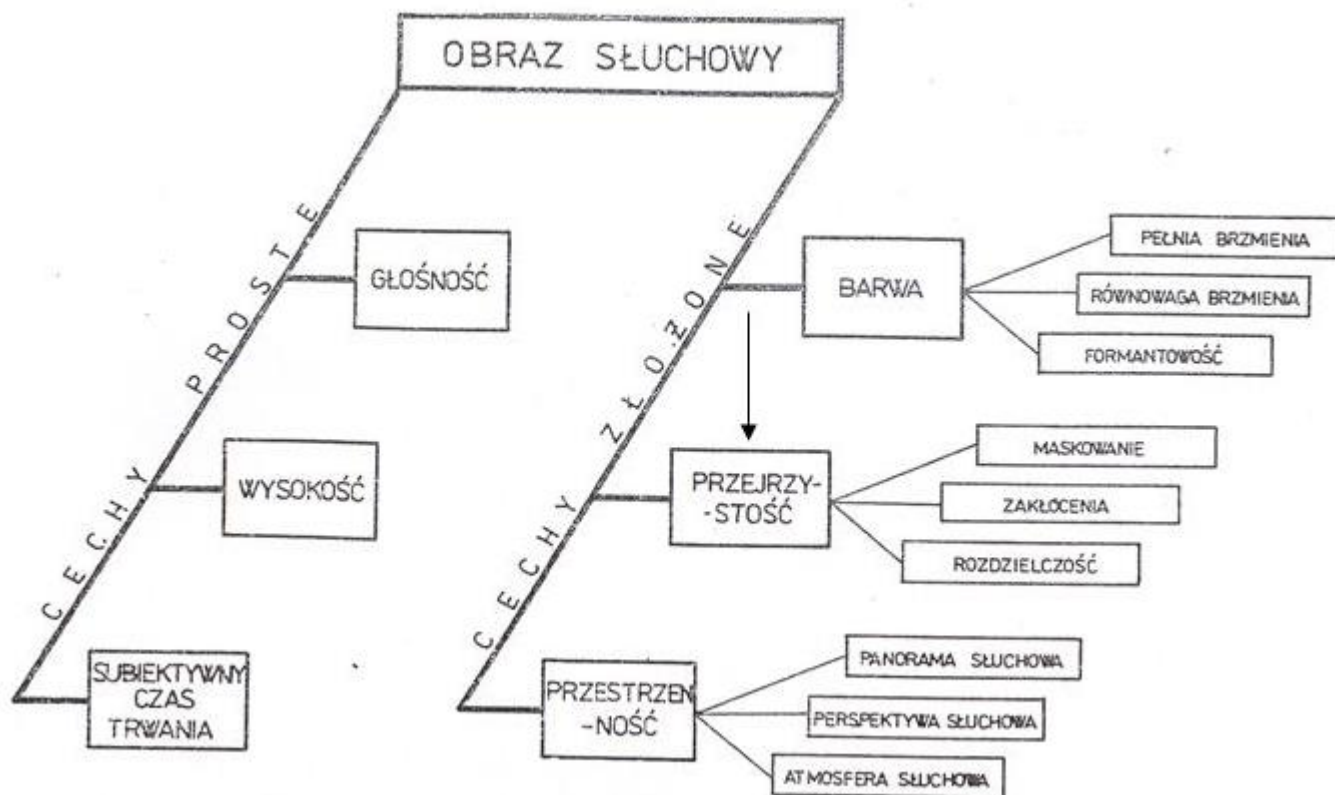
Podstawowe (najczęściej oceniane)

- **jakość sygnału** (basic audio quality)
- **zniekształcenia** (distortions)

Inne

- Zrozumiałość mowy
- Selektywność sygnału
- Stereofoniczność
- Zawartość pogłosu

STRUKTURA PARAMETRYCZNEGO OPISU DŹWIĘKU



Łętowski, Makowski (1977)

PRZYKŁADOWE TESTY

OCENA ZESTAWU GŁOŚNIKOWEGO

Test oceny **bezwzględnej**

- Prezentujemy sygnały testowe
- Słuchacz musi ocenić jakość sygnału
- Musi sam znaleźć punkt odniesienia
- Nie uzyskamy dobrych wyników od laików, potrzebni eksperci

OCENA STOPNIA KOMPRESJI

Test oceny **względnej**

- Oceniana jest różnica między sygnałem oryginalnym a ocenianym
- Prostsze do oceny, podany sygnał odniesienia
- Test odpowiedni dla laików, ale trzeba sprawdzić ich wiarygodność

TEST AB

Test do badania zniekształceń, **porównawczy**

Prezentujemy słuchaczowi sekwencje **AB**

A – sygnał referencyjny

B – sygnał oceniany względem A

Metoda może być nieskuteczna przy niewielkich różnicach między A i B

TEST ABC

„Metoda podwójnie ślepej próby trzech pobudzeń z ukrytym sygnałem referencyjnym”

Prezentujemy słuchaczom trójki sygnałów:

A – zawsze sygnał referencyjny

B – pierwszy sygnał oceniany względem A

C – drugi sygnał oceniany względem A

Jeden z sygnałów, losowo B lub C jest **sygnałem referencyjnym**.

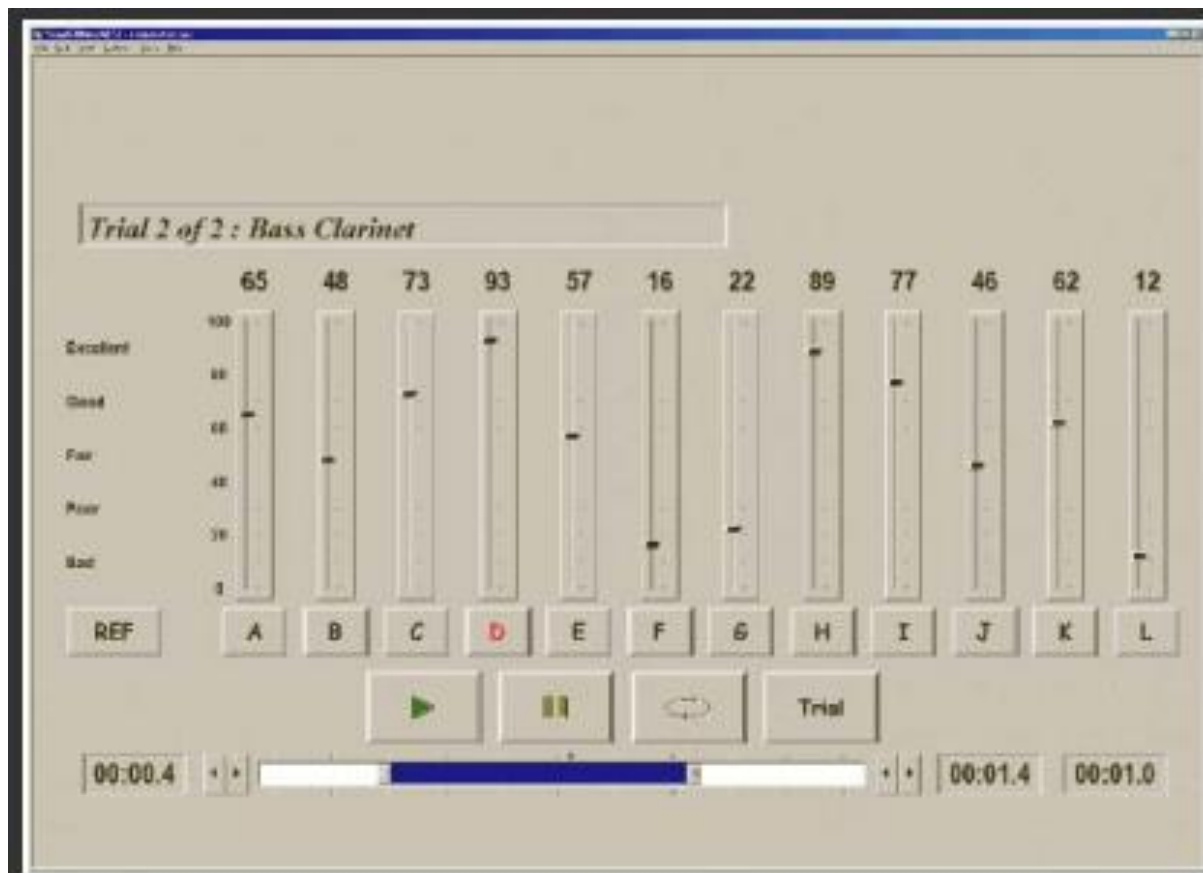
Jeśli **słuchacz** „słyszy” różnicę między referencyjnym B lub C i referencyjnym A, to **jest niewiarygodny**.

TEST MUSHRA

Słuchacz ocenia grupę sygnałów, która zawiera:

- Sygnał referencyjny (ukryty)
 - Oceniane sygnały (różne stopnie zniekształceń)
 - Punkty zaczepienia (kotwice, *anchors*)
(Sztucznie zniekształcony sygnał referencyjny
np. dodany szum, wąskopasmowa filtracja)
-
- Słuchacz ocenia każdy sygnał w skali od 0 do 100
 - Może porównywać ze sobą sygnały

TEST MUSHRA



KOMPUTEROWE TESTY SUBIEKTYWNE

- **PSQM** – Perceptual Speech Quality Measurement

Starszy test do badania jakości sygnału mowy w analogowych systemach telekomunikacyjnych

- **PESQ** – Perceptual Evaluation of Speech Quality

Nowszy test do badania jakości sygnału mowy, uwzględnia pakietową transmisję danych

- **PEAQ** – Perceptual Evaluation of Audio Quality

Badanie jakości sygnałów szerokopasmowych (muzycznych)

ANALIZA WYNIKÓW

ANALIZA WYNIKÓW

Za pomocą **testów statystycznych**.

Podstawowe parametry:

- **wartość średnia** z ocen i wariancja
- **przedział ufności** (w nim znajduje się większość wyników)
- **poziom istotności** (0,05 oznacza, że wynik jest zawarty w przedziale ufności z prawdopodobieństwem 95%)

Test t-Studenta lub analiza wariancji ANOVA

RAPORT Z TESTU

Co powinien zawierać raport?

- Cel przeprowadzenia testu
- Charakterystykę grupy słuchaczy i sygnałów testowych
- Opis warunków akustycznych
- Dokładny opis procedury testowej
- Opis sposobu analizy wyników
- Końcowy wynik (wykresy, tabele)
- Dokładniejsza analiza wyników
- Wnioski wynikające z uzyskanych wyników