

H. Kubzdela, M. Owsiany<sup>n</sup>

WPLYW POZIOMU FORMANTÓW  
NA PERCEPCJĘ SYNTETYCZNYCH  
DŹWIĘKÓW SAMOGŁOSKOWYCH

41/1991

P. 269



WARSZAWA 1991

Praca wpłynęła do Redakcji dnia 31 grudnia 1991r.



56758



N a p r a w a c h r ę k o p i s u

---

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN  
Nakład 100 egz. Ark.wyd.2.0 Ark.druk. 2,25  
Oddano do drukarni w marcu 1992r.

---

Wydawnictwo Spółdzielcze sp. z o.o.  
Warszawa, ul.Jasna 1

Henryk Kubzdela

Mariusz Owsian<sup>ry</sup>

Zakład Fonetyki Akustycznej IPPT PAN

## WPŁYW POZIOMU FORMANTÓW NA PERCEPCJĘ SYNTETYCZNYCH DŹWIĘKÓW SAMOGŁOSKOWYCH.

### Streszczenie.

Opracowano komputerowy model generatora periodycznych dźwięków złożonych, symulujących samogłoski. System umożliwia niezależną regulację poziomu każdego z formantów i bezzwłoczną generację dźwięku. Obwiednia widma w zakresie formantu jest aproksymowana konturem trapezowym. Przy użyciu tego modelu każdy z grupy 6-ciu słuchaczy dobrał doświadczalnie parametry syntezy dla sześciu dźwięków, w jego odczuciu, optymalnie zbliżonych do samogłosek polskich. Spośród tych dźwięków wybrano drogą selekcji sześć, uznanych przez większość z sześciu oraz kilku dodatkowych słuchaczy jako najbardziej nadające się na prototypy samogłosek polskich. Z tych prototypów tworzono następnie w porządku losowym dźwięki o różnych kombinacjach poziomu drugiego i trzeciego formantu i podawano je do zidentyfikowania siedmiu słuchaczom. Uzyskane wyniki identyfikacji przedstawiono w formie tablicowej w trzech wariantach i scharakteryzowano je z punktu widzenia potrzeb automatycznego rozpoznawania samogłosek w mowie ciągłej.

### 1. Wstęp.

Jako podstawowy segment mowy przyjmuje się w fonetyce głoskę. W badaniach poświęconych automatycznemu rozpoznawaniu mowy poszukuje się ciągle takich cech akustycznych sygnału mowy, które możliwie jednoznacznie określałyby poszczególne głoski. Pomocną w tych poszukiwaniach może być znajomość ról niektórych cech widmowych głosek w ich percepcji. Powszechnie znaną jest znacząca rola częstotliwości niektórych formantów w identyfikacji wielu głosek, szczególnie samogłosek. Mniej natomiast wiadomo na temat ról poziomu i szerokości formantów dla percepcji głosek. Badania na temat wpływu poziomu formantów na percepcję dźwięków samogłoskowych możliwe są jedynie przy użyciu syntezy z niezależnym sterowaniem poziomu poszczególnych formantów. Nie zapewniają takiej możliwości

dostępne syntezatory szeregowy. W ramach poniżej przedstawionej pracy zaprogramowano model oryginalnego syntezy samogłosek, przy użyciu którego przeprowadzono badania nad wpływem poziomu formantów na percepcję syntetycznych dźwięków samogłoskowych. Praca zawiera opis modelu syntezy, sposobu przeprowadzenia badań i uzyskane wyniki, które zostaną wykorzystane w automatycznym rozpoznawaniu mowy.

## 2. Cel i zakres badań.

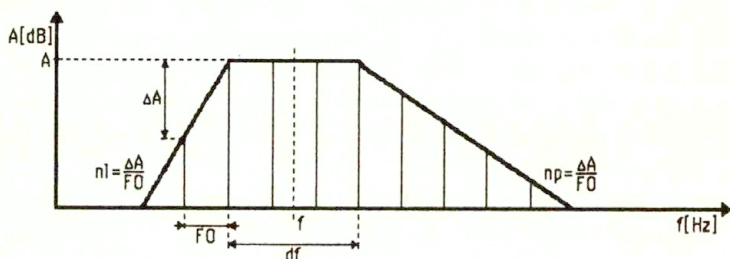
Cechy akustyczne dźwięku mowy kwalifikujące go drogą percepcyjną do określonej klasy fonemowej są w różnym stopniu adekwatne do jego cech widmowych widocznych na spektrogramie. Nie wszystkie wyraźnie zaznaczające się cechy widmowe głosek są niezbędne dla jej poprawnej identyfikacji percepcyjnej. W przypadku niektórych typów głosek zachodzi szeroki rozrzut wielkości różnych cech widmowych. Badania cech akustycznych dźwięków mowy, trwające już od kilkadziesiąt lat, koncentrowały się początkowo na opisie i charakteryzowaniu widm tych dźwięków. Podstawowym narzędziem w tych badaniach był analizator akustyczny. Na tym etapie pomijano ocenę roli różnych cech widmowych głosek dla ich percepcyjnej wyrazistości. Badania te dostarczyły jednak obszernych informacji o strukturach akustycznych poszczególnych dźwięków mowy. Nowe możliwości badawcze stworzył syntezy mowy pozwalający imitować dźwięki mowy. Syntezy poszczególnych głosek programowano przy wykorzystaniu danych zebranych we wspomnianym etapie analizy spektrograficznej mowy. Upowszechnił się model syntezy szeregowy oparty o akustyczną teorię wytwarzania mowy opracowaną przez Fantę. Szereg badań podstawowych z zakresu syntezy mowy wykonano przy użyciu pierwszych syntezy w warunkach narzucających daleko idące ograniczenia. Ogromny przełom w zakresie środków do modelowania procesu syntezy mowy nastąpił dzięki komputeryzacji. Komputer stworzył nowe możliwości wykorzystania idei syntezy sygnału mowy. Powstały warunki do zweryfikowania niektórych teorii sformułowanych na podstawie wyników syntezy uzyskanych dawno temu przy użyciu prymitywnych syntezy. Nowe oczekiwania

pod adresami syntezy mowy zgłaszane są obecnie ze strony badaczy zajmujących się automatycznym rozpoznawaniem mowy ciągłej. Znajomość roli poszczególnych cech widmowych dźwięków mowy w percepcji będzie zapewne pomocna w automatycznym rozpoznawaniu segmentów fonetyczno-akustycznych. Syntezator umożliwi np. zbadanie roli poziomu formantów dla percepcyjnej identyfikacji samogłosek. Temu właśnie zagadnieniu poświęcono badanie zrelacjonowane w niniejszej pracy. Postawiono w niej zadanie wyznaczenia obszarów percepcyjnej identyfikacji syntetycznych samogłosek polskich określonych przez poziomy ich pierwszych trzech formantów o optymalnie dobranych częstotliwościach. Zadanie to należało wykonać na podstawie dźwięków syntetycznych imitujących polskie samogłoski. Opracowano potrzebny do tego system syntezy spełniający dwa konieczne warunki. Po pierwsze; czasy  $\Delta t_1$  i  $\Delta t_2$  potrzebne do wystawienia parametrów syntezy oraz wyznaczenia wartości chwilowej sygnału akustycznego imitującego samogłoskę powinny być na tyle krótkie, aby generacja dźwięku syntetycznego odbywała się w czasie rzeczywistym. Należało zatem stworzyć warunki, które pozwalałyby uniknąć konieczności zapamiętywania plików sygnału akustycznego. Ponieważ dla przeprowadzenia niezbędnych w tych badaniach testów odsłuchowych konieczne było podanie słuchaczom w kolejności losowej bardzo dużej liczby dźwięków syntetycznych, operowanie plikami sygnału akustycznego zamiast parametrami syntezy wymagałoby kolosalnej pamięci. Po drugie, syntezator powinien umożliwiać sterowanie niezależne poziomu każdego z trzech najniższych formantów. Ten warunek leżał u podstaw postawionego zadania.

### 3. Syntezator stacjonarnych samogłosek (SSS).

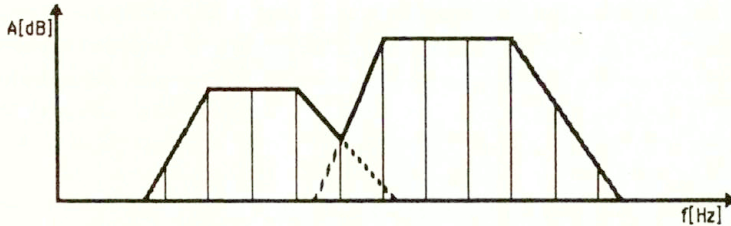
Nie spełniają równocześnie obu wymienionych wyżej warunków ani syntezatory typu modułowego produkowane seryjnie w formie zintegrowanego obwodu - są one oparte na modelu syntezy szeregowej bez możliwości niezależnej regulacji poziomu dowolnego formantu - ani software'owy model syntezatora Klatta zaprogramowany w języku wyższego rzędu i z tego między innymi powodu realizujący proces syntezy w czasie wielokrotnie

dłuższym od rzeczywistego. W tej sytuacji należało opracować własny system syntezy. W perspektywie przewiduje się opracowanie software'owej realizacji modelu syntezy Klatta na poziomie assemblera procesora 386. Tymczasem, przyjęto koncepcję uproszczonego modelu syntezy pozwalającego na uzyskiwanie periodycznych dźwięków złożonych o stałej wysokości. W modelu tym przyjęto trapezową aproksymację konturu formantu. Zasadę tej aproksymacji zilustrowano na rys.1.



Rys.1. Ilustracja trapezowej aproksymacji konturu formantu.

Długość i położenie górnej podstawy trapezu odpowiadają szerokości i częstotliwości formantu. Przyjęto, że środek górnej podstawy trapezu odpowiada częstotliwości formantu. Oprócz parametrów odnoszących się do górnej podstawy trapezu mającego aproksymować obwiednię widma w strefie formantu wymagane są jeszcze dane o nachyleniu boków. Przyjęto zasadę, że widmo, którego obwiednia ma być aproksymowana trapezem, przedstawione jest w liniowej skali częstotliwości oraz decybelowej skali poziomu. Przyjęcie liniowej skali częstotliwości przy tego rodzaju aproksymacji spowoduje, że w dźwięku syntetycznym mającym imitować izolowaną samogłoskę, harmoniczne pozaformantowe będą słabsze niż w naturalnej samogłosce. Ta okoliczność nie powinna zaważyć na wynikach eksperymentu mającego określić znaczenie poziomu formantu dla percepcyjnej identyfikacji samogłoski. Na rys.2 zilustrowano zasadę aproksymacji obwiedni widma pomiędzy formantami.



Rys.2. Ilustracja aproksymacji obwiedni widma z dwoma formantami.

Według wyżej przedstawionej zasady aproksymowano trzy formanty oraz kontur początkowy segmentu widma obejmującego najniższe harmoniczne. Łącznie cztery kontury trapezowe wyznaczały pełną obwiednię widma dźwięku syntetycznego. Realizacja syntezy następowała przez sumowanie wartości funkcji trygonometrycznych zgodnie z formułą:

$$S_n = \sum_{k=1}^N A_k \sin\left(2\pi f_k \frac{nT}{2N}\right),$$

gdzie oznaczono przez:

$S_n$  - n-tą próbkę czasową sygnału syntetycznego,

$A_k$  - amplitudę k-tej harmonicznej odczytaną z zadanej obwiedni widma,

$N$  - liczbę harmonicznych,

$T$  - okres podstawowy.

Okres próbkowania wynosi  $T/2N$ , jest więc dwukrotnie krótszy od okresu  $N$ -tej, czyli najwyższej harmonicznej. Przyjęto taki okres próbkowania, aby ciąg  $2N$  próbek stanowił okres drgania podstawowego. Liczbę powtórzeń okresu podstawowego ustalono eksperymentalnie równą 35. W pierwszych i ostatnich dwóch okresach obniżono poziom natężenia dźwięku względem poziomu w okresach środkowych a mianowicie o 12 dB w pierwszym i ostatnim okresie i o 6 db w okresach drugim i przedostatnim. Spełniono w

ten sposób wymóg umiarkowanego narastania i zaniku bodźca akustycznego przeznaczonego do oceny percepcyjnej. Czas trwania dźwięku oraz odstęp czasowy pomiędzy kolejnymi dźwiękami (bodźcami) podawanymi słuchaczowi do oceny percepcyjnej mogą być dowolnie nastawione. Każdy bodziec zostaje znormalizowany pod względem amplitudy według zasady, iż jego maksymalna wartość chwilowa przyjmuje wartość jednakową dla wszystkich bodźców.

#### 4. Założenia i przebieg eksperymentu.

Założono, że ocenie percepcyjnej poddawane będą dźwięki tworzone na podstawie prototypów samogłosek syntetycznych różniące się od nich poziomem drugiego i trzeciego formantu. Zarówno wytwarzanie bodźców akustycznych, jak i zbieranie oraz opracowywanie wyników ocen percepcyjnych przeprowadzono nowoczesną metodą odbiegającą od dotychczasowych praktyk w badaniach odsłuchowych. Eksperyment przeprowadzono w trzech etapach w sposób w pełni zautomatyzowany, przy pomocy komputera. Przebieg każdego z etapów był realizowany według odrębnego programu. Punkt ciężkości przygotowań do przeprowadzenia eksperymentu leżał w opracowaniu algorytmów i napisaniu na ich podstawie odpowiednich programów. Oprócz programów realizujących wspomniane wyżej etapy napisano też program opracowujący wyniki odsłuchów.

Pierwszy etap eksperymentu polegał na utworzeniu prototypów. Brało w nim udział 6 osób z doświadczeniem w dziedzinie fonetyki akustycznej. Każda z tych osób oddzielnie, mając do dyspozycji wyżej opisany syntezytor dźwięków zaimplementowany na komputerze IBM 386, miała za zadanie ustalenie wartości parametrów formantowych dla optymalnie jej zdaniem brzmiącego syntetycznego dźwięku samogłoskowego. Wartość poszczególnych parametrów formantowych mógł eksperymentator nastawić poprzez edytor syntezytora. W trakcie edycji pojawiał się na ekranie monitora listing wszystkich parametrów syntezy. Przy użyciu kursora wskazywano parametr, dla którego miała być wpisana wartość. W ten sposób operator mógł podać na początku wartości wyjściowe wszystkich parametrów formantowych lub później



dowolnie je skorygować. W trakcie cyklicznego eksponowania testowanego dźwięku syntetycznego osoba odsłuchująca mogła naciśnięciem jednego z dwóch klawiszy powodować dodatnią lub ujemną skokową zmianę wartości jednego z parametrów syntezy. Parametr ten należało poprzez edytor wskazać. Słuchaczowi podawano cyklicznie parę dźwięków różniących się jedynie wartością tego parametru. Pierwszy z tych dźwięków stanowił odniesienie, względem którego oceniano dźwięk drugi, w którym można było zmieniać skokowo wartość wcześniej wskazanego parametru. Jeśli zdaniem słuchacza dźwięk drugi był bliższy oczekiwanej samogłosce niż dźwięk pierwszy, wówczas z woli słuchacza, za naciśnięciem odpowiednich klawiszy, dźwięk drugi mógł przyjąć rolę odniesienia. Parametr, ze względu na który różniły się oba dźwięki, przyjął w nich obecnie jednakową wartość, równą tej, jaką posiadał ostatnio dźwięk testowany. Postępując w ten sposób z poszczególnymi parametrami słuchacz uzyskiwał dźwięk, wskazujący w jego odczuciu optymalne zbliżenie do oczekiwanej samogłoski. Jeśli dźwięk testowany (drugi w parze) wydawał się słuchaczowi bardziej oddalony od oczekiwanej samogłoski niż dźwięk pierwszy przyjęty jako wzorzec, wówczas eksperymentator mógł kontynuować testowanie, powodując zmianę wartości regulowanego parametru o kolejne kroki w jedną lub drugą stronę lub zakończyć weryfikację tego parametru. Według takiej procedury 6 osób wyznaczyło zbiory wartości parametrów formantowych dające dźwięki, które w odczuciu tych osób były najbardziej zbliżone do samogłosek polskich. Wartości parametrów dobrane przez poszczególne osoby były różne. Dla każdej samogłoski uzyskano kilka kandydatów na prototyp.

W kolejnym etapie doświadczeń poddano te kandydatury selekcji. Przeprowadzono ją w następujący sposób: dziewięciu słuchaczom indywidualnie prezentowano po dwóch kandydatów na prototyp danej samogłoski. Pierwszą parę stanowili dwaj pierwsi kandydaci z ułożonej losowo listy. Słuchacz miał za zadanie wybrać z tej pary kandydata jego zdaniem lepszego. Następną parę tworzyli: lepszy kandydat z poprzedniej pary oraz kolejny kandydat z listy. Według takiej procedury postępowano aż do

wyczerpania wszystkich kandydatów z listy. W wyżej opisany sposób wybrani zostali przez poszczególnych słuchaczy kandydaci na prototypy poszczególnych samogłosek. Taką selekcję przeprowadzono 3-krotnie z siedmioma słuchaczami a jednokrotnie z dwoma. Uzyskane oceny przedstawiono w tabelicy 1.

seria	wzorzec	PD	LR	Jl	HK	BS	MO	IN	WJ	GD
I	i	ilr	ibs	iji	imo	ibs	ilr	iji	ilr	ilr
	ɹ	yji	yji	yjr	yhk	yji	ymo	ymo	yhk	ybs
	e	eji	ebs	eji	ehk	eji	emo	ebs	ebs	eji
	a	ahk	abs	aji	alr	aji	abs	ahk	amo	ahk
	o	omo	olr	oji	obs	omo	olr	obs	olr	omo
u	ulr	uhk	uji	uhk	uhk	ulr	ulr	ulr	ubs	uji
II	i	iji	ilr	iji	iji	iji	iji	iji		
	ɹ	ylr	ylr	yji	ylr	ylr	ybs	ylr		
	e	eji	ebs	eji	ebs	eji	emo	ebs		
	a	ahk	alr	abs	ahk	amo	aji	amo		
	o	ohk	olr	oji	ohk	omo	omo	olr		
u	uhk	ulr	uji	uhk	uji	ulr	ulr			
III	i	ipd	iji	iji	iji	ibs	iji	iji		
	ɹ	ylr	ylr	ylr	ylr	ylr	yji	ylr		
	e	eji	emo	eji	epd	eji	emo	ebs		
	a	abs	alr	abs	amo	amo	aji	amo		
	o	olr	olr	oji	olr	oji	olr	obs		
u	ulr	uhk	uji	uhk	ulr	uji	uji			

Tablica 1. Wyniki selekcji kandydatów na prototypy samogłosek, pochodzące od poszczególnych słuchaczy.

wzorzec	PD	LR	Jl	HK	BS	MO	
i	1	5	13	0	3	1	<b>iji</b> <b>ylr</b> <b>eji</b> <b>amo</b> <b>olr</b> <b>uji</b>
ɹ	0	12	5	2	2	2	
e	1	0	10	1	7	4	
a	0	3	4	5	5	6	
o	0	9	4	2	3	5	
u	0	7	8	7	1	0	

Tablica 2. Sumaryczne liczebności typowania przez słuchaczy kandydatów na prototypy samogłosek. Po prawej stronie tabeli wypisano kandydatów, którzy uzyskali łącznie najwięcej typowań.

Na podstawie zawartych w niej danych uszeregowano poszczególne kandydatury według liczebności typowania na nie. Uzyskano w ten sposób ostateczny wynik selekcji w postaci zbiorczej listy kandydatów na prototypy poszczególnych samogłosek. Listę tę zamieszczono w tabelicy 2. Poniżej zamieszczono też tablicę nr 3 zawierającą wartości parametrów syntezy dźwięków samogłoskowych uznanych przez słuchaczy za najlepsze i na tej podstawie zakwalifikowanych jako prototypy dla następnego, głównego eksperymentu.

wzorzec	Segment 0					Segment 1					Segment 2					Segment 3				
	f	df	A	nl	np	f	df	A	nl	np	f	df	A	nl	np	f	df	A	nl	np
ɪ	125	60	-0.5	9	9	219	60	0	8	8	2600	100	-8.7	5	6	3274	245	-5.4	3	2
ɨ	125	60	-4.4	9	9	323	80	0	9	9	1866	100	-5.7	9	9	2585	100	-5.2	9	5
e	125	60	-6	8	8	580	80	0	8	7	1800	100	-6	7	6	2700	150	-8.8	6	2
a	125	60	-5.1	9	9	850	80	0	9	9	1200	100	-1.6	9	9	2785	200	-6.7	9	3
o	125	60	-3.1	9	9	637	80	0	9	9	987	100	-3.1	9	9	2799	100	-11.7	9	8
u	125	60	-8.9	7	7	300	75	0	9	9	620	90	-9.9	9	8	2400	174	-30.9	4	2

Jednostki wielkości występujących w tabeli: f[Hz], df[Hz], A[dB], nl[dB/Hz], np[dB/Hz].

Tablica 3. Wartości parametrów syntezy dźwięków samogłoskowych zakwalifikowanych przez słuchaczy jako prototypy.

W kolejnym etapie przeprowadzono odsłuchy, które miały przynieść ostateczny rezultat stanowiący cel tej pracy. Syntetyczne prototypy samogłosek wyłonione w etapie drugim poddano dewiacji poprzez zmianę w nich poziomu drugiego i trzeciego formantu. Grupie siedmiu słuchaczy podano indywidualnie do odsłuchu 294 dźwięki syntetyczne wygenerowane na podstawie wcześniej wyznaczonych prototypów sześciu samogłosek polskich. W każdym z dźwięków pochodnych od i-tego prototypu, poziom formantu drugiego  $P_{F2,i,j}$  i trzeciego  $P_{F3,i,j}$  przyjął jedną z  $2m+1$  wartości wynikających z zależności:

$$P_{F2,i,j} = P_{F2,i} + j\Delta p,$$

$$P_{F3,i,j} = P_{F3,i} + k\Delta p,$$

gdzie  $j \in \{-m, -m+1, \dots, -1, 0, 1, \dots, m-1, m\}$

oraz  $k \in \{-m, -m+1, \dots, -1, 0, 1, \dots, m-1, m\}$ ,

$\Delta p$  oznacza przyrost poziomu,  $j$  i  $k$  dodatnie lub ujemne

krotności przyrostu poziomu,  $P_{F2,i}$ ,  $P_{F3,i}$  poziomy formantu drugiego i trzeciego w i-tym prototypie. Zakładając, że liczebności ciągów, z których pochodzą krotności j i k są jednakowe i wynoszą  $2m+1$ , populacja dźwięków syntetycznych pochodzących od prototypów wszystkich samogłosek (gdzie  $i=6$ ) liczyła przy  $m=3$

$$N = (2m+1)^2 i = 294 \text{ elementów.}$$

Elementy j,k oraz i wybierano losowo. Słuchacz miał za zadanie ocenić, do której samogłoski usłyszany dźwięk jest zdecydowanie podobny. W przypadkach wątpliwych słuchacz informował o braku podobieństwa do jakiegokolwiek samogłoski. Oceny swoje przekazywał słuchacz bezpośrednio do komputera za pomocą klawiatury. O zasłyszanej samogłosce informował przez naciśnięcie klawisza jej litery, a o braku podobieństwa zasłyszanego dźwięku do jakiegokolwiek samogłoski przez naciśnięcie klawisza litery X. Opisany eksperyment przeprowadzono 3-krotnie. Każdy słuchacz dostarczył więc  $3 * 294 = 782$  odpowiedzi.

#### 5. Wyniki i wnioski.

Wyniki zgromadzono w pierw w tablicach oddzielnych dla każdego prototypu, z którego pochodził dźwięk i osobno dla każdego słuchacza. Ponieważ w odsłuchach uczestniczyło 7 osób a badaniami objęto 6 samogłosek polskich uzyskano w pierw 42 tablice (6 tablic od każdego słuchacza). Oznaczono je numerami 4.1 do 4.42. W danej kolumnie jednej takiej tablicy zapisane są odpowiedzi jednego ze słuchaczy na bodźce, które w porównaniu z prototypem jednej z sześciu samogłosek miały wszystkie jednakowe odchylenie poziomu drugiego formantu a różne odchylenia poziomu formantu 3-go. Analogicznie w danym wierszu jednej tablicy zapisane są odpowiedzi jednego ze słuchaczy na zasłyszane bodźce, które w porównaniu z prototypem jednej z samogłosek miały wszystkie jednakowe odchylenie poziomu trzeciego formantu a różne odchylenia poziomu drugiego formantu. Odchylenia te dla poszczególnych kolumn i wierszy wynoszą ujemną lub dodatnią krotność 6 dB. Poziom formantu pierwszego był w testowanych bodźcach identyczny jak w

odnośnych prototypach i wynosił zawsze 0. Wyniki od poszczególnych słuchaczy zebrano następnie razem i umieszczono w tablicach oznaczonych odpowiednio numerami od 5.1 do 5.6. Tablice 4.1 + 4.42 informują, jak poszczególni słuchacze identyfikowali zasłyszane bodźce pochodzące z poszczególnych prototypów. Tablice zbiorcze 5.1 + 5.6 zawierają natomiast dane o wynikach identyfikacji bodźców z poszczególnymi samogłoskami razem przez wszystkich słuchaczy. W każdym okienku tablicy podane są liczby tych identyfikacji. Ponieważ, w odsłuchach brało udział 7 osób a każdy bodziec powtarzano w porządku losowym 3-krotnie, suma liczb identyfikacji poszczególnych samogłosek w jednym okienku tablic 5.1 do 5.6 wynosi 21.

Wyniki przedstawione w tych tablicach zaprezentowano dodatkowo w sposób skondensowany na rys.3. Rysunek ten składa się z sześciu kwadratów o wymiarach 7\*7 elementów każdy, odnoszących się do wyników identyfikacji dźwięków utworzonych z poszczególnych prototypów. Kwadraty te oznaczono znakami fonetycznymi sześciu polskich samogłosek, których syntetyczne prototypy stanowiły podstawę tworzenia bodźców. Elementy kwadratu wypełniano przekreślonym kwadratem, co oznaczało zgodną identyfikację, pustym kwadratem, gdy wynik identyfikacji różnił się o jeden od identyfikacji pełnej lub zapisem liczebności innych identyfikacji niż spodziewana. Na przykład, wypełnienia elementu kwadratu /o/ zapisem e1,a2,x1 oznacza, że

Tablica 4. Wyniki odsłuchów dźwięków, które utworzono z prototypów samogłosek przez odchylenie poziomu drugiego i trzeciego formantu. Przedstawiono wyniki oceny dźwięków osobno dla każdego słuchacza i dla każdego prototypu, z którego je tworzone dla trzech serii odsłuchowych. Litery występujące w tablicy wyrażają wynik identyfikacji podanego słuchaczowi dźwięku. Wynikiem tym mogła być jedna z sześciu samogłosek lub decyzja negatywna oznaczona przez x, stwierdzająca brak podobieństwa dźwięku do jakiegokolwiek samogłoski. Tablicę tę zamieszczono na kolejnych stronach pracy.

Tablica 5. Zbiorcze wyniki identyfikacji dźwięków przez wszystkich słuchaczy, zebrane z wyników indywidualnych zawartych w tablicach 4.1 do 4.42. Tablicę tę zamieszczono na kolejnych stronach pracy.

Słuchacz: PD

Tablica 4.1 wzorzec: i

	+18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
A3 [dB]	0	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iix
	-6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.2 wzorzec: y

	+18	iiy	iyi	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	+12	iyy	iyy	iyy	yyy	yyy	yyy	yiy
	+6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
A3 [dB]	0	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-18	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.3 wzorzec: e

	+18	eee	eee	eee	eee	eee	eee	yee
	+12	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	+6	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
A3 [dB]	0	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-6	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-12	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-18	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.4

		wzorzec: a						
A3 [dB]	+18	eee	eee	eee	eee	aae	aaa	aaa
	+12	ae e	ae e	eee	eea	aaa	aaa	aaa
	+6	eee	ae e	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	0	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-6	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-12	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-18	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.5

		wzorzec: o						
A3 [dB]	+18	eee	eee	eee	eee	aaa	aea	aea
	+12	eee	eee	eee	oaa	aaa	aaa	aaa
	+6	eee	oee	oea	aaa	aaa	aaa	aaa
	0	ooo	oee	oae	aaa	oaa	aaa	aaa
	-6	oee	oeo	oaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-12	ooo	oee	oaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-18	ooo	oee	ooo	ooo	aaa	aaa	aaa
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.6

		wzorzec: u						
A3 [dB]	+18	yyy	yyy	yyy	yex	eee	eee	eee
	+12	yyy	yyy	yyy	yyy	eee	oee	ooo
	+6	yyy	yyy	yuy	yuy	uue	ooo	ooo
	0	yuy	uuy	uuu	uuu	aue	ooo	ooo
	-6	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo
	-12	uuy	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo
	-18	uuu	uuu	uuu	uuu	ouu	ooo	ooo
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Słuchacz: LR

Tablica 4.7 wzorzec: i

	+18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
A3 [dB]	0	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.8 wzorzec: y

	+18	iiy	iiy	yyy	iy y	yyy	yyy	yyy
	+12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	+6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
A3 [dB]	0	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-18	yuy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.9 wzorzec: e

	+18	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	+12	oee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	+6	xeo	eee	eee	eee	eee	eee	eee
A3 [dB]	0	oox	eee	oee	eee	eee	eee	eee
	-6	ooo	ooe	eee	eee	eee	eee	eee
	-12	ooo	ooo	xee	eee	eee	eee	eee
	-18	ooo	oxo	oox	eee	eee	eee	eee
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						



Tablica 4.10 wzorzec: a

	+18	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	+12	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	+6	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
A3 [dB]	0	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-6	aaa	aaa	aaa	aaa	aoa	aaa	aaa
	-12	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-18	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.11 wzorzec: o

	+18	ooo	ooo	ooa	oaa	aaa	aaa	aaa
	+12	ooo	ooo	ooo	aaa	aaa	aaa	aaa
	+6	ooo	ooo	ooo	aoa	aaa	aaa	aaa
A3 [dB]	0	ooo	ooo	ooo	oaa	aaa	aaa	oaa
	-6	ooo	ooo	ooo	axa	aaa	aaa	aaa
	-12	ooo	ooo	ooo	aa0	aaa	aaa	aaa
	-18	ooo	ooo	ooa	aaa	aaa	aaa	aaa
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.12 wzorzec: u

	+18	yyy	yuy	uuu	uuu	ooo	ooo	ooo
	+12	xuy	yuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo
	+6	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo	ooo
A3 [dB]	0	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo	ooo
	-6	uuu	uuu	uuu	uuu	ouu	ooo	ooo
	-12	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo
	-18	uuu	uuu	uuu	uuu	ouo	oao	ooo
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Słuchacz: J1

Tablica 4.13

		wzorzec: i						
A3 [dB]	+18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	0	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.14

		wzorzec: y						
A3 [dB]	+18	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	+12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	+6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	0	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-18	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.15

		wzorzec: e						
A3 [dB]	+18	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	+12	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	+6	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	0	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-6	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-12	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-18	oxe	eee	eee	eee	eee	eee	eee
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.16 wzorzec: a

	+18	eax	eax	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	
	+12	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	
	+6	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	
A3 [dB]	0	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	
	-6	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	
	-12	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	
	-18	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18	
					A2 [dB]				

Tablica 4.17 wzorzec: o

	+18	oxe	axx	aoa	aaa	aaa	aaa	aaa	
	+12	oox	oox	ooo	aaa	aaa	aaa	aaa	
	+6	ooo	ooo	ooo	aaa	aaa	aaa	aaa	
A3 [dB]	0	ooo	ooo	ooo	aaa	aaa	aaa	aaa	
	-6	ooo	ooo	ooo	aaa	aaa	aaa	aaa	
	-12	ooo	ooo	ooo	aaa	aaa	aaa	aaa	
	-18	ooo	ooo	ooo	aaa	aaa	aaa	aaa	
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18	
					A2 [dB]				

Tablica 4.18 wzorzec: u

	+18	yyy	yyy	yyy	uux	uuu	ooo	ooo	
	+12	yyy	yyy	uyy	uuu	uuu	ooo	ooo	
	+6	yyy	yyy	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo	
A3 [dB]	0	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo	
	-6	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo	
	-12	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo	
	-18	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo	
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18	
					A2 [dB]				

Słuchacz: HK

Tablica 4.19 wzorzec: i

	+18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
A3 [dB]	0	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.20 wzorzec: y

	+18	yii	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	+12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	+6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
A3 [dB]	0	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-18	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.21 wzorzec: e

	+18	eee	xee	eee	eee	eee	eee	eee
	+12	ooe	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	+6	eoe	eee	eee	eee	eee	eee	eee
A3 [dB]	0	ooo	eoe	eee	eee	eee	eee	eee
	-6	ooo	eoe	eee	eee	eee	eee	eee
	-12	ooo	eoe	eee	eee	eee	eee	eee
	-18	eoo	ooo	eoe	eee	eee	eee	eee
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.22

		wzorzec: a						
A3 [dB]	+18	xaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	+12	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	xaa	aaa
	+6	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	0	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-6	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-12	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-18	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.23

		wzorzec: o						
A3 [dB]	+18	oax	ooo	ooo	oox	aoa	xaa	aoa
	+12	ooo	ooo	ooo	ooo	aaa	aaa	oax
	+6	ooo	ooo	ooo	ooo	ooa	aaa	aax
	0	ooo	ooo	xoo	ooo	aaa	aaa	ooo
	-6	ooo	ooo	ooo	ooo	ooa	aaa	aoa
	-12	ooo	ooo	ooo	ooo	oaa	aaa	oao
	-18	ooo	ooo	ooo	ooo	aaa	aaa	aoa
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.24

		wzorzec: u						
A3 [dB]	+18	yyy	yyy	yyy	yux	eox	ooo	ooo
	+12	yyy	yyy	yyu	oux	ouo	ooo	ooo
	+6	yyy	yyu	uuu	uuu	ooo	ooo	ooo
	0	uyy	yuu	uuu	uuu	uuo	ooo	ooo
	-6	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo	aoa
	-12	uuu	uuu	uuu	uuu	ouo	ooo	ooo
	-18	uuu	uuu	uuu	uuu	ooo	ooo	ooo
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Słuchacz: BS

Tablica 4.25

		wzorzec: i						
A3 [dB]	+18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	0	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.26

		wzorzec: y						
A3 [dB]	+18	iii	iii	iii	iyi	iii	iii	iyi
	+12	iii	iyi	iii	iii	yyi	yyi	iii
	+6	iyi	iyi	yyy	yyy	yyy	iyi	yyy
	0	yyi	yyy	yyy	yyy	yyy	iyi	iii
	-6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyi	xyi	iyi
	-12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyi	yyy	yii
	-18	yyy	yyy	yyi	yyi	yii	yyi	iii
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.27

		wzorzec: e						
A3 [dB]	+18	eiy	iey	iey	yye	eee	eee	eee
	+12	yee	eee	yee	eee	eee	eee	eee
	+6	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	0	ooo	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-6	ooo	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-12	ooo	ooo	eee	eee	eee	eee	eee
	-18	ooo	ooo	eee	eee	eee	eee	eee
			-18	-12	-6	0	+6	+12
		A2 [dB]						

Tablica 4.28 wzorzec: a

	+18	eee	eee	eee	aaa	aaa	aaa	aaa
	+12	eee	eae	eea	aaa	aaa	aaa	aaa
	+6	eee	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
A3 [dB]	0	aoa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-6	aoa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-12	aoa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-18	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.29 wzorzec: o

	+18	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	+12	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	+6	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
A3 [dB]	0	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	-6	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	-12	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	-18	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.30 wzorzec: u

	+18	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	+12	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	+6	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
A3 [dB]	0	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	-6	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	-12	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	-18	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Słuchacz: MO

Tablica 4.31 wzorzec: i

	+18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
A3 [dB]	0	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iyi
	-6	iii	iii	iii	iii	iii	iyi	iii
	-12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.32 wzorzec: y

	+18	iyy	yii	iii	yyy	yyy	yyy	yyy
	+12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	+6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
A3 [dB]	0	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-6	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-12	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-18	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.33 wzorzec: e

	+18	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	+12	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	+6	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
A3 [dB]	0	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-6	ooo	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-12	ooo	ooo	eee	eee	eee	eee	eee
	-18	ooo	ooo	eee	eee	eee	eee	eee
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						



Tablica 4.34 wzorzec: a

	+18	eee	eee	exe	aaa	aaa	aaa	aaa
	+12	eee	eea	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	+6	aaa	eee	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
A3 [dB]	0	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-6	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-12	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-18	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa	aaa
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.35 wzorzec: o

	+18	eee	eee	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	+12	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	+6	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
A3 [dB]	0	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	-6	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	-12	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
	-18	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.36 wzorzec: u

	+18	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	+12	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	+6	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
A3 [dB]	0	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	-6	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	-12	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
	-18	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu	uuu
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Słuchacz: IN

Tablica 4.37

		wzorzec: i						
	+18	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+12	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	+6	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
A3 [dB]	0	iii	iii	iii	iii	iii	iii	iii
	-6	iii	iii	iyi	iii	iii	iii	iii
	-12	xuy	iiu	yii	yii	iii	iii	iii
	-18	uuu	uiu	iiy	iiy	iii	iii	iii
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.38

		wzorzec: y						
	+18	iii	iiy	iii	iiy	yyy	iyy	yyy
	+12	iiy	iyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	+6	iyy	iyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
A3 [dB]	0	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-6	yyu	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-12	uyu	uyu	yyy	yyy	yyy	yyy	yyy
	-18	uuu	uuu	uuy	yyy	yyy	yyy	yyy
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.39

		wzorzec: e						
	+18	xee	iee	eee	eee	eee	eee	eee
	+12	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	+6	eee	eee	eee	eee	eee	eee	eee
A3 [dB]	0	xeo	eee	eee	eee	eee	eee	eee
	-6	ooo	oee	xee	eee	eee	eee	eee
	-12	ooo	oee	ooo	eee	eee	xee	eee
	-18	ooo	ooo	oee	ooo	eee	eee	xee
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.40

		wzorzec: a						
	+18	ae	ee	aa	aea	aaa	aaa	aaa
	+12	ao	ae	ea	aaa	aaa	aaa	aaa
	+6	ae	aa	aa	aaa	aaa	aaa	aaa
A3 [dB]	0	aa	oa	ea	aaa	aaa	aaa	aaa
	-6	oa	oa	aa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-12	oa	aa	aa	aaa	aaa	aaa	aaa
	-18	oa	oa	aa	aaa	aaa	aaa	aaa
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.41

		wzorzec: o						
	+18	ee	oe	eo	oe	oa	aa	oa
	+12	eo	eo	eo	ea	oa	aa	oa
	+6	oo	oo	oo	oo	oa	aa	oa
A3 [dB]	0	oo	oo	oo	oo	aa	ea	oa
	-6	oo	oo	oo	oa	oa	oa	oa
	-12	oo	oo	oo	oo	oa	oa	oa
	-18	oo	oo	oo	oo	ao	oa	ao
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 4.42

		wzorzec: u						
	+18	yy	yu	uu	uu	uu	ou	oo
	+12	uy	uu	uu	uu	uu	xou	oo
	+6	uy	uu	uu	uu	uu	oo	oo
A3 [dB]	0	uu	uu	uu	uu	uu	uo	oo
	-6	uu	uu	uu	uu	uu	uo	oo
	-12	uu	uu	uu	uu	uu	uo	oo
	-18	uu	uu	uu	uu	uo	ou	oo
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18
		A2 [dB]						

Tablica 5  
Tablica 5.1

		wzorzec: i						
+18		i:21	i:21	i:21	i:21	i:21	i:21	i:21
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
+12		i:21	i:21	i:21	i:21	i:21	i:21	i:21
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
+6		i:21	i:21	i:21	i:21	i:21	i:21	i:21
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
A3 [dB] 0		i:21	i:21	i:21	i:21	i:21	i:21	i:19
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 1
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 1
-6		i:21	i:21	i:20	i:21	i:21	i:20	i:21
		y: 0	y: 0	y: 1	y: 0	y: 0	y: 1	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
-12		i:18	i:20	i:20	i:20	i:21	i:21	i:21
		y: 1	y: 0	y: 1	y: 1	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 1	u: 1	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 1	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
-18		i:18	i:19	i:20	i:20	i:21	i:21	i:21
		y: 0	y: 0	y: 1	y: 1	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 3	u: 2	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
	-18	-12	-6	0	+6	+12	+18	

		i:14 y:7 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:11 y:10 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:9 y:12 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:5 y:16 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:3 y:18 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:4 y:17 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:2 y:19 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	
	+18								
		i:6 y:15 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:4 y:17 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:4 y:17 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:3 y:18 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:1 y:20 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:1 y:20 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:4 y:17 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	
	+12								
		i:3 y:18 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:3 y:18 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:2 y:19 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	
	+6								
		i:1 y:20 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:2 y:19 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:3 y:18 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	
A3[dB]	0								
		i:0 y:20 e:0 a:0 o:0 u:1 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:1 y:20 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:1 y:19 e:0 a:0 o:0 u:0 x:1	i:1 y:20 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	
	-6								
		i:0 y:19 e:0 a:0 o:0 u:2 x:0	i:0 y:19 e:0 a:0 o:0 u:2 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:1 y:20 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:0 y:21 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:2 y:19 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	
	-12								
		i:0 y:17 e:0 a:0 o:0 u:4 x:0	i:0 y:18 e:0 a:0 o:0 u:3 x:0	i:1 y:18 e:0 a:0 o:0 u:2 x:0	i:1 y:20 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:2 y:19 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:1 y:20 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	i:3 y:18 e:0 a:0 o:0 u:0 x:0	
	-18								
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18	

A3[dB]

Tablica 5.3

wzorzec: e

- 30 -

		i: 1	i: 2	i: 1	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 1	y: 1	y: 1	y: 2	y: 0	y: 0	y: 1
		e:18	e:17	e:19	e:19	e:21	e:21	e:20
+18		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 1	x: 1	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 1	y: 0	y: 1	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e:17	e:21	e:20	e:21	e:20	e:21	e:21
+12		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 1	a: 0	a: 0
		o: 3	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e:18	e:21	e:21	e:21	e:21	e:21	e:21
+6		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 2	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 1	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e:11	e:20	e:20	e:21	e:21	e:21	e:21
A3 [dB]	0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 8	o: 1	o: 1	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 2	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 6	e:15	e:20	e:21	e:21	e:21	e:21
-6		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o:15	o: 6	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 1	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 6	e:12	e:18	e:21	e:21	e:20	e:20
-12		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o:15	o: 9	o: 2	o: 0	o: 0	o: 0	o: 1
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 1	x: 0	x: 0	x: 1	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 5	e: 8	e:15	e:19	e:21	e:21	e:20
-18		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o:15	o:12	o: 5	o: 2	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 1	x: 1	x: 1	x: 0	x: 0	x: 0	x: 1
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18

A3 [dB]

Tabela 5.4

wzorzec: a

- 31 -

		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e:12	e:12	e: 8	e: 6	e: 1	e: 0
+18		a: 7	a: 8	a:12	a:15	a:20	a:21
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 2	x: 1	x: 1	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 8	e: 7	e: 6	e: 2	e: 0	e: 0
+12		a:12	a:14	a:15	a:19	a:21	a:20
		o: 1	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 1	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 8	e: 6	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
+6		a:12	a:15	a:21	a:21	a:21	a:21
		o: 1	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 1	e: 0	e: 0	e: 0
A3[dB]	0	a:19	a:20	a:20	a:21	a:21	a:21
		o: 2	o: 1	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
-6		a:17	a:20	a:21	a:21	a:20	a:21
		o: 4	o: 1	o: 0	o: 0	o: 1	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
-12		a:19	a:21	a:21	a:21	a:21	a:21
		o: 2	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
-18		a:19	a:20	a:21	a:21	a:21	a:21
		o: 2	o: 1	o: 0	o: 0	o: 0	o: 0
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		-18	-12	-6	0	+6	+12
							+18

Tablica 5.5

wzorzec: o

		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e:13	e: 8	e: 6	e: 5	e: 0	e: 1	e: 1	e: 1	e: 1	e: 1
+18		a: 1	a: 1	a: 3	a: 9	a:16	a:19	a:13	a:13	a:13	a:13
		o: 5	o:10	o:12	o: 6	o: 5	o: 0	o: 7	o: 7	o: 7	o: 7
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 2	x: 2	x: 0	x: 1	x: 0	x: 1	x: 0	x: 1	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 6	e: 7	e: 4	e: 1	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
+12		a: 0	a: 0	a: 0	a: 9	a:17	a:20	a:12	a:12	a:12	a:12
		o:14	o:13	o:17	o:11	o: 4	o: 1	o: 8	o: 8	o: 8	o: 8
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 1	x: 1	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 1	x: 0	x: 0	x: 1
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 3	e: 2	e: 1	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
+6		a: 0	a: 0	a: 2	a:10	a:17	a:20	a:14	a:14	a:14	a:14
		o:18	o:19	o:18	o:11	o: 4	o: 1	o: 5	o: 5	o: 5	o: 5
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 2	x: 0	x: 0	x: 2
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 2	e: 1	e: 0	e: 0	e: 1	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
A3[dB]	0	a: 0	a: 1	a: 2	a:11	a:18	a:19	a:11	a:11	a:11	a:11
		o:21	o:18	o:17	o:10	o: 3	o: 1	o:10	o:10	o:10	o:10
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 1	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 1	e: 1	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
-6		a: 0	a: 1	a: 1	a:14	a:13	a:18	a:15	a:15	a:15	a:15
		o:20	o:19	o:20	o: 6	o: 8	o: 3	o: 6	o: 6	o: 6	o: 6
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 1	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 1	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
-12		a: 0	a: 0	a: 3	a:10	a:15	a:19	a:12	a:12	a:12	a:12
		o:20	o:20	o:18	o:11	o: 6	o: 2	o: 9	o: 9	o: 9	o: 9
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 1	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 1	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
-18		a: 0	a: 0	a: 2	a: 5	a:15	a:16	a:11	a:11	a:11	a:11
		o:21	o:20	o:19	o:16	o: 6	o: 5	o:10	o:10	o:10	o:10
		u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+18	+18	+18	+18



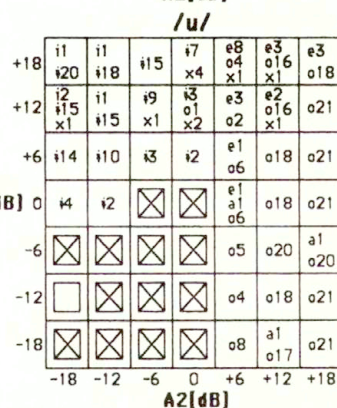
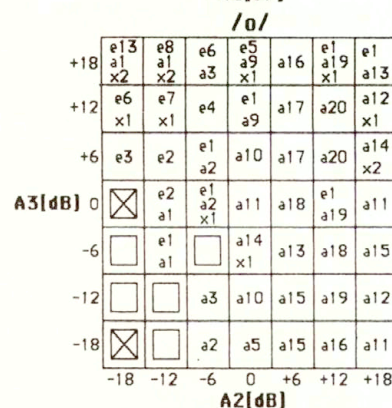
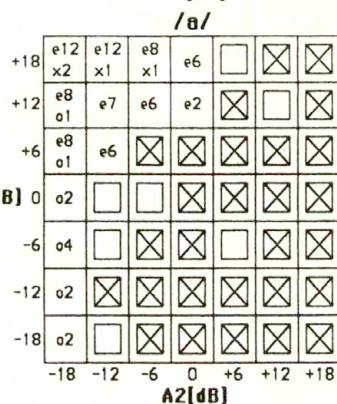
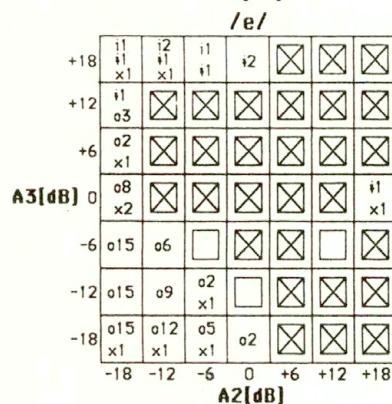
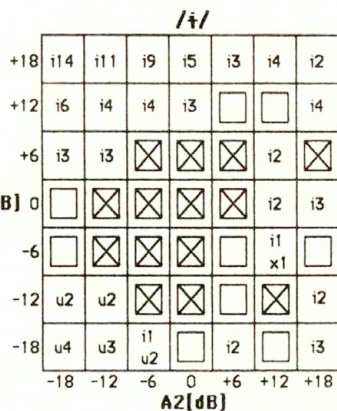
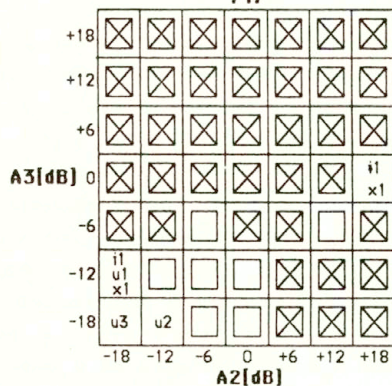
Tablica 5.6

wzorzec: u

		i: 1	i: 1	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y:20	y:18	y:15	y: 7	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 1	e: 8	e: 3	e: 3	e: 3	e: 3	e: 3
+18		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 4	o:16	o:16	o:16	o:16	o:18
		u: 0	u: 2	u: 6	u: 9	u: 8	u: 1	u: 1	u: 1	u: 1	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 4	x: 1	x: 1	x: 1	x: 1	x: 1	x: 0
		i: 2	i: 1	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y:15	y:15	y: 9	y: 3	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 3	e: 2	e: 2	e: 2	e: 2	e: 0
+12		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 1	o: 2	o:16	o:16	o:16	o:16	o:21
		u: 3	u: 5	u:11	u:15	u:16	u: 2	u: 2	u: 2	u: 2	u: 0
		x: 1	x: 0	x: 1	x: 2	x: 0	x: 1	x: 1	x: 1	x: 1	x: 0
		i: 1	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y:14	y:10	y: 3	y: 2	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 1	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
+6		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 6	o:18	o:18	o:18	o:18	o:21
		u: 6	u:11	u:18	u:19	u:14	u: 3	u: 3	u: 3	u: 3	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
	A3 [dB]	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
	0	y: 4	y: 2	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 1	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 1	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 6	o:18	o:18	o:18	o:18	o:21
		u:17	u:19	u:21	u:21	u:13	u: 3	u: 3	u: 3	u: 3	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
-6		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 1
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 5	o:20	o:20	o:20	o:20	o:20
		u:21	u:21	u:21	u:21	u:16	u: 1	u: 1	u: 1	u: 1	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 1	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
-12		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 4	o:18	o:18	o:18	o:18	o:21
		u:20	u:21	u:21	u:21	u:17	u: 3	u: 3	u: 3	u: 3	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0	i: 0
		y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0	y: 0
		e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0	e: 0
-18		a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 1	a: 1	a: 1	a: 1	a: 0
		o: 0	o: 0	o: 0	o: 0	o: 8	o:17	o:17	o:17	o:17	o:21
		u:21	u:21	u:21	u:21	u:13	u: 3	u: 3	u: 3	u: 3	u: 0
		x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0	x: 0
		-18	-12	-6	0	+6	+12	+12	+12	+12	+18
		A2 [dB]									

oceniany dźwięk jeden raz odebrany był jako /e/, dwa razy jako /a/, jeden raz był niepodobny do żadnej samogłoski a w pozostałych siedemnastu przypadkach był zidentyfikowany jako /o/.

Czterej słuchacze nie zasygnalizowali żadnej zmiany przynależności głoskowej dźwięków utworzonych z prototypu samogłoski /i/ poprzez odchylenie w obu kierunkach poziomu drugiego i trzeciego formantu. Jeden słuchacz z pozostałej trójki nie potrafił zakwalifikować jednego bodźca, w którym poziom drugiego formantu w stosunku do prototypu był o 18 dB wyższy. Inny słuchacz w dwóch przypadkach odebrał samogłoskę /i/, gdy w prototypie /i/ podwyższono poziom drugiego formantu raz przy niezmiennym a raz przy obniżonym o 6 dB poziomie 3-go formantu. Tylko jeden słuchacz usłyszał dźwięki /i/ oraz /u/, gdy w prototypie /i/ obniżono poziom drugiego i trzeciego formantu. Zamieszczone tablice 4.1 do 4.42 informują szczegółowo jakie samogłoski odbierali poszczególni słuchacze, gdy podawano im dźwięki różniące się od pozostałych prototypów poziomem drugiego i trzeciego formantu. Wyniki zawarte w tych tablicach wskazują, że poszczególni słuchacze wykazali niejednakową wrażliwość na zmiany poziomu drugiego i trzeciego formantu w syntetycznych dźwiękach samogłoskowych. Zakres tych zmian poziomu formantów, które nie wywołują w ocenie słuchaczy zmiany przynależności głoskowej, okazał się różny u poszczególnych słuchaczy. Stwierdzono mimo to, że jest on dla każdego głosu najszerszy w przypadku syntetycznej samogłoski /i/, ogranicza się już nieco w przypadku samogłosek /i/, /e/, /a/ a staje się wyraźnie węższy w przypadku samogłosek /o/ i /u/. Ten ostatni wynik wskazuje, że w samogłoskach /o/ oraz /u/ poziom drugiego i trzeciego formantu odgrywa ważną rolę. Zdumiewający wynik uzyskano przy zastosowaniu dźwięku uznanego poprzednio przez większość słuchaczy jako najlepszy kandydat na prototyp samogłoski /o/. Dźwięk ten, testowany obecnie losowo w ciągu innych dźwięków, odebrany został jako /a/ konsekwentnie aż przez trzech słuchaczy, natomiast przez jednego w dwóch przypadkach na trzy. Fakt ten wskazuje na subiektywną płynność granicy pomiędzy /a/ i /o/. Tablice 5.1 do 5.6 wskazują, w



Rys.3. Wyniki z tablicy 5 w formie pół-graficznej.

Jakim stopniu i w jakim kierunku zmienia się percepcyjna klasyfikacja dźwięków różniących się od prototypów samogłosek poziomem drugiego i trzeciego formantu. I tak np. prototyp /u/, po obniżeniu w nim poziomu drugiego formantu był odebrany jako /i/, gdy podwyższono równocześnie poziom trzeciego formantu, a gdy podwyższono poziom drugiego formantu był przeważnie odbierany jako /o/ bez względu na poziom trzeciego formantu. Podobnego rodzaju związki między wynikiem identyfikacji percepcyjnej dźwięku syntetycznego pochodzącego z jednego z sześciu prototypów samogłosek a różnicą jaka istnieje pod względem drugiego i trzeciego formantu między testowanym dźwiękiem a prototypem zachodzą także wtedy, gdy źródłem do utworzenia testowanego bodźca są prototypy innych samogłosek. Związki te są jednak najrozleglejsze w przypadku prototypów samogłosek /u/ i /o/. Uzyskane wyniki wskazują, że częstotliwości formantów nie wystarczają do zaklasyfikowania rozpoznawanego segmentu samogłoskowego. Przy tych samych częstotliwościach formantowych dwa dźwięki samogłoskowe mogą należeć do różnych klas, zależnie od poziomów ich drugiego i trzeciego formantu względem poziomu formantu pierwszego. Zawarte w pracy informacje pozwolą rozszerzyć zbiór cech dźwięków samogłoskowych przydatnych w automatycznym rozpoznawaniu. Dotychczas wykorzystywano głównie parametry częstotliwościowe i nie brano dostatecznie pod uwagę cech wyrażonych w poziomie formantów.

### Bibliografia

- Chistovich L.A. i in., Centers of gravity and spectral peaks as the determinants of vowel quality, "Frontiers of Speech Communication Research" (ed. Lindblom B., Ohman S.), Academic Press, 145-157, 1978.
- Fant G., "Acoustic Theory of Speech Production", Mouton, The Hague, 1960.
- Fant G. i in., Two formant models, pitch and vowel perception, "Auditory Analysis and Perception of Speech" (ed. Fant G., Tatham M.A.A.), Academic Press, 1975.
- Houtgast T., Auditory analysis of vowel-like sounds, *Acustica* 4, 320-324, 1974.
- Klatt D., Representation of the first formant in speech recognition and in models of the auditory periphery, Proc. of the Montreal Symp. on Speech Recognition, 1986.
- Kudela-Dobrogowska K., Further studies of the optimal formant frequency values of Polish vowels, "Speech Analysis and Synthesis", 3, (ed. W.Jassem), 265-285, 1973.
- Lebedev V.G., Zagoruiko N.G., Auditory perception and speech recognition, *Speech Communication*, 4, 97-103, 1985.