

วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร :
การวิเคราะห์ทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้



นางสาว กุสุมา นะสานี

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาภาษาศาสตร์


คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1433-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE TONES OF THAI IN TRACHEOESOPHAGEAL SPEECH :
ACOUSTIC ANALYSIS AND PERCEPTION



Miss Kusuma Nasanee

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Arts in Linguistics

Department of Linguistics

Faculty of Arts

Chulalongkorn University

Academic year 2002

ISBN 974-17-1433-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร :
การวิเคราะห์ทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้
โดย นางสาว กุสุมา นະสานี
สาขาวิชา ภาษาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.กัลยา ติงศภัทีย์

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะอักษรศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.กัลยา ติงศภัทีย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ลักษณะียนาวิน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.กัลยา ติงศภัทีย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วีระพันธ์ เหลืองทองคำ)

กุสุมา นະธานี : วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร : การวิเคราะห์ทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้ (THE TONES OF THAI IN TRACHEOESOPHAGEAL SPEECH : ACOUSTIC ANALYSIS AND PERCEPTION) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ม.ร.ว. กัลยา ดิงศภัทย์, 151 หน้า ISBN 974-17-1433-5

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและนำมาเปรียบเทียบกับของผู้พูดปกติ พร้อมทั้งทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารโดยคนปกติ ลักษณะทางกลศาสตร์ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ค่าความถี่มูลฐาน ค่าความเข้ม และค่าระยะเวลา ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติกลุ่มละ 3 คน รายการคำที่ใช้เป็นคำพยางค์เดียวจำนวน 80 คำ ใช้โปรแกรม Praat v.3.9.10 และ Microsoft Excel 2000 ในการวิเคราะห์และประมวลผล และใช้โปรแกรม SPSS for Windows v.10 ในการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญของความต่างที่ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์แบ่งผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารที่เป็นผู้บอภาษาในงานวิจัยนี้ออกเป็น 2 กลุ่ม ผู้พูดกลุ่มที่ 1 มีลักษณะทางกลศาสตร์แตกต่างจากผู้พูดปกติอย่างชัดเจน กล่าวคือ มีค่าความถี่มูลฐานต่ำและพิสัยแคบ การทดสอบความแตกต่างทางสถิติแสดงว่า วรรณยุกต์ตรีแตกต่างจากวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์โทอย่างมีนัยสำคัญ กรณีค่าความเข้มของวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงนั้น มีการเพิ่มลดค่าใกล้เคียงกันมาก การทดสอบความแตกต่างทางสถิติยืนยันว่าวรรณยุกต์ของผู้พูดกลุ่มที่ 1 มีค่าความเข้มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าระยเวลานั้นมีเพียงวรรณยุกต์โทที่มีค่าแตกต่างจากวรรณยุกต์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ

ในกรณีของผู้พูดกลุ่มที่ 2 ค่าความถี่มูลฐาน ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์แตกต่างกันมากกว่าของผู้พูดกลุ่มที่ 1 และคล้ายคลึงกับของผู้พูดปกติ อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โท วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าความเข้มนั้น พบว่า วรรณยุกต์จัตวาแตกต่างจากวรรณยุกต์อื่น และวรรณยุกต์โทแตกต่างจากวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์ตรีอย่างมีนัยสำคัญ และค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โทแตกต่างจากวรรณยุกต์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ

การทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารใช้ผู้ฟังจำนวน 30 คน และใช้แบบทดสอบการรับรู้ 2 ลักษณะ คือ แบบ 2 ตัวเลือก และแบบ 5 ตัวเลือก ผลการวิจัยพบว่า ในกรณีของผู้พูดกลุ่มที่ 1 เมื่อใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก ผู้ฟังรับรู้ได้ค่อนข้างดี มีคะแนนการรับรู้ถูกต้องร้อยละ 72.29 และพบว่าผู้ฟังไม่สามารถจำแนกวรรณยุกต์จัตวาจากวรรณยุกต์อื่นๆ ทั้งวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับและวรรณยุกต์คงระดับ และไม่สามารถจำแนกวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก เมื่อทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก พบว่า ผู้ฟังมีคะแนนการรับรู้ถูกต้องเพียงร้อยละ 37.39 ปัญหาที่พบเหมือนกับกรณีการทดสอบแบบ 2 ตัวเลือก ในกรณีของผู้พูดกลุ่มที่ 2 เมื่อทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ถูกต้องมากถึงร้อยละ 93.38 โดยสามารถรับรู้วรรณยุกต์แยกจากกันได้ทุกหน่วยเสียง เมื่อใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก พบว่าสามารถรับรู้ได้ถูกต้องร้อยละ 74.11 วรรณยุกต์ที่ผู้ฟังสับสน คือ วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โท วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์จัตวา กับวรรณยุกต์ตรี จากผลการวิจัยเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์และผลการทดสอบการรับรู้สอดคล้องกัน

ภาควิชา	ภาษาไทย	ลายมือชื่อ.....	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา	ภาษาไทย	ลายมือชื่อ.....	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา ...2545.....		ลายมือชื่อ.....	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4280107022: MAJOR LINGUISTICS

KEYWORD: TONE/ TRACHEOESOPHAGEAL SPEECH

KUSUMA NASANEE : THE TONES OF THAI IN TRACHEOESOPHAGEAL SPEECH :
ACOUSTIC ANALYSIS AND PERCEPTION. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. M.R.
KALAYA TINGSABADH, Ph.D. 151 pp. ISBN 974-17-1433-5

The objective of this research is to investigate the acoustic characteristics of tones in Thai produced by tracheoesophageal speakers, compared with those of normal speakers and also to test their perceptual efficacy. The acoustic characteristics studied in this research are fundamental frequency, intensity and duration. The data was collected from three tracheoesophageal speakers and three normal speakers. The utterances are 80 citation forms of words, which were analyzed and processed by computer using the Praat v.3.9.10. and Microsoft Excel 2000 programs. ANOVA operating with a significance level of 0.05 was done by SPSS for Windows v.10

The results of the acoustic analysis divide tracheoesophageal speakers into two groups. In the first group, the acoustic characteristics of the five tones are clearly different from those of normal speakers. The fundamental frequency shapes are low and have a narrow range. The statistical test shows that the high tone is significantly different from the mid, low and falling tones. The intensity shapes are similar among the five tones. As for duration, the falling tone is shorter than the others. The statistical test supports these results. The intensity and the duration produced by the first group show no significant difference among the five tones, except for the duration of the falling tone.

In the case of the second group, the shape of the fundamental frequency, intensity and the durations of the five tones are more different than those of the first group and similar to those of normal speakers. However, the statistical test shows that the fundamental frequency shapes of the mid and low tones, mid and falling tones, high and rising tones are not significantly different. As for intensity, only the rising tone shows a significant difference from the others. As for duration, only the falling tone is significantly shorter than the other tones.

In the perception tests, 30 listeners identified the tones of tracheoesophageal speakers by using two types of test, two-way choices and five way choices. In the two-way test of the first group, the listeners were able to correctly identify the tones 72.29% of the time. They were not able to discriminate the rising tone from both static and dynamic tones. In addition they confused the mid and low tones. In the five-way test, the listeners correctly identified the tones 37.39% of the time, and tone confusions were similar to those of the two-way test. In the case of second group's two-way test, the listeners had nearly perfect score of 93.38%. They could identify all five tones. In the five-way test, the listeners achieved 74.11%. The tone which were confused were the mid and falling, mid and low, rising and high. The findings of this research show agreement between acoustic characteristics and perception.

Department/Program.....Linguistics..... Student's signature.....

Field of study.....Linguistics..... Advisor's signature.....

Acedemic year2002..... Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.กัลยา ติงศภัทย์ ที่กรุณาใช้เวลาในการให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขเนื้อหาและสำนวนภาษาด้วยความเอาใจใส่ และเป็นกำลังใจที่ดียิ่งตลอดมาจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ และ ผศ.ดร.สุดาพร ลักษณะียนาวิน ที่กรุณาตรวจแก้ไขและเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณอาจารย์ Arthur S. Abramson ที่กรุณาเสนอความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์อย่างมากต่องานวิจัยนี้

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ซึ่งเป็นทุนภายใต้โครงการมหัศจรรย์ สกว. ชุดโครงการ "การพูดของคนไร้กล่องเสียง" ซึ่งมี รศ.ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ เป็นผู้ประสานงานชุดโครงการ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ณัฐกร ทับทอง อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการบันทึกเสียง ตลอดจนให้คำแนะนำและเสนอแนะแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีปัญหาในงานวิจัยนี้ และคุณ สุบิน ยุระรัช ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้คงไม่สำเร็จลุล่วงด้วยดี หากไม่ได้รับความร่วมมือจาก ภาควิชาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้บอกภาษา อาจารย์และนักเรียน โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในส่วนของ การทดสอบการรับรู้พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ขอขอบพระคุณผู้บอกภาษาทุกท่านที่ได้สละเวลาสำหรับงานวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนพ้องชาวภาษาศาสตร์ และเพื่อนร่วมโครงการมหัศจรรย์ สกว. ทุกท่านที่เป็นกำลังใจตลอดมา และคุณ นรินทร์ สมบัตินันท์ ที่รับฟังปัญหาด้วยความเข้าใจและทำให้ชีวิตการทำวิทยานิพนธ์ไม่โดดเดี่ยว

ผู้วิจัยขอระลึกถึงความรักของคุณพ่อ-คุณแม่ ผู้ให้ความสำคัญกับการศึกษา คอยสนับสนุนและอยู่เบื้องหลังความสำเร็จของลูกเสมอมา และน้องสาว ผู้ทำให้ชีวิตของผู้วิจัยมีสีสันและรอยยิ้ม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ

บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย.....	4
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผู้ไร้กล่องเสียง.....	5
2.2 วรรณยุกต์ภาษาไทย.....	10
2.2.1 วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ: การวิเคราะห์ ทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้.....	10
2.2.2 วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร: การวิเคราะห์ทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้.....	13
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	17
3.1 การสร้างเครื่องมือ.....	17
3.2 การคัดเลือกผู้บอกภาษาและกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบการรับรู้.....	22
3.3 การเก็บข้อมูล.....	22
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	23
3.5 วิธีการทางสถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....	27

สารบัญ(ต่อ)

๗

บทที่

หน้า

4. ลักษณะทางกลศาสตร์ของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติและผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.	29
4.1 ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทย.....	30
4.1.1 ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ..	30
4.1.2 ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	33
4.2 ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทย.....	42
4.2.1 ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ.....	42
4.2.2 ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	45
4.2.3 เปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่1-2 และผู้พูดปกติ.....	50
4.3 ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทย.....	54
4.3.1 ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ.....	54
4.3.2 ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	56
5. การทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.	61
5.1 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก.....	62
5.1.1 การจำแนกวรรณยุกต์คงระดับ-วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ.....	62
5.1.2 การจำแนกวรรณยุกต์คงระดับ 3 หน่วยเสียง.....	66
5.1.3 การจำแนกวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ 2 หน่วยเสียง.....	69
5.2 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์โดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก.....	73
6 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	79
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	79
6.1.1 ลักษณะทางกลศาสตร์.....	79
6.1.2 การทดสอบการรับรู้.....	82
6.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	84

สารบัญ(ต่อ)

ณ

บทที่	หน้า
6.3 ข้อเสนอแนะ.....	91
รายการอ้างอิง.....	92
ภาคผนวก.....	94
ภาคผนวก ก กลไกการพูดของผู้พูดปกติ.....	95.
ภาคผนวก ข ตารางแสดงค่าทางกลศาสตร์ของวรรณยุกต์.....	98
ภาคผนวก ค กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มของแต่ละวรรณยุกต์ เปรียบเทียบผู้พูด 3 กลุ่ม.....	138
ภาคผนวก ง แบบทดสอบการรับรู้.....	140
ภาคผนวก จ ผลการทดสอบการรับรู้.....	144
ภาคผนวก ฉ โครงการมหำบัณฑิต สกว.ชุดโครงการ “การพูดของคนไร้กล่องเสียง”..	149
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	151

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
2.1 การรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้เครื่องช่วยพูด.....	15
2.2 การรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดอาหารพิเศษ.....	15
2.3 การรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดอาหารพิเศษชาย.....	16
4.1 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความถี่มูลฐานที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ ที่วัดทุก 10%.....	32
4.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	34
4.3 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความถี่มูลฐานที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 ที่วัดทุก 10%.....	37
4.4 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความถี่มูลฐานที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 ที่วัดทุก 10%.....	40
4.5 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติที่วัดทุก 10%...	43
4.6 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารที่วัดทุก 10%.....	46
4.7 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 ที่วัดทุก 10%.....	49
4.8 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 ที่วัดทุก 10%.....	49
4.9 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มเปรียบเทียบ ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2.....	51
4.10 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มของวรรณยุกต์เปรียบเทียบ ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 และผู้พูดปกติ.....	52
4.11 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มของวรรณยุกต์เปรียบเทียบ ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 และผู้พูดปกติ.....	53
4.12 ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ.....	54
4.13 คำนัยสำคัญของความต่างของค่าระยะเวลาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ.....	55
4.14 ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.15	ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าระยะเวลาที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 58
5.1	ผลการรับรู้วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์โท และวรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์จัตวา ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 62
5.2	ผลการรับรู้วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์โท และวรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์จัตวา ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 63
5.3	ผลการรับรู้วรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์โท และวรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์จัตวา ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 64
5.4	ผลการรับรู้วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์โท และวรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์จัตวา ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 65
5.5	ผลการรับรู้วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์โท และวรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์จัตวา ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 65
5.6	ผลการรับรู้วรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์โท และวรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์จัตวา ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 66
5.7	ผลการรับรู้วรรณยุกต์คงระดับที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร กลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 67
5.8	ผลการรับรู้วรรณยุกต์คงระดับที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร กลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 68
5.9	ผลการรับรู้วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร กลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 69
5.10	ผลการรับรู้วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร กลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก..... 70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.11 สรุปผลการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก.....	71
5.12 สรุปผลการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก.....	72
5.13 ผลการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก.....	73
5.14 ผลการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก.....	76
6.1 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติ.....	81
6.2 สรุปผลการทดสอบการรับรู้.....	83
6.3 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ประกอบกับผลการรับรู้ ของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1.....	84
6.4 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ประกอบกับผลการรับรู้ ของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2.....	84

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ

2.1	ทางเดินกระแสดลมก่อนและหลังผ่าตัดกล่องเสียง.....	6
2.2	การพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	9
2.3	ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ.....	10
2.4 ก.	ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดอาหาร.....	14
2.4 ข.	ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้เครื่องช่วยพูด.....	14
3.1	ภาพการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐาน.....	24
3.2	ภาพแสดงการทำเครื่องหมายที่ยอดลูกคลื่นเพื่อวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐาน ของผู้ที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	25
3.3	คลื่นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารที่ไม่สามารถวิเคราะห์ ค่าความถี่มูลฐานได้.....	25
3.4	คลื่นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารที่สามารถวิเคราะห์ ค่าความถี่มูลฐานได้.....	26
4.1	กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ.....	30
4.2	กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	33
4.3	กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารรายบุคคล.....	35
4.4	กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2.....	36
4.5	กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1	37
4.6	กราฟเปรียบเทียบค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 และผู้พูดปกติ.....	38
4.7	กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2	39
4.8	กราฟเปรียบเทียบค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 และผู้พูดปกติ.....	41
4.9	กราฟแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ.....	42

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ

4.10	กราฟแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	45
4.11	กราฟแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1	46
4.12	กราฟแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2.....	47
4.13	กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2.....	50
4.14	กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 และผู้พูดปกติ.....	52
4.15	กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 และผู้พูดปกติ.....	53
4.16	กราฟแสดงค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ.....	55
4.17	กราฟแสดงค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.	57
4.18	กราฟเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติ.....	59

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ภาษาไทยเป็นภาษาวรรณยุกต์ นั่นคือ ระดับเสียงสูงต่ำ (pitch) ทำให้เกิดความแตกต่างทางความหมายของคำ ระดับเสียงสูงต่ำขึ้นอยู่กับอัตราการทำงานของเส้นเสียงซึ่งเป็นอวัยวะภายในกล่องเสียง หากเส้นเสียงสั่นมากรอบใน 1 วินาที ระดับเสียงจะสูง แต่ถ้าเส้นเสียงสั่นน้อยรอบใน 1 วินาที ระดับเสียงก็จะต่ำ นักวิทยาศาสตร์วิเคราะห์อัตราการสั่นของเส้นเสียงด้วยวิธีการทางกลศาสตร์และเรียกค่าที่ได้ว่า ค่าความถี่มูลฐาน Abramson (1962) ศึกษาวรรณยุกต์ภาษาไทยของผู้พูดปกติโดยวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานและแบ่งวรรณยุกต์ในภาษาไทยออกเป็น 2 กลุ่มคือ วรรณยุกต์คงระดับ (Static Tones) หมายถึง วรรณยุกต์ที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดในระดับใกล้เคียงกัน มี 3 หน่วยเสียงคือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรี และวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ (Dynamic Tones) หมายถึง เสียงวรรณยุกต์ที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดต่างระดับกัน อย่างชัดเจนมี 2 หน่วยเสียงวรรณยุกต์ คือ วรรณยุกต์โทและจัตวา

ในผู้ป่วยที่เป็นโรคภัยแรงเกี่ยวกับกล่องเสียง เช่น มะเร็งกล่องเสียง และจำเป็นต้องตัดกล่องเสียงออก จะมีปัญหาทั้งในการหายใจและการพูด เพราะกล่องเสียงซึ่งเป็นอวัยวะที่เชื่อมหลอดลมกับช่องคอถูกตัดออกไป จึงจำเป็นต้องผ่าตัดตัดเจาะรูที่คอเพื่อให้ลมเข้าออกผ่านรูคอสูปอดโดยตรง การหายใจเปลี่ยนแปลงจากเดิมคือเปลี่ยนจากการหายใจเข้าออกทางจมูกเป็นการหายใจเข้าออกทางรูที่คอ ในการพูด ผู้ไร้กล่องเสียงจึงขาดอวัยวะสำคัญที่ใช้ในการเปล่งเสียง อย่างไรก็ตามหลังจากผ่าตัดแล้ว ผู้ป่วยจะได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการพูดด้วยวิธีการฝึกพูดแบบต่างๆ เช่น การพูดโดยใช้หลอดอาหาร การใช้เครื่องช่วยพูด การพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะทำให้ผู้ไร้กล่องเสียงสามารถสื่อสารได้พอสมควร งานวิจัยเกี่ยวกับการพูดของผู้ไร้กล่องเสียงในช่วงแรกมักศึกษาการพูดของผู้พูดที่ใช้หลอดอาหารและผู้ที่ใช้เครื่องช่วยพูดซึ่งเป็นวิธีที่มีมาแต่เดิม แต่งานวิจัยในระยะหลังเริ่มให้ความสนใจและศึกษาการพูดของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารมากขึ้น เช่น รจนา ทรรทรานนท์ (2538) ศึกษาจังหวะการพูดภาษาไทยของผู้ป่วยที่พูดโดยใช้หลอดอาหารเปรียบเทียบกับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร และพบว่าการพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีประสิทธิภาพสูงกว่าการพูดโดยวิธีอื่นที่มีก่อนหน้านี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพูดของผู้ไร้กล่องเสียงกลุ่มที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารเพิ่มเติมจากที่ได้มีผู้ศึกษาไว้

เนื่องจากกล่องเสียงและองค์ประกอบของกล่องเสียงมีหน้าที่สำคัญในการปรับระดับเสียงสูงต่ำในการพูดซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับวรรณยุกต์ จึงน่าสนใจว่าผู้ไร้กล่องเสียงที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพด้านการพูดแล้วจะสามารถออกเสียงวรรณยุกต์ได้ดีเพียงใด งานวิจัยที่ศึกษาการออกเสียงวรรณยุกต์ของผู้ไร้กล่องเสียง คือ Gandour et al.(1988) ได้ทำการศึกษาเรื่องวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดอาหาร และผู้พูดที่ใช้เครื่องมือช่วยพูดเปรียบเทียบกับผู้พูดปกติ และพบว่าค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้ไร้กล่องเสียงมีความถี่มูลฐานต่ำและมีพิสัยแคบกว่าของผู้พูดปกติ จากการทบทวนวรรณกรรมเรื่องวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้ไร้กล่องเสียงเห็นได้ว่ายังมีผู้ใดทำการศึกษากับผู้พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร จึงเกิดคำถามที่น่าสนใจว่าการพูดโดยวิธีหลอดลม-หลอดอาหารซึ่งใช้ปอดเป็นแหล่งกำเนิดลมในการพูดเช่นเดียวกับคนปกติจะสามารถออกเสียงวรรณยุกต์ภาษาไทยได้ใกล้เคียงคนปกติหรือไม่

การศึกษาเรื่องเสียงวรรณยุกต์ที่ผ่านมาทั้งในผู้พูดปกติและผู้ไร้กล่องเสียงพิจารณาค่าความถี่มูลฐานหรือจำนวนรอบของการสั่นของเส้นเสียงเป็นหลัก ยังไม่มีผู้ใดศึกษาเสียงวรรณยุกต์โดยวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานร่วมกับระยะเวลาและความเข้ม ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการศึกษาเสียงวรรณยุกต์นั้นเป็นไปได้ที่จะมีลักษณะร่วมหรือตัวแปรอื่นเช่น ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาที่มีบทบาทในการกำหนดให้เกิดเสียงสูงต่ำร่วมกับค่าความถี่มูลฐานซึ่งจำเป็นจะต้องนำมาวิเคราะห์พร้อมด้วย ดังที่ Slavin และ Ferrand (1995) ได้ทำการศึกษาภาษาของผู้ไร้กล่องเสียงโดยใช้มิติต่างๆทางกลศาสตร์ คือ ค่าระยะเวลา (duration) และความเข้ม (Intensity) มาเป็นตัวแปรในการวิเคราะห์

นอกจากจะวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆของวรรณยุกต์ในทางกลศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยเห็นว่าน่าจะทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารด้วย เนื่องจากลักษณะทางสรีรศาสตร์เป็นสิ่งที่สัมพันธ์กับโสตศาสตร์อย่างมาก เป็นเรื่องที่น่าสนใจมากกว่าคนปกติสามารถรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารได้ดีเพียงใด มีเสียงวรรณยุกต์ใดที่คนปกติสามารถรับรู้ได้ดี เสียงใดที่มีปัญหาและเราสามารถหาคำอธิบายได้หรือไม่อย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าความถี่มูลฐาน ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทยในคำพยางค์เดียวที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติ
2. ทดสอบการรับรู้เสียงวรรณยุกต์ภาษาไทยในคำพยางค์เดียวที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารโดยคนปกติ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียงไม่แตกต่างกันในการพูดของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร แต่แตกต่างกันในการพูดของคนปกติ
2. ค่าระยะเวลาและความเข้มของวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงแตกต่างกันในการพูดของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร แต่ไม่แตกต่างกันในการพูดของคนปกติ
3. ในการฟังเสียงวรรณยุกต์ที่พูดโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร คนปกติสามารถรับรู้วรรณยุกต์ระดับทุกหน่วยเสียงแยกจากวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับทุกหน่วยเสียง
4. ในการฟังวรรณยุกต์ระดับที่พูดโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร คนปกติไม่สามารถรับรู้วรรณยุกต์สามัญ เอก และตรีแยกจากกันได้
5. ในการฟังวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับที่พูดโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร คนปกติสามารถรับรู้วรรณยุกต์โทแยกจากวรรณยุกต์จัตวาได้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1. ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารในงานวิจัยนี้มีจำนวน 3 คน เป็นผู้พูดที่ได้รับการผ่าตัดและฝึกพูดจากโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ผู้พูดทุกคนพูดภาษาไทยเป็นภาษาแม่และสามารถพูดคุยสื่อสารในระดับประโยคได้เข้าใจและสามารถอ่านออกเขียนได้
2. คนปกติที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีจำนวน 3 คน ซึ่งมี อายุ การศึกษา อาชีพ ใกล้เคียงกับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร
3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบการรับรู้จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นคนปกติ พูดภาษาไทยเป็นภาษาแม่และไม่เคยได้ยิน หรือไม่คุ้นเคยกับการออกเสียงของผู้ไร้กล่องเสียงมาก่อน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1 เป็นแนวทางในการศึกษาวรรณยุกต์โดยใช้ตัวแปรอื่นนอกเหนือไปจากค่าความถี่มูลฐาน
- 2 เป็นความรู้เพื่อใช้ในการวางแผนและพัฒนาวิธีการฝึกพูดสำหรับผู้ไร้กล่องเสียง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย

ค่าความถี่มูลฐาน (fundamental frequency / f_0) หมายถึง ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสูงต่ำที่วัดจากการสั่นของเส้นเสียงซึ่งเป็นลักษณะทางสรีรศาสตร์ มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที (cycle per second / cps) หรือ เฮิรตซ์ (Hertz/ Hz)

ค่าความเข้ม (intensity) หมายถึง ลักษณะทางกลศาสตร์ซึ่งเป็นสัทลักษณะร่วมของวรรณยุกต์ ในเชิงโสตศาสตร์ผู้ฟังจะได้ยินเป็นความดัง-ค่อยของเสียง มีหน่วยเป็นเดซิเบล (Decibel: dB)

ค่าระยะเวลา (duration) หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการเปล่งเสียง ในเชิงโสตศาสตร์ผู้ฟังจะได้ยินเป็นความสั้น-ยาวของพยางค์ มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที (Millisecond / msec.) สำหรับการวัดค่าระยะเวลาในงานวิจัยนี้ครอบคลุมตั้งแต่พยัญชนะต้นจนถึงจุดสิ้นสุดพยางค์

รายการคำ หมายถึง คำที่ออกเสียงโดยผู้บอกภาษาเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางกลศาสตร์ในงานวิจัยนี้มีรายการคำสำหรับการบันทึกเสียงผู้บอกภาษาคนละ 80 คำ

คำทดสอบ หมายถึง คำที่ผู้วิจัยคัดเลือกมาบางส่วนจากรายการคำที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร ทั้ง 80 คำข้างต้นเพื่อนำไปจัดทำเป็นแบบทดสอบการรับรู้

ผู้พูด TE หมายถึง ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร ในงานวิจัยนี้พบว่าผู้พูด 3 คนมีผลการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงแบ่งผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 หมายถึง ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 1 และคนที่ 2

ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 หมายถึง ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 3

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เป็นที่ทราบกันดีว่า การเปล่งเสียงโดยปกตินั้นจะต้องอาศัยการทำงานประสานกันของอวัยวะต่างๆในร่างกายเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปล่งเสียงวรรณยุกต์ของผู้ที่ไม่มีกล่องเสียงหรือที่เรียกว่าผู้ไร้กล่องเสียง นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการรับรู้วรรณยุกต์โดยผู้ฟังซึ่งเป็นคนปกติด้วย ดังนั้นเพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับผู้ไร้กล่องเสียง ในบทนี้ ผู้วิจัยจึงได้กล่าวถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับประเภทและกลไกการพูดของผู้ไร้กล่องเสียงประเภทต่างๆ และงานที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้เสียงวรรณยุกต์ทั้งที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติและผู้ไร้กล่องเสียง เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการศึกษาต่อไป

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผู้ไร้กล่องเสียง

พยาธิสภาพร้ายแรงซึ่งเกิดขึ้นกับกล่องเสียงที่พบบ่อยคือ มะเร็งกล่องเสียง และจำเป็นต้องผ่าตัดกล่องเสียงออก การผ่าตัดนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดและระยะของโรค เมื่อพิจารณาลักษณะของการผ่าตัดเป็นเกณฑ์ เราสามารถแบ่งการผ่าตัดมะเร็งกล่องเสียงออกเป็น 2 แบบ คือ

ก. Partial laryngectomy

เป็นการผ่าตัดกล่องเสียงออกบางส่วน มักใช้กับผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งในระยะที่ไม่รุนแรง วิธีการผ่าตัดจะขึ้นอยู่กับพยาธิสภาพว่าเกิดขึ้นกับส่วนใดของกล่องเสียง การผ่าตัดออกบางส่วนนี้จะพยายามรักษาส่วนอื่นๆของกล่องเสียงที่ยังไม่มีการลุกลามของโรคไว้ให้คงเดิมมากที่สุด รจนา ทรรทรานนท์ (2538) กล่าวว่า วิธีการฝึกพูดหลังจากผ่าตัดกล่องเสียงออกบางส่วน คือ การพูดโดยใช้เส้นเสียงเทียม (Neoglottis) กล่าวคือ ในการผ่าตัด แพทย์จะใช้เนื้อเยื่อจากส่วนอื่นของผู้ป่วยเองในการทำเส้นเสียงเทียมทดแทนส่วนที่ถูกตัดไป

ข. Total laryngectomy

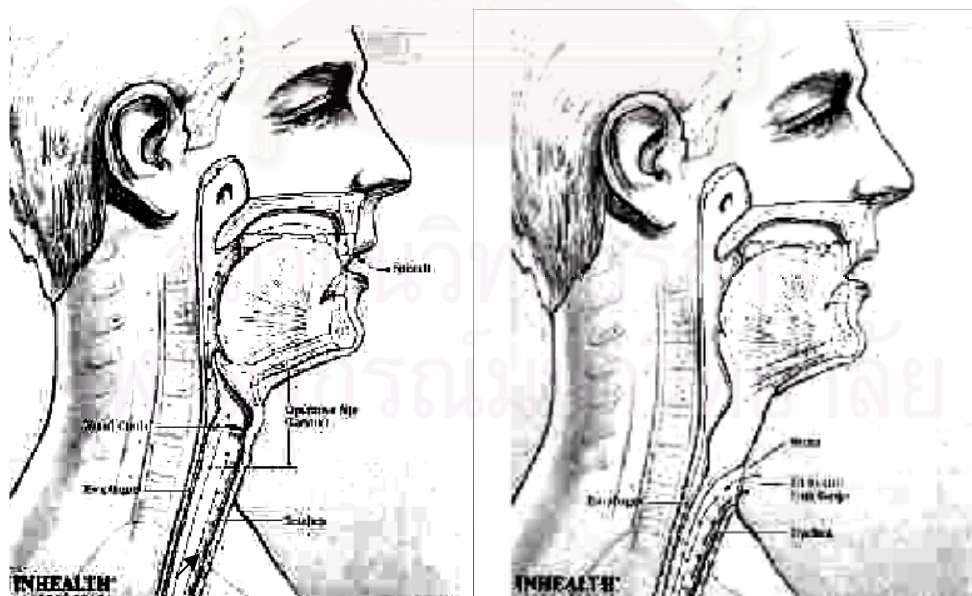
เป็นการผ่าตัดกล่องเสียงออกทั้งหมด ผู้ที่เป็นมะเร็งกล่องเสียงในระยะสุดท้ายหรือก่อนสุดท้ายมักได้รับการผ่าตัดแบบนี้ Randall (2001) กล่าวว่า วิธีการฝึกพูดหลังผ่าตัดกล่องเสียงออกทั้งหมดมีหลายวิธี ดังนี้

- ก. การพูดโดยใช้หลอดอาหาร (Esophageal speech)
- ข. การพูดโดยใช้เครื่องมือช่วยพูด (Artificial larynx)
- ค. การพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (Tracheoesophageal speech)

วิธีการพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารเป็นวิธีการพูดที่ผู้วิจัยเลือกศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

ไม่ว่าการผ่าตัดจะเป็นแบบ Partial laryngectomy หรือ Total laryngectomy ทางเดินลมหายใจของผู้ไร้กล่องเสียงจะเปลี่ยนไปจากปกติ เนื่องจากหลังจากผ่าตัดกล่องเสียงออกแล้วจะไม่มีอวัยวะซึ่งเป็นทางผ่านของอากาศจากปอดเข้าสู่ฐานกรรณในช่องปาก ดังนั้น การที่อากาศจะเข้าสู่ปอดและออกจากปอดได้ต้องมีการผ่าตัดเจาะรูที่คอเชื่อมต่อกับหลอดลม เรียกว่า Stoma ผู้ไร้กล่องเสียงจะหายใจโดยใช้รูที่คอนี้ผ่านหลอดลมและเข้าสู่ปอดโดยตรง (ดูภาพ 2.1 ประกอบ) ซึ่งจากการเปลี่ยนแปลงของทางเดินลมหายใจนี้ก็จะมีผลกับกลไกการพูดที่จะเปลี่ยนไปจากปกติด้วย

Abercrombie (1967) ได้กล่าวถึงเสียงพูดว่าเป็นการดัดแปลงลมหายใจโดยอวัยวะต่างๆ ที่ใช้ในการออกเสียงทำงานอย่างสัมพันธ์กัน ซึ่งในการเกิดเสียงพูดโดยปกติแล้วมีปอดเป็นแหล่งต้นกำเนิดพลังงานลมและเกิดการดัดแปลงลมที่กล่องเสียง ก่อนที่ลมนี้จะถูกแปรให้เป็นเสียงในภาษาโดยอวัยวะในช่องปาก (ดูรายละเอียดเรื่องกลไกการพูดของคนปกติในภาคผนวก ก) แต่สำหรับผู้ไร้กล่องเสียงแล้ว จะเห็นได้ว่าไม่มีอวัยวะสำหรับใช้เพื่อกระบวนการดัดแปลงลม (Phonation process) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้เส้นเสียงสั่นเกิดเสียงวรรณยุกต์ ดังนั้นผู้ไร้กล่องเสียงซึ่งมีหลายประเภทนั้น จะมีวิธีการทดแทนการทำงานของเส้นเสียงซึ่งเป็นอวัยวะภายในกล่องเสียงด้วยวิธีที่ต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยจะได้กล่าวถึงประเภทของผู้ไร้กล่องเสียงพร้อมกับอธิบายถึงกลไกการพูดของผู้ไร้กล่องเสียงที่ฝึกพูดด้วยวิธีการที่ต่างกันต่อไป



ก. ก่อนผ่าตัด

ข. หลังผ่าตัด

ภาพที่ 2.1 ทางเดินกระแสลมก่อนและหลังผ่าตัดกล่องเสียง (Randall 2001)

ผู้ไร้กล่องเสียงที่ได้รับการผ่าตัดกล่องเสียงออกทั้งหมดยังสามารถกลับมาพูดได้ด้วยการฝึกพูดแบบต่างๆ เราสามารถแบ่งประเภทการฝึกพูดได้ดังนี้

ประเภทที่ 1 การพูดโดยใช้หลอดอาหาร (Esophageal speech)

การพูดโดยใช้หลอดอาหาร (Esophageal speech) เป็นการพูดโดยใช้ลมจากปอด และอาศัยหลักเรื่องความแตกต่างของแรงดันอากาศ การพูดในลักษณะนี้ของผู้ไร้กล่องเสียงใช้วิธีบังคับลมในช่องปากให้เข้าสู่หลอดอาหารตอนบนแล้วควบคุมให้กล้ามเนื้อ cricopharyngeal หดตัวดันลมให้กลับออกมาทางช่องปาก ผังของหลอดอาหารจะมีการสั่นสะเทือน ซึ่ง Hjerpe (1966 อ้างถึงในนิลภา 2533) ได้ทำการศึกษาแหล่งกำเนิดเสียงใหม่ทดแทนกล่องเสียงที่ถูกตัดไปพบว่า ช่วงต่อระหว่างกล้ามเนื้อ Inferior Pharyngeal Constrictor กับหลอดอาหาร ซึ่งเป็นทางผ่านของอาหารส่วนต้นมีลักษณะเป็นช่องแคบที่เรียกว่า Pharyngo-esophageal segment หรือ P-E Segment ของผู้ที่พูดโดยใช้หลอดอาหาร มีการเคลื่อนไหวอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่พูดโดยใช้เครื่องช่วยพูดและคนปกติ กล่าวคือ ในขณะที่กล้ามเนื้อ P-E Segment จะเปิดเพื่อให้ลมเข้าสู่หลอดอาหารและขณะออกเสียงจะบีบรัดตัวเกิดการสั่นสะเทือน คือ ทำหน้าที่แทนเส้นเสียงที่อยู่ภายในกล่องเสียงที่ถูกตัดไป วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและไม่มีความยุ่งยากตามมาภายหลัง แต่มีข้อเสียคือ พูดได้ทีละน้อยพยางค์ นอกจากนี้มีผู้ป่วยเพียงประมาณครึ่งหนึ่งหรือน้อยกว่านั้นที่สามารถหัดพูดโดยวิธีนี้

ประเภทที่ 2 การพูดโดยใช้เครื่องช่วยพูด

การพูดโดยใช้เครื่องช่วยพูด สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

แบบที่ 1 เครื่องช่วยพูดแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic artificial larynx)

เครื่องช่วยพูดแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือกล่องเสียงไฟฟ้า มีลักษณะคล้ายกระบอกไฟฉาย ขนาดโตกว่าถ่านไฟฉายขนาดใหญ่เล็กน้อย เวลาใช้เครื่องช่วยพูดจะนำส่วนปลายของเครื่องซึ่งเป็นแผ่นแบนไปสัมผัสที่ลำคอตรงกับบริเวณโคนลิ้นโดยใช้แรงกดลงไปเล็กน้อย จากนั้นกดสวิทช์ให้เครื่องทำงาน ไฟฟ้าจะผ่านไปที่ส่วนปลายเครื่องซึ่งสัมผัสกับลำคอและเกิดการสั่นสะเทือนขึ้น เป็นการทดแทนการทำงานของเส้นเสียงนั่นเอง ในขณะนั้นผู้พูดต้องเคลื่อนไหวอวัยวะในช่องปากเพื่อให้เกิดเป็นเสียงพูด วิธีนี้มีข้อดีคือ ใช้ง่าย แต่อุปกรณ์มีราคาแพง และคุณภาพเสียงพูดเพี้ยนไปจากธรรมชาติมาก

แบบที่ 2 เครื่องช่วยพูดแบบใช้ลมจากปอด (Pneumatic artificial larynx)

เครื่องช่วยพูดชนิดนี้ต้องใช้ลมจากปอดทำให้เครื่องมีการสั่นสะเทือน ผู้พูดต้องอมปลายด้านหนึ่งของเครื่องไว้ในปากและครอบปลายอีกข้างหนึ่งไว้ที่รูที่คอ ตรงกลางของเครื่องจะมีลิ้นซึ่งทำด้วยแผ่นยางบางๆเปิดปิดได้ตามแรงดันลม ขณะที่ใช้เครื่องช่วยพูดชนิดนี้แรงดันลมจากปอด

จะทำให้ลิ้นของเครื่องช่วยพูดปิดเปิดและสั่นสะเทือนแทนเส้นเสียง จากนั้นลมจะผ่านจากลิ้นของเครื่องไปที่ปลายด้านที่อมไว้ เมื่อผู้พูดเคลื่อนไหวอวัยวะในช่องปาก ก็จะเกิดกระบวนการกล่อมเกลาเสียงและเกิดเป็นเสียงพูด

ในการศึกษาของรจนา ทรรทรานนท์ (2538) พบว่า ไม่ว่าผู้ไร้กล่องเสียงจะใช้เครื่องช่วยพูดชนิดใดก็ตาม เสียงจะไม่ชัดและฟังแปลกหูเพราะช่วงความถี่ของเสียงจะแคบ เสียงพูดจึงไม่มีเสียงสูงต่ำ ซึ่งแตกต่างจากเสียงพูดของคนปกติ

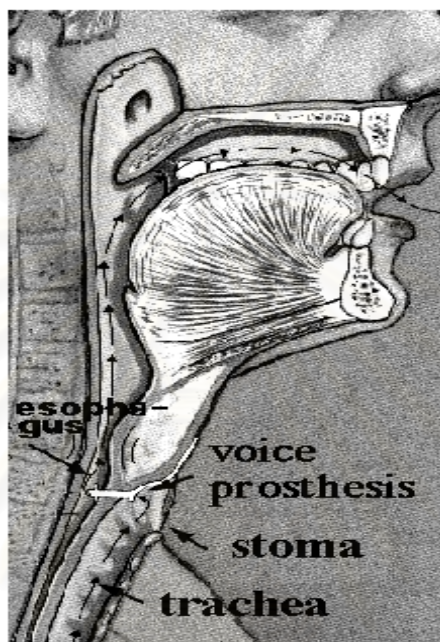
ประเภทที่ 3 การพูดโดยวิธีหลอดลม-หลอดอาหาร (Tracheoesophageal speech)

การพูดโดยวิธีหลอดลม-หลอดอาหารนี้ถือได้ว่าเป็นวิธีที่เกิดขึ้นภายหลังวิธีอื่น วิธีการนี้เป็นการผ่าตัดพิเศษเพื่อเชื่อมหลอดลมและหลอดอาหารเข้าด้วยกัน หรือที่เรียกว่า Tracheoesophageal puncture (TEP) Blom และ Singer เป็นผู้คิดค้นอุปกรณ์ที่จะทำให้จุดที่มีการผ่าตัดเชื่อมต่อหลอดลมและหลอดอาหาร (TEP) ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยอุปกรณ์นี้เรียกว่า voice prosthesis มีลักษณะคล้ายท่อ ทำมาจากซิลิโคน ความยาวประมาณ 1 นิ้ว มีลิ้นปิดเปิด แพทย์จะเป็นผู้ใส่อุปกรณ์นี้ที่จุด TEP ให้กับผู้ป่วย ในระยะหลัง voice prosthesis ได้รับการพัฒนาเรื่อยๆ เพื่อความสะดวกและประสิทธิภาพในการใช้งาน โดยที่ยังคงหลักการเดิมคือ ใช้เป็นทางผ่านของลมจากหลอดลมเข้าสู่หลอดอาหาร

กระบวนการทำงานของวิธีการพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร คือ เริ่มต้นด้วยผู้ไร้กล่องเสียงหายใจเข้าแล้วปิดรูที่คอ (stoma) เพื่อให้มีปริมาณลมจำนวนหนึ่งในปอด เมื่อหายใจออกลมจากปอดจำนวนหนึ่งจะผ่านหลอดลมเข้าสู่หลอดอาหารทางท่อ voice prosthesis ทำให้กล้ามเนื้อ cricopharyngeal หดตัวดันลมออกมา ส่งผลให้ส่วนที่เรียกว่า P-E Segment มีการสั่น ซึ่งเป็นการทดแทนการทำงานของเส้นเสียงในผู้พูดปกติที่ทำให้เกิดเสียงโห่หะและเสียงวรรณยุกต์ จากนั้นลมจะเดินทางผ่าน P-E Segment เข้าสู่ช่องปาก เมื่อผู้พูดเคลื่อนไหวอวัยวะในช่องปากก็จะเกิดเสียงพูด (Grolman,2001; Randall,2001) การพูดโดยวิธีหลอดลม-หลอดอาหารมีความเหมือนกับการพูดโดยหลอดอาหาร คือ อาศัยการทำงานของ P-E segment ในการสั่นแทนเส้นเสียงและมีความเหมือนกับผู้พูดปกติซึ่งถือเป็นข้อดีของวิธีการนี้ คือ แหล่งของลมที่ใช้ในการพูดเป็นแหล่งเดียวกัน นั่นคือ ลมจากปอด

จากงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีประสิทธิภาพกว่าการพูดโดยใช้หลอดอาหาร อาทิ Robbin et al. (1984) ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกลศาสตร์ของการพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร การพูดโดยใช้หลอดอาหารและการพูดของคนปกติ ดำเนินการศึกษาโดยวัดค่าความถี่มูลฐาน (fo) ค่าความเข้ม (Intensity) และค่าระยะเวลา (Duration) ของการออกเสียง /a/ ยาวต่อเนื่องและการอ่านบทความภาษาอังกฤษ ผลการศึกษา

พบว่าผู้ที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีอัตราการใช้แทนเส้นเสียงซึ่งวัดจากค่าความถี่มูลฐาน (fo) และค่าระยะเวลาใกล้เคียงคนปกติมากกว่าผู้ที่พูดโดยใช้หลอดอาหาร นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีค่าความเข้มหรือความดังของเสียงมากกว่าคนปกติเล็กน้อย การศึกษานี้จึงชี้ให้เห็นว่าการที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารซึ่งมีแหล่งพลังงานลมเดียวกันกับคนปกติมีประสิทธิภาพดีกว่าการพูดโดยใช้หลอดอาหาร



ภาพที่ 2.2 การพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (Randall 2001)

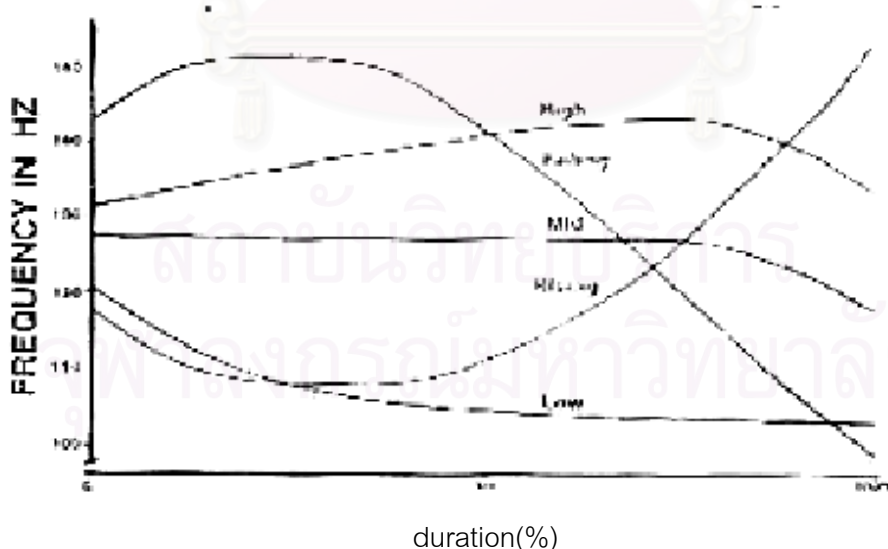
แม้งานวิจัยจะแสดงให้เห็นว่า การพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีประสิทธิภาพดีกว่าการพูดโดยใช้หลอดอาหาร แต่วิธีการนี้ก็ยังมีข้อเสีย ดังที่ Randall (2001) กล่าวไว้คือ

- ต้องมีการทำความสะอาด voice prosthesis เป็นประจำ การนำเครื่องมือนี้ออกจากรูที่คอและการใส่กลับเข้าไปให้ตรงตำแหน่งเดิมต้องอาศัยความชำนาญ จึงอาจจะไม่สะดวกสำหรับผู้เริ่มใช้
- การพูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร ผู้พูดต้องใช้นิ้วปิดรูที่คอเพื่อให้อากาศจากปอดผ่าน voice prosthesis เข้าสู่หลอดอาหาร ถ้าปิดรูที่คอไม่สนิท เวลาพูดจะได้ยินเสียงลมแทรกออกมา ทำให้คุณภาพเสียงไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นผู้พูดจึงต้องฝึกการใช้นิ้วปิดรูที่คอให้ชำนาญ เสียงที่ได้จึงจะมีคุณภาพดี นอกจากนี้หากเกิดการบาดเจ็บที่นิ้วก็จะทำให้การพูดลำบากขึ้นด้วย
- อาหารหรือเครื่องดื่มอาจรั่วไหลจากหลอดอาหารผ่านทางท่อ voice prosthesis เข้าสู่หลอดลมซึ่งเป็นอันตรายได้

2.2 วรรณยุกต์ภาษาไทย

2.2.1 วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ : การวิเคราะห์ทางกลศาสตร์ศาสตร์และการทดสอบการรับรู้

ภาษาไทยเป็นภาษามีวรรณยุกต์ นั่นคือ ระดับเสียงสูงต่ำ (pitch) ทำให้เกิดความแตกต่างทางความหมายของคำ หรือมีนัยสำคัญนั่นเอง เสียงวรรณยุกต์มี 5 ระดับเสียงด้วยกัน คือ สามัญ (Mid) เอก (Low) โท (Falling) ตรี (High) จัตวา (Rising) การทำงานของสรีระที่สัมพันธ์กับวรรณยุกต์ คือ อัตราการสั่นของเส้นเสียงต่อวินาที เมื่อพิจารณาในแง่กลศาสตร์ คือค่าความถี่มูลฐาน (fo) และเมื่อพิจารณาในแง่สัทศาสตร์ คือระดับเสียง (pitch) ดังนั้น การได้ยินเสียงวรรณยุกต์คือการได้ยินระดับเสียงสูงต่ำ (pitch) ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการทำงานของเส้นเสียงที่เป็นอวัยวะภายในกล่องเสียง หากเส้นเสียงสั่นมากรอบใน 1 วินาที เราจะได้ยินเสียงสูง แต่ถ้าเส้นเสียงสั่นน้อยรอบในเวลา 1 วินาที ระดับเสียงก็จะต่ำ เราสามารถวัดอัตราการสั่นของเส้นเสียงโดยการวัดค่า-ความถี่มูลฐานซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพของเสียง โดยที่ความถี่ของคลื่นเสียงมีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที หรือ เฮิร์ตซ์ (Hertz : Hz) Abramson (1962) ศึกษาวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติโดยวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานนี้เป็นตัวแปรหลัก และพบว่าแต่ละวรรณยุกต์จะมีค่า-ความถี่มูลฐานหรือจำนวนรอบของการสั่นของเส้นเสียงใน 1 วินาทีแตกต่างกันไป ทั้งในแง่ของระดับสูงต่ำ และทิศทางการขึ้น-ตกของเสียง ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ (Abramson 1962)

Abramson แบ่งวรรณยุกต์ในภาษาไทยออกเป็น 2 กลุ่มคือ วรรณยุกต์คงระดับ (Static Tones) หมายถึง วรรณยุกต์ที่ระดับเสียงสูงต่ำมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดในระดับใกล้เคียงกัน มี 3 หน่วยเสียงคือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์ตรี ส่วนวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ (Dynamic Tones) หมายถึง เสียงวรรณยุกต์ที่ระดับเสียงสูงต่ำมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดต่างระดับกันอย่างชัดเจนและมีการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่มูลฐานหรือการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานอย่างทันที ซึ่งมี 2 หน่วยเสียงด้วยกัน คือ วรรณยุกต์โทและจัตวา อย่างไรก็ตาม การศึกษาวรรณยุกต์ของผู้พูดปกติในปัจจุบัน (ปิยฉัตร ปานโรจน์ 2534, ผดนิษฐา ธีรานนท์ 2543 และวิไลลักษณ์ จุฑาหะวงส์ 2543) พบว่า วรรณยุกต์ตรีที่มีการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานที่ต่างไปจากการศึกษาของ Abramson คือ วรรณยุกต์ตรีซึ่งเป็นวรรณยุกต์คงระดับมีลักษณะคล้ายวรรณยุกต์จัตวาซึ่งเป็นวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับอย่างมาก ค่าความถี่มูลฐานตกจากจุดเริ่มต้นและขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ทั้งนี้ วรรณยุกต์ทั้งสองยังคงมีระดับค่าความถี่มูลฐานที่ต่างกัน คือ วรรณยุกต์ตรีเป็นเสียงสูงขึ้น และวรรณยุกต์จัตวาเป็นเสียงต่ำขึ้น

นอกจาก Abramson (1962) จะได้ศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของวรรณยุกต์ดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังได้ทดสอบการรับรู้โดยใช้เสียงของผู้บอกภาษาเพศชาย 1 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถรับรู้วรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงในคำพูดพยางค์เดียวได้ถูกต้อง Abramson สรุปว่า ผู้ฟังคนไทยสามารถจำแนกวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียงได้ แม้จะไม่มีบริบทช่วยในการฟังก็ตาม และในการศึกษาเดียวกัน Abramson ยังต้องการทดสอบว่า ค่าความถี่มูลฐานเพียงปัจจัยเดียวเพียงพอที่จะทำให้ผู้ฟังสามารถจำแนกวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงได้หรือไม่ โดยการให้เสียงสังเคราะห์ในการทดสอบการรับรู้ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถแยกเสียงวรรณยุกต์ดังกล่าวได้ถูกต้องเกือบจะสมบูรณ์ Abramson จึงสรุปว่า ค่าความถี่มูลฐานมีอิทธิพลต่อการรับรู้เสียงวรรณยุกต์เหนือสัทลักษณะร่วมอื่นๆ เช่น ค่าระยะเวลา ค่าความเข้มของเสียง

เนื่องจากงานวิจัยในปี 1962 ที่กล่าวข้างต้น ทำการศึกษากับผู้บอกภาษาและกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย การสรุปผลจึงยังไม่ครอบคลุมเท่าที่ควร Abramson (1972 อ้างถึงใน Gandour 1978) จึงทำการศึกษาวรรณยุกต์ภาษาไทยเพิ่มเติม โดยใช้เสียงกระซิบซึ่งเป็นเสียงที่ไม่ได้เกิดจากการสั่นของเส้นเสียง ดังนั้นจึงไม่มีค่าความถี่มูลฐานเกิดขึ้น ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์ของเสียงกระซิบนั้น กลุ่มตัวอย่างทำได้ไม่ดี นอกจากนี้ ยังศึกษาการรับรู้วรรณยุกต์โดยสังเคราะห์เสียงซึ่งกำหนดค่าความถี่มูลฐานคงที่ 130 เฮิรตซ์ ส่วนสัทลักษณะร่วมอื่น คือ ค่าความเข้มเป็นไปตามเสียงพูดปกติ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถจำแนกเสียงวรรณยุกต์ได้ นั่นคือ ค่าความเข้มของเสียงเพียงปัจจัยเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้ผู้ฟังแยกวรรณยุกต์ทั้งห้าหน่วยเสียงออกจากกันได้ Abramson (1975) ได้สังเคราะห์เสียงที่มีทั้งค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มประกอบกันเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบการรับรู้ ผลการศึกษา

พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนการรับรู้ถูกต้องร้อยละ 96.1 ซึ่งใกล้เคียงกับการฟังเสียงคนปกติมากกว่าการรับรู้เสียงสังเคราะห์ที่มีค่าความถี่มูลฐานเพียงปัจจัยเดียว กล่าวคือ เมื่อฟังเสียงคนปกติ กลุ่มตัวอย่างรับรู้ถูกต้องร้อยละ 98.6 ในขณะที่รับรู้เสียงสังเคราะห์ที่มีค่าความถี่มูลฐานเพียงปัจจัยเดียวถูกต้องเพียงร้อยละ 92.8 จะเห็นได้ว่า ค่าความเข้มเป็นปัจจัยหนึ่งที่เสริมค่าความถี่มูลฐานซึ่งจะทำให้การจำแนกเสียงวรรณยุกต์ทำได้ดียิ่งขึ้น Abramson (1975) จึงสรุปว่า

“The over all identifiability of the stimuli moves from 98.6% for real speech through 92.8% for fundamental frequency alone to 96.1% for fundamental frequency plus amplitude, thus suggesting that while fundamental frequency is by and large a sufficient cue, its efficacy is enhanced by the addition of amplitude information.”

จากข้อสรุปการวิจัยของ Abramson ในปี 1962 จึงแบ่งวรรณยุกต์ภาษาไทยออกเป็น 2 ประเภท คือ วรรณยุกต์ระดับ (static tones) และวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ (dynamic tones) ต่อมาในปี 1978 Abramson ทำการทดลองเพื่อยืนยันข้อสรุปดังกล่าวด้วยวิธีการทางโสต-สัทศาสตร์ กล่าวคือ ทดสอบความสามารถในการรับรู้ของผู้ฟังเพื่อแยกวรรณยุกต์ทั้งสองประเภทนี้ ซึ่งออกแบบการทดลองโดยกำหนดค่าความถี่มูลฐานเป็นค่าคงระดับ (fo level) ตั้งแต่ 92 เฮิรตซ์ จนถึง 152 เฮิรตซ์ในการทดลองแรก เพื่อทดสอบว่าผู้ฟังจะสามารถแยกวรรณยุกต์ระดับออกจากวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับได้หรือไม่ เมื่อค่าความถี่มูลฐานเป็นค่าคงระดับโดยไม่มีการขึ้นหรือตกเลย ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างให้คำตอบเป็นวรรณยุกต์ระดับทั้งหมดโดยคำตอบเป็นวรรณยุกต์สามัญสูงสุด คือ ร้อยละ 73 ที่ค่าความถี่มูลฐาน 116 เฮิรตซ์ วรรณยุกต์เอกสูงสุดร้อยละ 90 ที่ค่าความถี่มูลฐาน 92 เฮิรตซ์ และวรรณยุกต์ตรีสูงสุดร้อยละ 88 ที่ค่าความถี่มูลฐาน 152 เฮิรตซ์ จะเห็นได้ว่าผู้ฟังสามารถรับรู้เป็นวรรณยุกต์คงระดับเมื่อค่าความถี่มูลฐานไม่มีการขึ้นตก (movement)

ในการทดลองที่ 2 Abramson ต้องการทดสอบว่าถ้าค่าความถี่มูลฐานมีการขึ้นตก (movement) จะมีผลต่อการรับรู้วรรณยุกต์อย่างไร โดยสังเคราะห์เสียงให้มีค่าความถี่มูลฐานที่จุดเริ่มต้นเดียวกันคือ 120 เฮิรตซ์ และจุดสิ้นสุดแตกต่างกันไปตั้งแต่ 92 เฮิรตซ์ จนถึง 152 เฮิรตซ์ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้คำตอบเป็นวรรณยุกต์คงระดับ โดยที่ เมื่อความถี่มูลฐานเริ่มต้นที่ 120 เฮิรตซ์ และสิ้นสุดที่ 92 เฮิรตซ์ การตอบเป็นวรรณยุกต์เอก (low tone) ลดลงจากการทดลองแรกที่ความถี่มูลฐานมีค่าที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเท่ากันที่ 92 เฮิรตซ์ ซึ่งเป็นไปได้ที่จุดเริ่มต้น 120 เฮิรตซ์ มีค่ามากเกินไปที่จะรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกได้ ส่วนค่าความถี่มูลฐานที่เริ่มต้นที่ 120 เฮิรตซ์ และสิ้นสุดที่ 116 เฮิรตซ์ พบว่ามีคำตอบที่เป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 84 ซึ่งสูงกว่าในการทดลองแรกที่ความถี่มูลฐานมีค่าที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเท่ากันที่ 116 เฮิรตซ์

ในการทดลองสุดท้าย เสียงสังเคราะห์ที่มีจุดเริ่มต้นเดียวกันคือ 92 เฮิรตซ์ และสิ้นสุดที่ค่าความถี่มูลฐานที่ต่างกันตั้งแต่ 92 เฮิรตซ์ จนถึง 152 เฮิรตซ์ ผลการทดสอบการรับรู้พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างให้คำตอบที่เป็นวรรณยุกต์จัตวา (rising tone) มากที่สุดถึงร้อยละ 91 เมื่อค่าความถี่มูลฐานเริ่มต้นที่ 92 เฮิรตซ์ และสิ้นสุดที่ 140 เฮิรตซ์ เห็นได้ว่าเมื่อค่าความถี่มูลฐานมีการขึ้นตกอย่างรวดเร็ว ผู้ฟังตอบเป็นวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ทั้ง 2 ประเภท คือ วรรณยุกต์คงระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับแยกจากกันได้

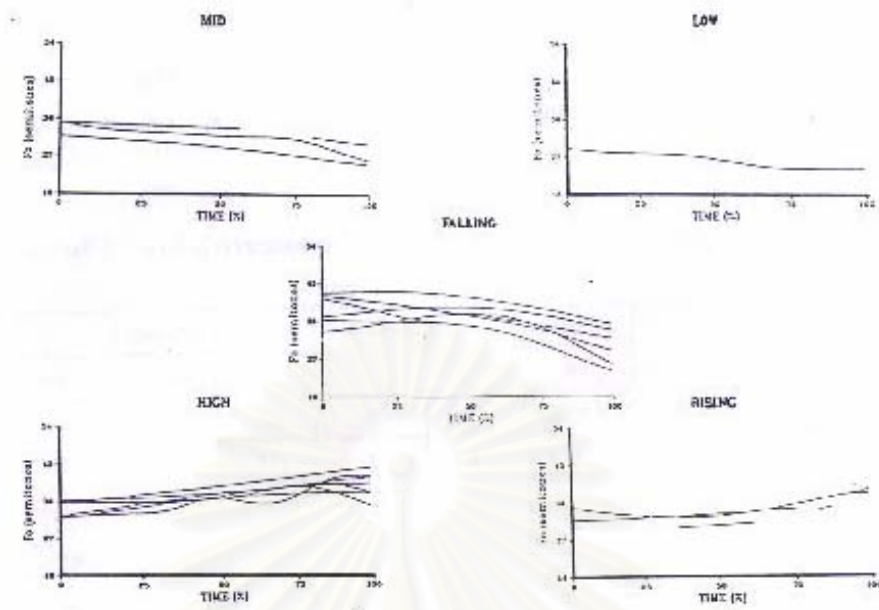
จากการทดลองที่กล่าวข้างต้น Abramson (1978) จึงสรุปว่า

“Fundamental frequency levels do carry much information on the static tones, although they improve with movement. A rather abrupt movement is required for the dynamic tones Although the dichotomy between static and dynamic tones is imprecise and unstable, more so in production than perception, it is still useful as a rough classification of tone production and as an index to the types of acoustic cues used in the recognition of tones.”

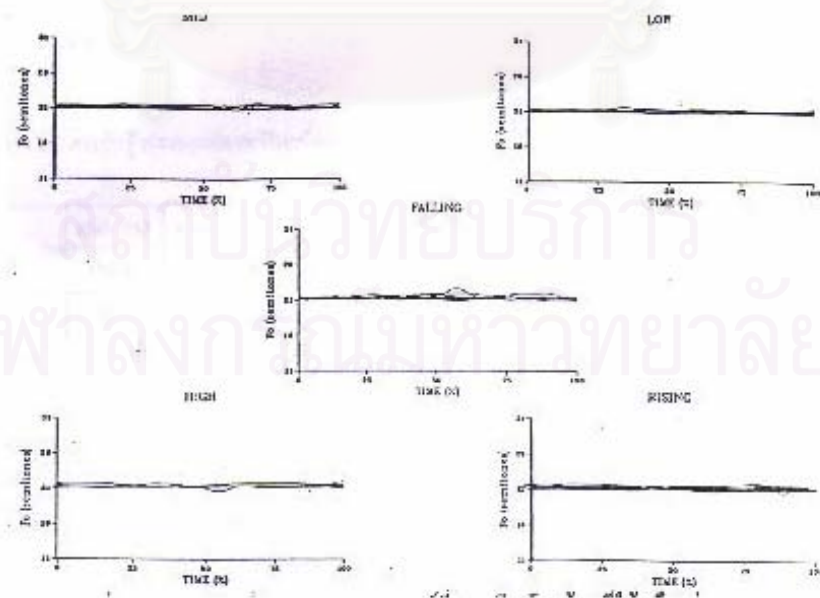
2.2.2 วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE : การวิเคราะห์ทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้

การศึกษาเรื่องวรรณยุกต์ของผู้ไร้กล่องเสียงที่พูดภาษาไทยมีเพียงงานที่ศึกษากับผู้พูดโดยใช้หลอดอาหาร และผู้พูดโดยใช้เครื่องมือช่วยพูดเท่านั้น ผู้ที่ทำการศึกษาคือ Gandour et al. (1988) ซึ่งดำเนินการศึกษาโดยใช้ผู้บอกภาษาที่เป็นคนปกติเพศชาย 2 คน หญิง 3 คน ผู้ไร้กล่องเสียงที่พูดโดยหลอดอาหารเพศชาย 1 คน เพศหญิง 1 คน และผู้ที่ใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ 1 คน Gandour ศึกษาโดยวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์และพบว่า ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียงในคนปกติสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องวรรณยุกต์ภาษาไทยที่มีมาก่อนหน้านี้ เช่น Abramson (1962,1976) ส่วนค่าความถี่มูลฐานของผู้ไร้กล่องเสียงทั้ง 2 ประเภทแตกต่างจากผู้พูดปกติดังแสดงในภาพที่ 2.4 ก. และ 2.4 ข.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.4 ก ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดอาหาร



ภาพที่ 2.4 ข ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้เครื่องช่วยพูด

(Gandour et al. 1988)

จะเห็นได้ว่า ความถี่มูลฐานมีค่าต่ำและมีพิสัยที่แคบมาก โดยเฉพาะผู้ที่พูดโดยใช้เครื่องมือช่วยพูด และในงานวิจัยเดียวกันนี้ Gandour et al. (1988) ได้ทำการทดสอบการรับรู้กันคนปกติ ซึ่งผลการรับรู้เป็นไปดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 การรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้เครื่องช่วยพูด

Responses(%)

	mid (%)	low(%)	falling(%)	high(%)	rising(%)
mid	15.6	61.1	3.3	13.3	6.7
low	22	58	2	8	10
falling	25	57	4	8	6
high	21.1	50	-	17.8	11.1
rising	30	51	-	14	5

ตาราง 2.2 การรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดอาหารพิเศษ

Responses(%)

	mid (%)	low(%)	falling(%)	high(%)	rising(%)
mid	58.9	18.9	22.2	-	-
low	35.7	57.1	5.7	1.4	-
falling	15	1.3	81.3	2.5	-
high	2.2	-	-	91.1	6.7
rising	5	6.3	1.3	30	57.5

ตารางที่ 2.3 การรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดอาหารเพศชาย

Responses(%)

	mid (%)	low(%)	falling(%)	high(%)	rising(%)
mid	20	45	13	16	6
low	16	49	17	12	6
falling	15	17	51	15	2
High	25	20	17	25	13
Rising	9	17	2	22	50

จากตารางแสดงผลการรับรู้ เห็นได้ว่า ในการฟังเสียงวรรณยุกต์ของผู้ที่ใช้เครื่องช่วยพูด ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์เอกถูกต้องมากที่สุด (ร้อยละ 58) ส่วนวรรณยุกต์สามัญ และวรรณยุกต์ตรีมีคะแนนถูกต้องใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 15.6 และร้อยละ 17.8 ตามลำดับ) ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์จัตวาได้น้อยที่สุดเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น ส่วนการฟังเสียงวรรณยุกต์ของผู้พูดที่ใช้หลอดอาหารเพศหญิงพบว่า ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์ตรีได้ดีที่สุด (ร้อยละ 91.1) รองลงมาคือ วรรณยุกต์โท (ร้อยละ 81.3) ส่วนการรับรู้วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์จัตวา มีคะแนนถูกต้องใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 58.9 ร้อยละ 57.1 และร้อยละ 57.5 ตามลำดับ) กรณีการฟังเสียงวรรณยุกต์ของผู้พูดที่ใช้หลอดอาหารเพศชาย พบว่า ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์โท วรรณยุกต์จัตวาและวรรณยุกต์เอกได้ใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 51 ร้อยละ 50 และร้อยละ 49 ตามลำดับ) ส่วนวรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์สามัญมีคะแนนการรับรู้ถูกต้องใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 25 และร้อยละ 20 ตามลำดับ)

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดอาหารเพศหญิงได้ดีกว่าเพศชาย แต่โดยภาพรวม คะแนนการรับรู้เมื่อฟังเสียงของผู้พูดทั้งสองกลุ่มนี้ดีกว่าการฟังผู้ที่ใช้เครื่องช่วยพูด เนื่องจากการใช้เครื่องช่วยพูดนั้น ทำให้เสียงมีค่าความถี่มูลฐานต่ำและช่วงความถี่ของเสียงแคบ จึงทำให้ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกมากกว่าวรรณยุกต์อื่นๆ นั้นเอง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การสร้างเครื่องมือ

3.1.1 สร้างเครื่องมือสำหรับการบันทึกเสียงของผู้บอกภาษา ซึ่งประกอบด้วย

ก. แบบสอบถามประวัติผู้บอกภาษา ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป เช่น ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ อายุ อาชีพ และประวัติที่เกี่ยวกับการผ่าตัดกล่องเสียง เช่น สาเหตุการผ่าตัด ระยะเวลาที่ฝึกพูดหลังจากผ่าตัด ระยะเวลาที่ผ่าตัดจนถึงปัจจุบัน

ข. รายการคำ ผู้วิจัยสร้างชุดคำเทียบเสียงสำหรับการบันทึกเสียงเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์โดยมีเกณฑ์ในการสร้างรายการคำคือ

- 1 เป็นชุดคำเทียบเสียงวรรณยุกต์ กล่าวคือ เป็นคำที่มีพยัญชนะและสระเดียวกัน แต่มีวรรณยุกต์ต่างกัน มีความหมายต่างกัน
- 2 กำหนดให้รายการคำมีโครงสร้างพยางค์แบบ CV และพยัญชนะต้นเป็นพยัญชนะเสียงก้อง ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล

จากเกณฑ์ข้างต้น ผู้วิจัยสร้างรายการคำทั้งหมด 3 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1	ล	ล่อ	ล้อ	ลื้อ	ลอบ
ชุดที่ 2	น	หน้า	หน้า	น้ำ	หนา
ชุดที่ 3	มี	หมี่	หมี่	นี้	หนี/มี

ชุดคำที่ 1 และ 2 เป็นชุดคำเทียบเสียงเหมือน มีเสียงพยัญชนะและเสียงสระเหมือนกันทุกประการ ส่วนชุดคำที่ 3 เป็นชุดคำเทียบเสียงคล้าย มีเสียงสระเหมือนกัน แต่เสียงพยัญชนะต่างกัน จะได้คำในวรรณยุกต์จัตวาที่มีความหมายในภาษาไทยทั้งสองคำ ผู้วิจัยจึงใช้ทั้งสองคำนี้ในเก็บข้อมูล ตัวอย่างคำมีทั้งหมด 16 คำ แต่ละคำออกเสียงซ้ำคำละ 5 ครั้ง ดังนั้น รายการคำสำหรับผู้บอกภาษา 1 คน มีจำนวน 80 คำ

ในการบันทึกเสียงผู้วิจัยเรียงลำดับรายการคำทั้ง 80 คำ โดยมีวิธีการดังนี้

- แยกฉลากชุดคำเทียบเสียง 3 ชุดข้างต้นออกจากกัน
- จับฉลาก 1 คำจากชุดที่ 1 ตามด้วย 1 คำจากชุดที่ 2 และ 1 คำจากชุดที่ 3 จากนั้นเวียนไปที่ชุดที่ 1-3 จนได้รายการคำครบ 16 คำและทำซ้ำขั้นตอนเดิมจนครบ 5 ครั้ง จะได้รายการคำรวมทั้งสิ้น 80 คำ โดยจะไม่มีคำในชุดเดียวกันอยู่ในลำดับติดกัน

- นำรายการคำตัวอย่างทั้ง 80 คำเขียนลงบัตรคำขนาด 3 x 5 นิ้ว บัตรละ 1 คำโดยเรียงลำดับตามที่ได้จับฉลากข้างต้นและเขียนหมายเลขแสดงลำดับไว้ที่ด้านหลังบัตรคำ

3.1.2 สร้างเครื่องมือสำหรับทดสอบการรับรู้ ซึ่งงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทดสอบการรับรู้แบบ Identification task นั่นคือ ผู้ฟังจะต้องเลือกคำตอบ (respond) เมื่อได้ยินคำทดสอบ (stimulus) ที่ผู้วิจัยเปิดให้ฟัง โดยการทำเครื่องหมายลงบนคำตอบที่คิดว่าถูกต้อง ซึ่งเป็นตัวเลือกที่ปรากฏในกระดาษคำตอบที่แจกให้

แบบทดสอบการรับรู้ในงานวิจัยนี้มี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบการรับรู้ที่มีตัวเลือกตอบ 2 ตัวเลือก และแบบทดสอบการรับรู้ที่มีตัวเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบทั้ง 2 ลักษณะนี้มีขอบเขตของการรับรู้ที่ต่างกัน คือมีจำนวนตัวเลือกตอบแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. แบบทดสอบการรับรู้ที่มีตัวเลือกตอบ 2 ตัวเลือก

ผู้วิจัยต้องการทดสอบว่าผู้ฟังมีความสับสนในการฟังวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารหรือไม่ โดยมีสมมติฐานว่าผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์คงระดับแยกจากวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ และสามารถรับรู้วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ 2 หน่วยเสียงแยกจากกันได้ แต่ไม่สามารถรับรู้วรรณยุกต์คงระดับ 3 หน่วยเสียงแยกจากกันได้ ผู้วิจัยจำกัดขอบเขตการรับรู้ของผู้ฟังโดยกำหนดให้มีตัวเลือกตอบเพียง 2 ตัวเลือก วรรณยุกต์ซึ่งเป็นคู่คำตอบที่เป็นไปได้ตามสมมติฐานข้างต้นมีทั้งหมด 10 คู่ โดยแบ่งเป็น

วรรณยุกต์คงระดับ – วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ จำนวน 6 คู่ คือ

1. วรรณยุกต์สามัญ – วรรณยุกต์โท
2. วรรณยุกต์สามัญ – วรรณยุกต์จัตวา
3. วรรณยุกต์เอก - วรรณยุกต์โท
4. วรรณยุกต์เอก - วรรณยุกต์จัตวา
5. วรรณยุกต์ตรี - วรรณยุกต์โท
6. วรรณยุกต์ตรี - วรรณยุกต์จัตวา

วรรณยุกต์คงระดับ – วรรณยุกต์คงระดับ จำนวน 3 คู่ คือ

1. วรรณยุกต์สามัญ – วรรณยุกต์เอก
2. วรรณยุกต์สามัญ – วรรณยุกต์ตรี
3. วรรณยุกต์เอก – วรรณยุกต์ตรี

วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ – วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ จำนวน 1 คู่ คือ

วรรณยุกต์โท – วรรณยุกต์จัตวา

ในการสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยเลือกชุดคำ “นา” และ “ลอ” เป็นคำทดสอบการรับรู้ เนื่องจากเป็นชุดคำเทียบเสียงที่มีเสียงพยัญชนะและเสียงสระเหมือนกันทุกประการ ส่วนชุดคำ “มี” นั้นเป็นชุดคำเทียบเสียงคล้าย ซึ่งจะเป็นปัญหาในการสร้างแบบทดสอบการรับรู้ และผู้วิจัยเลือกเฉพาะคำที่สามารถวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานได้เท่านั้น

แบบทดสอบการรับรู้นี้มี 3 ชุด โดยที่แต่ละชุดเป็นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารแต่ละคน (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีทั้งหมด 3 คน)

แบบทดสอบ 1 ชุด แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นคำทดสอบที่มาจากชุดคำ นา หน้า หน้า น้ำ หนา

ตอนที่ 2 เป็นคำทดสอบที่มาจากชุดคำ ลอ หล่อ ล้อ ล้อ หลอ

จากการกำหนดชุดคำเพื่อนำมาเป็นคำทดสอบและคู่คำตอบข้างต้นสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การสร้างแบบทดสอบการรับรู้ที่มีตัวเลือกตอบ 2 ตัวเลือก

เรื่องที่ทดสอบ	ตอนที่ 1			ตอนที่ 2		
	คำทดสอบ	คำตอบที่ปรากฏในแบบทดสอบ		คำทดสอบ	คำตอบที่ปรากฏในแบบทดสอบ	
ว.คงระดับ-ว.เปลี่ยนระดับ สามัญ-โท	นา	ก. นา	ข. หน้า	ลอ	ก. ลอ	ข. ล้อ
	หน้า	ก. นา	ข. หน้า	ล่อ	ก. ลอ	ข. ล้อ
สามัญ-จัตวา	นา	ก. นา	ข. หนา	ลอ	ก. ลอ	ข. หลอ
	หนา	ก. นา	ข. หนา	หลอ	ก. ลอ	ข. หลอ
เอก-โท	หน้า	ก. หน้า	ข. หน้า	หล่อ	ก. หล่อ	ข. ล้อ
	หน้า	ก. หน้า	ข. หน้า	ล้อ	ก. หล่อ	ข. ล้อ
เอก-จัตวา	หน้า	ก. หน้า	ข. หนา	หล่อ	ก. หล่อ	ข. หลอ
	หนา	ก. หน้า	ข. หนา	หลอ	ก. หล่อ	ข. หลอ
ตรี-โท	น้ำ	ก. น้ำ	ข. หน้า	ล้อ	ก. ล้อ	ข. ล้อ
	หน้า	ก. น้ำ	ข. หน้า	ล่อ	ก. ล้อ	ข. ล้อ
ตรี-จัตวา	น้ำ	ก. น้ำ	ข. หนา	ล้อ	ก. ล้อ	ข. หลอ
	หนา	ก. น้ำ	ข. หนา	หลอ	ก. ล้อ	ข. หลอ
ว.คงระดับ-ว.คงระดับ สามัญ-เอก	นา	ก. นา	ข. หน้า	ลอ	ก. ลอ	ข. หล่อ
	หน้า	ก. นา	ข. หน้า	หล่อ	ก. ลอ	ข. หล่อ
สามัญ-ตรี	นา	ก. นา	ข. น้ำ	ลอ	ก. ลอ	ข. ล้อ
	น้ำ	ก. นา	ข. น้ำ	ล้อ	ก. ลอ	ข. ล้อ
เอก-ตรี	หน้า	ก. หน้า	ข. น้ำ	หล่อ	ก. หล่อ	ข. ล้อ
	น้ำ	ก. หน้า	ข. น้ำ	ล้อ	ก. หล่อ	ข. ล้อ
ว.เปลี่ยนระดับ-ว.เปลี่ยนระดับ โท-จัตวา	หน้า	ก. หน้า	ข. หนา	ล่อ	ก. ล้อ	ข. หลอ
	หนา	ก. หน้า	ข. หนา	หลอ	ก. ล้อ	ข. หลอ

ในการทดสอบแต่ละเรื่อง ผู้ฟังจะได้ฟังคำทดสอบ (stimuli) 4 คำ ซึ่งได้มาจากคำทดสอบ 2 คำดังที่ปรากฏในตาราง 3.1 ฟังคำละ 2 ครั้ง เช่น ในการทดสอบว่าผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์สามัญ สับสนกับวรรณยุกต์โทหรือไม่ คำทดสอบ (stimuli) จะมี คำว่า “นา” และ “หน้า” ผู้ฟังจะได้ฟังคำว่า “นา” 2 ครั้ง และ “หน้า” 2 ครั้ง ลำดับการปรากฏของคำทดสอบ (stimuli) ทั้ง 4 ครั้งนี้ใช้การจับฉลาก (ดูแบบทดสอบในภาคผนวก ง.1)

ข. แบบทดสอบการรับรู้ที่มีตัวเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

ผู้วิจัยต้องการทดสอบว่าผู้ฟังซึ่งเป็นคนปกติมีความสับสนในการรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารหรือไม่ ในการสร้างแบบทดสอบการรับรู้แบบ 5 ตัวเลือก ผู้วิจัยเลือกชุดคำที่จะนำมาเป็นคำทดสอบด้วยหลักการเดียวกับแบบทดสอบแบบ 2 ตัวเลือก คือ ใช้ชุดคำ “นา” และ “ลอ” เนื่องจากเป็นชุดคำเทียบเสียงที่มีเสียงพยัญชนะและเสียงสระเหมือนกันทุกประการ และผู้วิจัยเลือกเฉพาะคำที่สามารถวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานได้

แบบทดสอบการรับรู้นี้มี 3 ชุด โดยที่แต่ละชุดเป็นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารแต่ละคน (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีทั้งหมด 3 คน)

แบบทดสอบ 1 ชุด แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นคำทดสอบที่มาจากชุดคำ นา หน้า หน้า น้ำ หนา

ตอนที่ 2 เป็นคำทดสอบที่มาจากชุดคำ ลอ หล่อ ล้อ ล้อ หลอ

แบบทดสอบลักษณะนี้เป็นกรให้อิสระกับผู้ฟังในการตอบ (respond) จากตัวเลือกที่เป็นวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียง หลักการดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 การสร้างแบบทดสอบที่มีตัวเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

คำทดสอบ	ตัวเลือกที่ปรากฏในแบบทดสอบ				
	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา
ตอนที่ 1					
นา	ก. นา	ข. หน้า	ค. หน้า	ง. น้ำ	จ. หนา
หน้า	ก. นา	ข. หน้า	ค. หน้า	ง. น้ำ	จ. หนา
หน้า	ก. นา	ข. หน้า	ค. หน้า	ง. น้ำ	จ. หนา
น้ำ	ก. นา	ข. หน้า	ค. หน้า	ง. น้ำ	จ. หนา
หนา	ก. นา	ข. หน้า	ค. หน้า	ง. น้ำ	จ. หนา
ตอนที่ 2					
ลอ	ก. ลอ	ข. หล่อ	ค. ล้อ	ง. ล้อ	จ. หลอ
หล่อ	ก. ลอ	ข. หล่อ	ค. ล้อ	ง. ล้อ	จ. หลอ
ล้อ	ก. ลอ	ข. หล่อ	ค. ล้อ	ง. ล้อ	จ. หลอ
ล้อ	ก. ลอ	ข. หล่อ	ค. ล้อ	ง. ล้อ	จ. หลอ
หลอ	ก. ลอ	ข. หล่อ	ค. ล้อ	ง. ล้อ	จ. หลอ

ผู้ฟังจะได้ฟังคำทดสอบ (stimuli) คำละ 3 ครั้ง จะได้แบบทดสอบ 15 ข้อ สำหรับแต่ละตอน ผู้วิจัยเรียงลำดับการปรากฏของคำทดสอบด้วยการจับฉลากโดยไม่ให้คำคำเดียวกันปรากฏเรียงต่อกัน (ดูแบบทดสอบในภาคผนวก ง.2)

สำหรับแบบทดสอบทั้ง 2 ลักษณะ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Cool Edit Pro ในการตัดต่อคำทดสอบ (stimuli) โดยผู้วิจัยเป็นผู้อ่านหมายเลขข้อ และเว้นช่วงเวลา 1 วินาที จากนั้นผู้ฟังจะได้ฟังคำทดสอบ (stimuli) เมื่อสิ้นสุดเสียงของคำทดสอบ (stimuli) ผู้วิจัยเว้นระยะเวลา 3 วินาทีเพื่อให้ผู้ฟังเลือกคำตอบของข้อนั้นๆ ก่อนจะได้ฟังข้อถัดไป ในแต่ละข้อผู้ฟังจะได้ฟังเสียงคำทดสอบ (stimuli) 1 ครั้งและลำดับข้อเป็นไปตามที่จับฉลากไว้ข้างต้น จากนั้นจึงบันทึกเสียงลงแผ่นบันทึกเสียงซีดี (CD ROM)

หลังจากจัดทำรายการคำทดสอบสำหรับแบบทดสอบการรับรู้ทั้ง 2 ลักษณะนี้แล้วจึงจัดเตรียมกระดาษคำตอบสำหรับกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบการรับรู้

3.2 การคัดเลือกผู้บอกภาษา และกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบการรับรู้

3.2.1 ผู้บอกภาษา

ผู้บอกภาษาในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ไร้กลิ่นเสียงที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร และผู้พูดปกติ กลุ่มละ 3 คน รวมผู้บอกภาษา 6 คน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้บอกภาษาทั้ง 2 กลุ่มนี้มีพื้นฐานทางสังคมใกล้เคียงกัน เพื่อควบคุมตัวแปรต่างๆทางสังคม ผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติของผู้บอกภาษาไว้ดังนี้

- เป็นเพศชาย
- อายุ 50 ปีขึ้นไป
- การศึกษาไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- เป็นผู้ที่พูดภาษาไทยกลางเป็นภาษาแม่ สามารถพูดคุยสื่อสารในระดับประโยคได้

เข้าใจและสามารถอ่านออกเขียนได้

จากคุณสมบัติที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยกำหนดโดยพิจารณาผู้บอกภาษาที่เป็นผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารเป็นหลัก เพื่อความสะดวกในการคัดเลือกผู้บอกภาษา ทั้งนี้เนื่องจาก กลุ่มผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีจำนวนน้อย การกำหนดให้ผู้พูดปกติมีคุณสมบัติเป็นไปตามผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารจึงง่ายและสะดวกกว่าการกำหนดให้ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีคุณสมบัติเป็นไปตามผู้พูดปกติ

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบการรับรู้

ผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบการรับรู้ดังนี้

- เป็นคนปกติ
- การศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- พูดภาษาไทยเป็นภาษาแม่
- ไม่เคยได้ยินหรือไม่คุ้นเคยกับการออกเสียงของผู้ไร้กล่องเสียงมาก่อน
- อวัยวะในการฟังเสียงเป็นปกติ

3.3 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลมี 2 ส่วนคือ การเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์ซึ่งเป็นการบันทึกเสียงของผู้บอกภาษา และการเก็บข้อมูลเพื่อการทดสอบการรับรู้

ก. การเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์ มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. เตรียมบัตรรายการคำที่ได้จัดทำไว้แล้วในข้อ 3.1.1 จำนวน 80 ใบ
2. ตกลงและซักซ้อมวิธีการอ่านรายการคำเพื่อให้ผู้บอกภาษารู้สึกคุ้นเคยและผ่อนคลายขณะบันทึกเสียง
3. บันทึกการออกเสียงของผู้ไร้กล่องเสียงที่พูดโดยหลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติที่ห้องบันทึกเสียงภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้รายการคำ 80 คำข้างต้น วิธีการเก็บข้อมูลใช้การอ่านรายการคำ โดยผู้วิจัยเป็นผู้อ่านหมายเลขของคำและใช้สัญญาณมือให้จังหวะแก่ผู้บอกภาษาทั้งนี้เพื่อให้มีความเงียบหน้าและหลังการออกเสียงทุกคำ
4. ตรวจสอบความเรียบร้อยของเสียงที่บันทึกลงในโปรแกรม Cool Edit Pro ถ้าพบข้อผิดพลาดในคำใดจึงให้มีการบันทึกเสียงใหม่ในคำนั้น
5. บันทึกเสียงของผู้บอกภาษาที่อยู่ในโปรแกรม Cool Edit Pro ลงแผ่นบันทึกเสียงซีดีเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าในทางกลศาสตร์ต่อไป

ข. การเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบการรับรู้

1. จัดทำเทปทดสอบการรับรู้โดยใช้โปรแกรม Cool Edit Pro ในการตัดต่อเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารที่เลือกมาเป็นคำทดสอบและบันทึกลงแผ่นบันทึกเสียงซีดี โดยแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 3 ชุด คือ

- ชุดที่ 1 เป็นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 1
- ชุดที่ 2 เป็นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 2
- ชุดที่ 3 เป็นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 3

รายการคำทดสอบเป็นไปตามชุดทดสอบการรับรู้ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วในข้อ 3.1.2

2. แจกแบบทดสอบและอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบให้กลุ่มตัวอย่าง
- 3 เริ่มทำการทดสอบการรับรู้โดย เปิดเสียงคำทดสอบการรับรู้ให้กลุ่มตัวอย่างฟังผ่านหูฟังและเลือกเสียงวรรณยุกต์ที่ได้ยินโดยกากบาทลงบนแบบทดสอบที่แจกให้

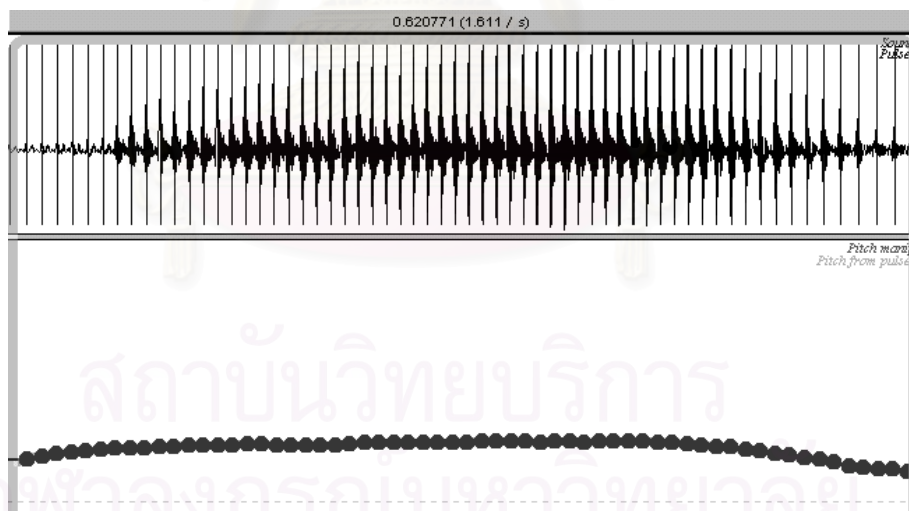
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์

ก. ค่าความถี่มูลฐาน (fundamental frequency)

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Praat Version 3.0 ในการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐาน โดยมีวิธีการดังนี้

1. เปิดแผ่นบันทึกเสียงซีดีที่บันทึกเสียงรายการคำที่ออกเสียงโดยผู้บอกภาษาเข้าโปรแกรม Praat
2. เลือกคำที่จะวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของพยางค์ตั้งแต่จุดที่เริ่มปรากฏคลื่นเสียงแบบครบรอบ (periodic waveform) จนกระทั่งสิ้นสุดคลื่นเสียง
3. วิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานโดยกำหนดให้โปรแกรมทำงานโดยอัตโนมัติ จะได้ค่าเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางครบแต่ละรอบดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ภาพการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐาน

4. ผู้วิจัยนำค่าซึ่งเป็นจุดเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางครบแต่ละรอบที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรม Praat ไปคำนวณหาค่าความถี่มูลฐานโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2000 ตามสูตรดังนี้

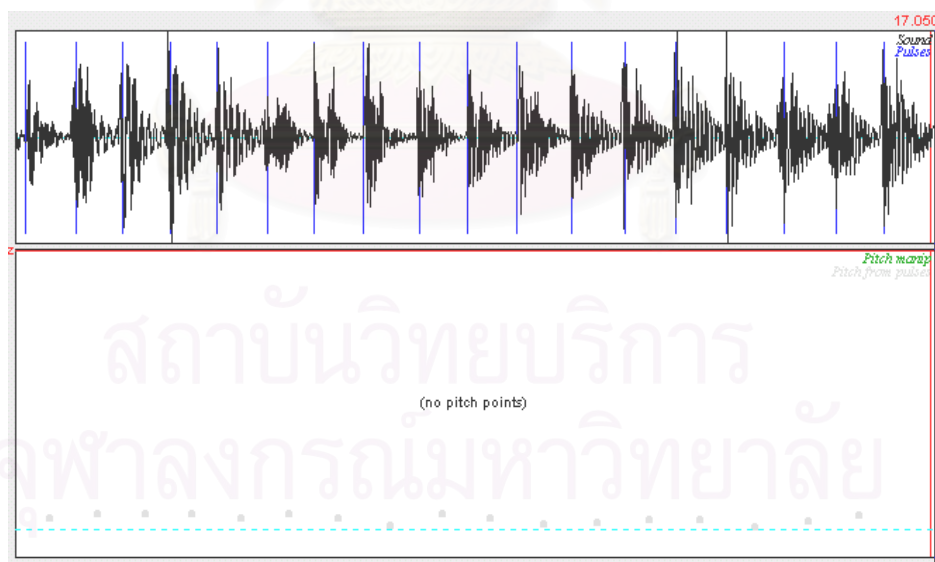
$$F = 1/t$$

โดยที่ F = ความถี่

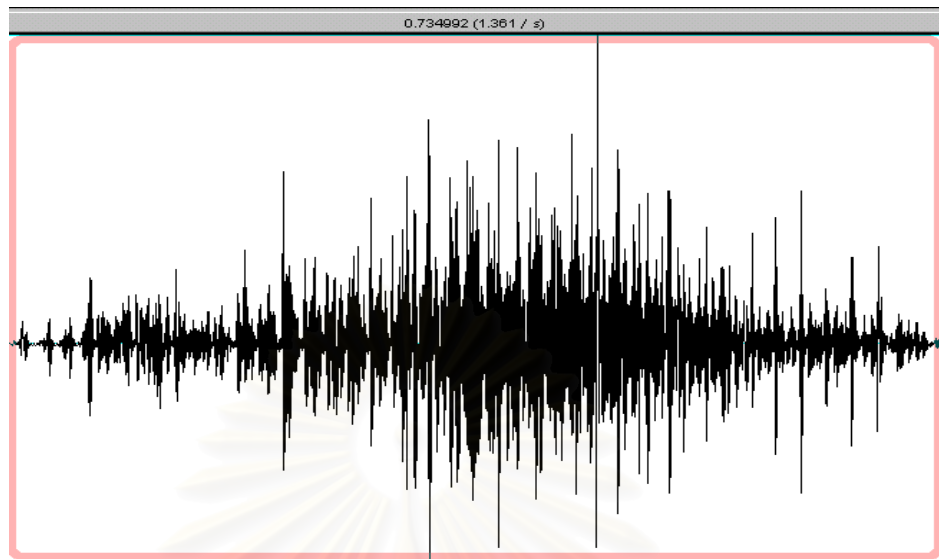
t = ระยะเวลาที่คลื่นเสียงใช้ในการเดินทาง 1 รอบ ซึ่งหาได้จาก การนำค่าเวลา ณ จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของคลื่นเสียงรอบหนึ่งๆ มาหักลบกัน

5. เมื่อคำนวณค่าความถี่มูลฐานแล้ว ผู้วิจัยนำค่าระยะเวลาทั้งหมดไปคิดเป็น 100 % เพื่อหาค่าความถี่มูลฐาน ณ จุดต่างๆ ทุก 10 %

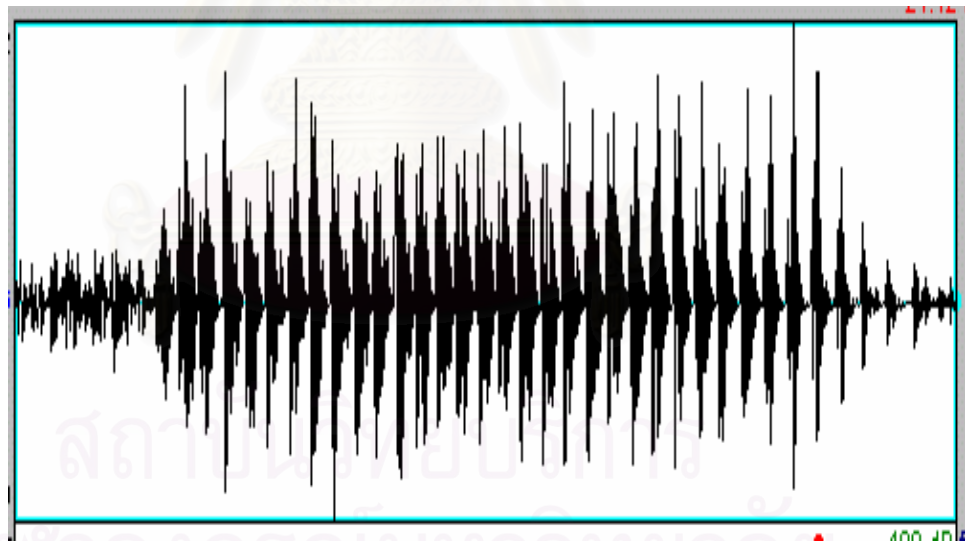
ในกรณีการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของคำบางคำที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารนั้น โปรแกรม Praat ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ออกแบบเพื่อการวิเคราะห์เสียงปกติไม่สามารถวิเคราะห์โดยอัตโนมัติได้ เนื่องจากคลื่นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีลักษณะที่ไม่สม่ำเสมอ ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการทำเครื่องหมายที่ยอดลูกคลื่น ณ จุดเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางครบแต่ละรอบ ซึ่งเป็นหลักการเกี่ยวกับการทำงานโดยอัตโนมัติของโปรแกรมนี้ในการวิเคราะห์เสียงของผู้พูดปกตินั่นเอง ดังภาพที่ 3.2 จากนั้นนำจุดเวลาดังกล่าวไปคำนวณหาค่าความถี่มูลฐานตามสูตรข้างต้น แต่ถ้าผู้วิจัยพบว่า คลื่นเสียงมีลักษณะที่เดินทางไม่ครบรอบ ผู้วิจัยจะถือว่าไม่สามารถวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานได้ ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.2 ภาพแสดงการทำเครื่องหมายที่ยอดลูกคลื่นเพื่อวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐาน
ของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร



ภาพที่ 3.3 คลื่นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารที่ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานได้



ภาพที่ 3.4 คลื่นเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารที่สามารถวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานได้

ข. ค่าความเข้ม (intensity)

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Praat Version 3.0 ในการวิเคราะห์ค่าความเข้ม เช่นเดียวกับค่าความถี่มูลฐาน โดยมีวิธีการดังนี้

1. เปิดแผ่นบันทึกเสียงซีดีที่บันทึกเสียงรายการคำที่ออกเสียงโดยผู้บอกภาษาเข้าโปรแกรม Praat
2. เลือกคำที่จะวิเคราะห์โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความเข้มตั้งแต่จุดที่เริ่มปรากฏคลื่นเสียง จนกระทั่งสิ้นสุดคลื่นเสียง
3. วิเคราะห์ค่าความเข้มโดยกำหนดให้โปรแกรมทำงานอัตโนมัติ
4. คัดระยะเวลาที่วิเคราะห์ค่าความเข้มเป็น 100% เพื่อแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ ณ จุดต่างๆ ทุก 10%

ค. ค่าระยะเวลา (duration)

ผู้วิจัยวัดค่าระยะเวลาโดยกำหนดจุดเริ่มต้นของพยางค์ตั้งแต่จุดที่เริ่มปรากฏคลื่นเสียงแบบครบรอบ (periodic waveform) จนกระทั่งสิ้นสุดคลื่นเสียง

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบการรับรู้

ผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบการรับรู้ โดยนับคะแนนการรับรู้ที่ถูกต้อง และการรับรู้ที่ผิดพลาดทั้งพิจารณาว่ารับรู้ผิดไปเป็นวรรณยุกต์ใด จากนั้นจึงนำคะแนนดิบเหล่านี้ไปคิดเป็นค่าร้อยละ เพื่อนำเสนอในผลการรับรู้ต่อไป

3.5 วิธีการทางสถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้

3.5.1 วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์ศาสตร์

ค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้ม

ผู้วิจัยใช้ค่าทางสถิติในการอธิบายค่าความถี่มูลฐานเช่นเดียวกับค่าความเข้ม ดังนั้น ในที่นี้จึงขอกล่าวถึงไปพร้อมกัน

ก. ค่าเฉลี่ย (mean)

งานวิจัยนี้ได้นำค่าเฉลี่ยมาใช้อธิบายค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติและผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร เพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้พูดทั้งสองกลุ่มมีผลเฉลี่ยของค่าทางกลศาสตร์ทั้งสองประการนี้ในแต่ละจุดเวลาที่ 10% เป็นเท่าไร ซึ่งผู้วิจัยคำนวณหาค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2000

ค่าเฉลี่ย (mean) มีชื่อเรียกเต็มๆว่า ตัวกลางเลขคณิตหรือมัธยฐานเลขคณิต (arithmetic mean) ซึ่งเป็นสถิติที่วัดแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง ค่าเฉลี่ยเป็นผลเฉลี่ยของข้อมูลทุกตัวในข้อมูลชุดนั้น นั่นคือ ค่าเฉลี่ยจะเท่ากับ ผลรวมของข้อมูลทุกตัวหารด้วยจำนวนข้อมูลชุดนั้น

ข. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

ผู้วิจัยคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เพื่อหาความแตกต่างภายในกลุ่มของข้อมูลที่เป็นค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้ม เพื่อจะทำให้ทราบว่าการออกเสียงวรรณยุกต์ของผู้พูดปกติและผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารนั้น ค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มมีการเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยมากน้อยอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2000

ค. ค่าความแปรปรวน (analysis of variance:ANOVA)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มของวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงภายในกลุ่มผู้พูดเดียวกันและเปรียบเทียบการออกเสียงวรรณยุกต์เดียวกันของผู้พูดต่างกลุ่มว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความถี่มูลฐาน ค่าความเข้มตามแกนเวลาซึ่งวัดทุก 10% ของค่าระยะเวลาทั้งหมด โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows v.10 และวิเคราะห์ความต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของเซฟเฟ (Scheffe Multiple Contrast) ในงานวิจัยนี้กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และพิจารณาผลการวิเคราะห์จากค่า p หรือระดับนัยสำคัญของความต่างเพื่อดูว่ามีความต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ นอกจากนี้ ยังสามารถอธิบายความมากน้อยของความต่างหรือไม่ต่างอย่างมีนัยสำคัญนี้ได้จาก ค่า p ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-1 กล่าวคือ ถ้า p น้อยกว่า 0.05 และเข้าใกล้ 0 หมายถึงมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างมาก แต่ถ้า p มากกว่า 0.05 หมายถึงมีความต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญตามที่กำหนดไว้ และยิ่งค่า p เข้าใกล้ 1 ความต่างก็ยิ่งไม่มีนัยสำคัญ

ค่าระยะเวลา

ก. ค่าเฉลี่ย (Mean)

งานวิจัยนี้ได้นำค่าเฉลี่ยมาใช้อธิบายค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติและผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร เพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้พูดทั้งสองกลุ่มมีผลเฉลี่ยของค่าระยะเวลาในการออกเสียงแต่ละวรรณยุกต์เป็นเท่าใด ซึ่งผู้วิจัยคำนวณหาค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2000

ข. ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) เพื่ออธิบายค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบ 5 หน่วยเสียงวรรณยุกต์ภายในกลุ่มผู้พูดเดียวกัน และผู้พูดต่างกลุ่มที่ออกเสียงวรรณยุกต์เดียวกันว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows v.10 และคำนวณความแตกต่างรายคู่เพื่ออธิบายว่าค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์คู่ใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยใช้วิธีการแบบเซฟเฟ่ เช่นเดียวกับที่กล่าวถึงข้างต้น

3.5.2 วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การทดสอบการรับรู้

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยคิดคะแนนการรับรู้เป็นร้อยละโดยการเทียบเสียงที่ได้ยินเป็น 100% และพิจารณาว่ามีการรับรู้เป็นวรรณยุกต์ใดร้อยละเท่าไร ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบคะแนนการรับรู้แต่ละเสียงวรรณยุกต์



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ลักษณะทางกลศาสตร์ของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ และผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร

ลักษณะทางกลศาสตร์ที่จะกล่าวถึงในบทนี้ ประกอบด้วย ค่าความถี่มูลฐาน (fundamental frequency) หรือ ค่าF0 ค่าความเข้ม (intensity) และค่าระยะเวลา (duration) ของวรรณยุกต์ในภาษาไทยซึ่งออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(Tracheoesophageal speaker) ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยเรียกว่า ผู้พูด TE และในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค่าทางกลศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบของเสียงทั้ง 3 ค่านี้ของผู้พูดปกติไปพร้อมกันด้วย ทั้งนี้เพื่ออธิบายการออกเสียงวรรณยุกต์ของผู้พูด TE ว่าการมีอวัยวะในการออกเสียงแตกต่างจากผู้พูดปกติจะทำให้ค่าทางกลศาสตร์ทั้ง 3 ประการนี้ในผู้พูด TE มีบทบาทในการออกเสียงเพื่อจำแนกวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียงหรือไม่ และเป็นไปในแนวทางเดียวกับผู้พูดปกติหรือไม่ อย่างไร โดยที่ผู้วิจัยจะได้เสนอผลการวิจัยของผู้พูดทั้ง 2 กลุ่มควบคู่กันไป ดังนี้ คือ

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทย ใน 4.1

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ ใน 4.1.1

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ใน 4.1.2

ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทย ใน 4.2

ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ ใน 4.2.1

ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ใน 4.2.2

ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทย ใน 4.3

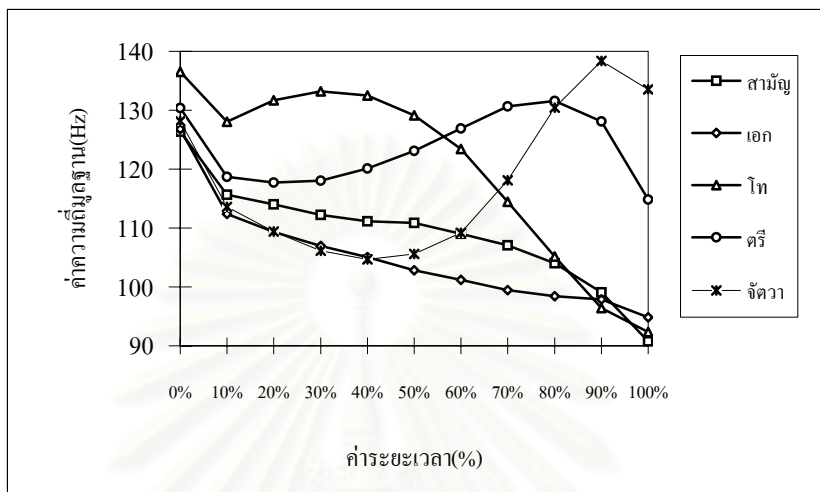
ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ ใน 4.3.1

ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ใน 4.3.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทย

4.1.1 ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

จากการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ จำนวน 3 คน ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ทุก 10% ของระยะเวลา พบว่า กราฟแสดงระดับและการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานมีลักษณะต่างกันตามแต่ละหน่วยเสียงวรรณยุกต์¹ ซึ่งโดยภาพรวมแล้ว การศึกษาสัทลักษณะของค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติในงานวิจัยนี้ซึ่งเป็นผู้พูดที่มีอายุมากกว่า 50 ปีมีผลที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Abramson ในปี 1962 ซึ่งจัดให้วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกเป็นวรรณยุกต์คงระดับ (Static tones) วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวาเป็นวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ (Dynamic tones) สำหรับวรรณยุกต์ตรีแล้ว Abramson จัดให้เป็นวรรณยุกต์คงระดับ (Static tone) เช่นเดียวกับวรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์สามัญ ซึ่งเป็นกลุ่มวรรณยุกต์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่มูลฐานอย่างทันทีเหมือนวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ แต่อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ผู้วิจัยพบว่า วรรณยุกต์ตรีมีกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่มูลฐานหรือการขึ้นตกที่เป็นไปอย่างทันทีซึ่งเป็นลักษณะของวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ จึงกล่าวได้ว่าวรรณยุกต์ตรีเป็นหน่วยเสียงวรรณยุกต์ที่มีสัทลักษณะต่างไปจากข้อสรุปของ Abramson ที่ได้ทำการศึกษาในปี 1962

¹ ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานทั้งพยางค์ ครอบคลุมทั้งพยัญชนะต้นและสระ ค่าในช่วง 10% แรกของวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงจึงใกล้เคียงกันมาก

เมื่อพิจารณารายละเอียดของผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่าวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกยังคงมีลักษณะการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานเมื่อวัดค่าทุก 10% ที่ค่อนข้างคงระดับเมื่อเทียบกับหน่วยเสียงวรรณยุกต์อื่นที่ออกเสียงโดยผู้พูดกลุ่มเดียวกัน กล่าวคือ วรรณยุกต์เอกมีค่าความถี่มูลฐานเริ่มต้นที่ 126.79 เฮิรตซ์ และมีการตกจากจุดเริ่มต้นอย่างต่อเนื่องเพียงเล็กน้อยจนกระทั่งสิ้นสุดที่ 94.81 เฮิรตซ์ ส่วนวรรณยุกต์สามัญ มีลักษณะของกราฟแสดงการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานที่คล้ายคลึงกับวรรณยุกต์เอกอย่างมาก นั่นคือค่อนข้างคงระดับ มีการตกจากจุดเริ่มต้นอย่างต่อเนื่องเพียงเล็กน้อยเช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้การตกของค่าความถี่มูลฐานในวรรณยุกต์สามัญเป็นการตกที่มีพิสัยกว้างกว่าวรรณยุกต์เอก กล่าวคือ ตกจากจุดเริ่มต้นที่ 126.34 เฮิรตซ์ และสิ้นสุดที่ 90.74 เฮิรตซ์ ส่วนวรรณยุกต์โท โดยภาพรวมแล้วค่าความถี่มูลฐานมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจากจุดเวลาที่ 30% ซึ่งมีค่าความถี่มูลฐาน 133.2 เฮิรตซ์ จนกระทั่งถึงจุดสิ้นสุดของระยะเวลา โดยมีค่าความถี่มูลฐานต่ำสุดที่ 92.36 เฮิรตซ์ จึงเห็นได้ว่าการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์โทเป็นการตกอย่างต่อเนื่องที่มีพิสัยกว้าง วรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวามีลักษณะการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ค่าความถี่มูลฐานตกในช่วงแรกและขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งตกเล็กน้อยในช่วงท้าย แต่ทั้งนี้ การตกจากจุดเริ่มต้นของค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์จัตวาเป็นไปอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งถึงจุดที่มีค่าความถี่มูลฐานต่ำสุด ณ เวลา 40% จากนั้นจึงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงจุดที่มีค่าความถี่มูลฐานสูงสุด ณ เวลาที่ 90% คือ 138.35 เฮิรตซ์ ก่อนที่จะตกเล็กน้อยในช่วง 10% หลังของระยะเวลา ในขณะที่การตกในช่วงแรกของวรรณยุกต์ตรีเกิดขึ้นในช่วง 20% แรกของระยะเวลา เท่านั้นและมีค่าความถี่-มูลฐานต่ำสุด 117.74 เฮิรตซ์ ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงกว่าค่าความถี่มูลฐานต่ำสุดของวรรณยุกต์จัตวาจากนั้นขึ้นอย่างต่อเนื่องจนมีค่าความถี่มูลฐานสูงสุด 131.56 เฮิรตซ์ ณ เวลาที่ 80% และตกในช่วง 20% หลังของระยะเวลา

จะเห็นได้ว่า แม้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหรือการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวาจะมีความคล้ายคลึงกัน แต่โดยภาพรวมแล้วลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีไม่ว่าจะเป็นขึ้นหรือตกจะมีพิสัยที่แคบกว่าวรรณยุกต์จัตวา และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่มีมาก่อนหน้านี้ อาทิ Abramson (1962) และ Gandour et al. (1988) เห็นได้ว่า วรรณยุกต์ตรีมีค่าความถี่มูลฐานอยู่ในระดับสูงและมีการขึ้นตกของค่าโดยค่อยๆเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากจุดเริ่มต้นและตกเล็กน้อยในช่วงท้าย ในขณะที่งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยพบว่า วรรณยุกต์ตรียังคงมีค่าความถี่มูลฐานอยู่ในระดับสูง แต่มีลักษณะการขึ้นตกของค่าที่ถือได้ว่าใกล้เคียงวรรณยุกต์จัตวาอย่างมาก ซึ่งการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีที่พบในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของผดนิทรา ธีรานนท์ (2543) และ วิไลลักษณ์ จุฬาราชวงศ์ (2543) ที่พบว่าวรรณยุกต์ตรีมีค่าความถี่มูลฐานที่เปลี่ยนแปลงไปจากงานวิจัยที่ศึกษาก่อนหน้านี้

นอกจากจะพิจารณาถึงสัญลักษณ์ของค่าความถี่มูลฐานของแต่ละหน่วยเสียง
วรรณยุกต์แล้ว ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของแต่ละคู่วรรณยุกต์โดยการวิเคราะห์
ความแปรปรวน (ANOVA) โดยวิเคราะห์ทุกจุดเวลาและกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และพบว่า
โดยภาพรวมแล้วค่าความถี่มูลฐานของทุกคู่วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ มีความต่างอย่าง
มีนัยสำคัญ โดยมีจำนวนจุดที่แตกต่างกัน 3-8 จุด และพบความต่างอย่างมีนัยสำคัญได้ตั้งแต่ที่
เวลา 20% จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการเปล่งเสียงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าความถี่มูลฐานที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติที่วัดทุก 10%

คู่วรรณยุกต์	ค่านัยสำคัญของความต่าง (p)											จำนวนจุด ที่แตกต่าง
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
สามัญ-เอก	1.0	.991	.947	.910	.809	.562	.545	.544	.795	.999	.956	-
สามัญ-โท	.908	.391	.031*	.002*	.001*	.005*	.037*	.578	.999	0.987	.998	5
สามัญ-ตรี	.997	.993	.975	.837	.481	.147	.004*	.000*	.000*	.000*	.000*	5
สามัญ-จัตวา	1.0	.998	.933	.811	.720	.838	1.0	.122	.000*	.000*	.000*	3
เอก-โท	.934	.168	.002*	.000*	.000*	.000*	.000*	.020*	.659	0.999	.994	6
เอก-ตรี	.999	.901	.664	.311	.408	.001*	.000*	.000*	.000*	.000*	.002*	6
เอก-จัตวา	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.981	.452	.000*	.000*	.000*	.000*	4
โท-ตรี	.985	.673	.155	.060	.161	.792	.960	.009*	.000*	.000*	.000*	4
โท-จัตวา	.939	.172	.001*	.000*	.000*	.000*	.023*	.938	.000*	.000*	.000*	8
ตรี-จัตวา	1.0	.936	.602	.171	.021*	.004*	.002*	.052	.999	.215	.002*	4

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เราสามารถพิจารณาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญนี้โดยแบ่งออกเป็นช่วง
กล่าวคือ คู่วรรณยุกต์ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วงกลางของระยะเวลา คือ

- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โทมีความแตกต่างในช่วง จุดที่ 20% ถึง 60%
- วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์โทซึ่งมีความแตกต่างกันในช่วงจุดที่ 20% ถึงจุดที่ 70%
- วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วงกลางเช่นกัน คือ
จุดที่ 40% ถึง 60%

ส่วนคู่วรรณยุกต์ที่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วงท้ายของระยะเวลา คือ

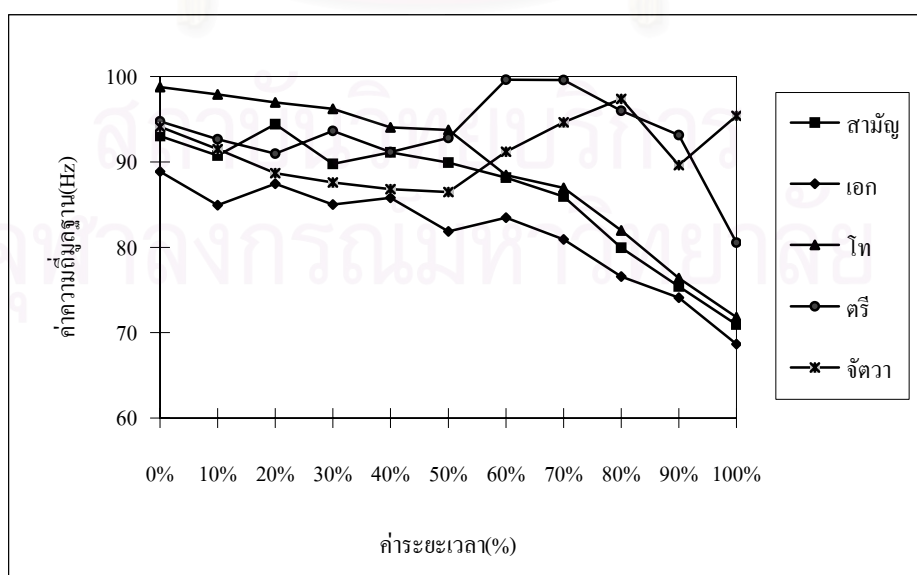
- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์ตรี แตกต่างกันในช่วงท้าย ที่เวลา 60% ถึง 100%

- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วงท้ายเช่นกันคือ จุดเวลาที่ 80% ถึง 100%
- วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์ตรีซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 50% หลังของระยะเวลา
- วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์จัตวามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 30% หลังของระยะเวลา คือ จุดที่ 70% ถึง 100%
- วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์ตรีแตกต่างกันในช่วงท้ายที่เวลา 70%-100%

ส่วนวรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์จัตวามีจำนวนจุดที่แตกต่างกันมากที่สุด คือ 8 จุด ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญนี้ พบทั้งช่วงกลาง คือ จุดที่ 20%ถึง 60%และช่วงท้าย ณ จุดที่ 80% ถึง 100% แต่ทั้งนี้พบว่า วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์สามัญเป็นคู่วรรณยุกต์ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งในปี 1975 Abramson ศึกษาวรรณยุกต์ภาษาไทยโดยทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติและพบว่าผู้ฟังสับสนระหว่างวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกมากที่สุด ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของวรรณยุกต์ทั้ง 2 หน่วยเสียงในงานวิจัยนี้

4.1.2 ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE

การวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ผู้วิจัยเสนอผลโดยการเฉลี่ยค่าความถี่มูลฐานที่วัดได้จากการออกเสียงวรรณยุกต์ของผู้พูด TE ทั้ง 3 คน ดังภาพที่ 4.2

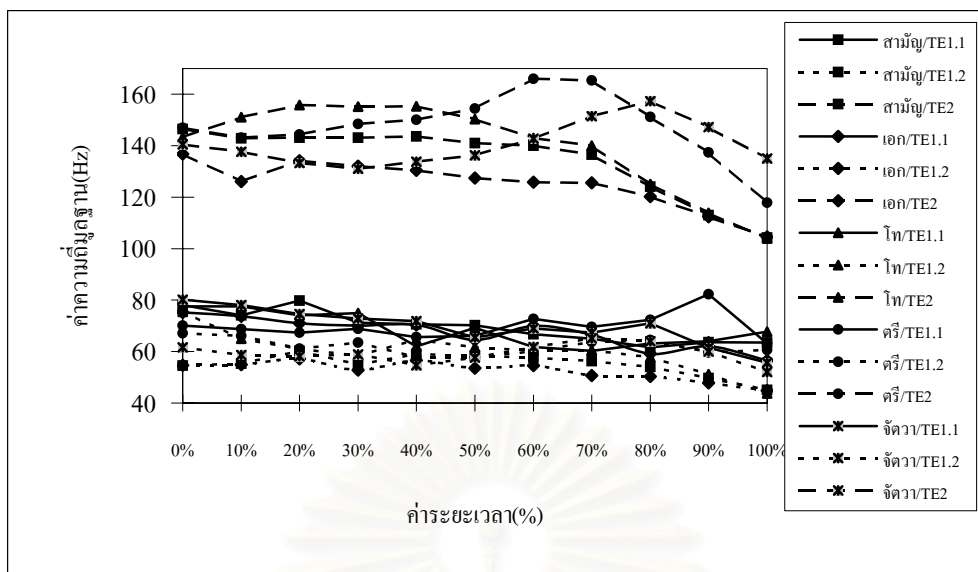


ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE

ถึงแม้ว่าลักษณะของกราฟแสดงการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ดังกล่าวจะพอมีความแตกต่างกันในแต่ละหน่วยเสียงวรรณยุกต์ แต่จากการพิจารณาในเบื้องต้นโดยการฟังของผู้วิจัยเอง พบว่า ผู้พูดทั้ง 3 คนมีความสามารถในการออกเสียงที่ต่างกันมาก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation / s.d.) ของค่าความถี่มูลฐานในการออกเสียงของผู้พูด TE ประกอบ พบว่ามีค่าที่สูงมาก ดังตารางที่ 4.2 นั่นคือ ผู้พูด TE ทั้ง 3 คนมีค่าความถี่มูลฐานแตกต่างกันมากนั่นเอง ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นความต่างของค่าความถี่มูลฐานนี้ในภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE

วรรณยุกต์	ค่าทางสถิติ	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
สามัญ	\bar{x}	93.03	90.73	94.4	89.77	91.1	89.91	88.15	85.95	79.95	75.42	70.96
	s.d.	47.77	46.09	43.3	46.89	45.83	44.63	45.15	44.06	38.42	33.27	30.32
เอก	\bar{x}	88.87	84.92	87.45	85.01	85.78	81.84	83.47	80.94	76.59	74.09	68.64
	s.d.	42.7	36.89	41	41.64	39.32	39.88	37.53	39.43	38.04	33.96	31.68
โท	\bar{x}	98.77	97.88	96.98	96.2	94.03	93.75	88.44	86.96	81.98	76.37	71.83
	s.d.	38.56	46.47	51.37	51.79	53.13	49.16	47.31	45.91	37.4	33.13	30.31
ตรี	\bar{x}	94.74	92.67	90.96	93.62	91.15	92.81	99.62	99.6	96	93.12	80.55
	s.d.	45.28	43.74	46.34	47.6	51.16	53.58	57.85	57.09	47.95	39.96	32.35
จัตวา	\bar{x}	94.12	91.48	88.69	87.59	86.81	86.46	91.17	94.62	97.39	89.6	80.94
	s.d.	41.24	41.13	39.45	38.26	41.63	43.32	44.87	49.22	52	49.9	46.88

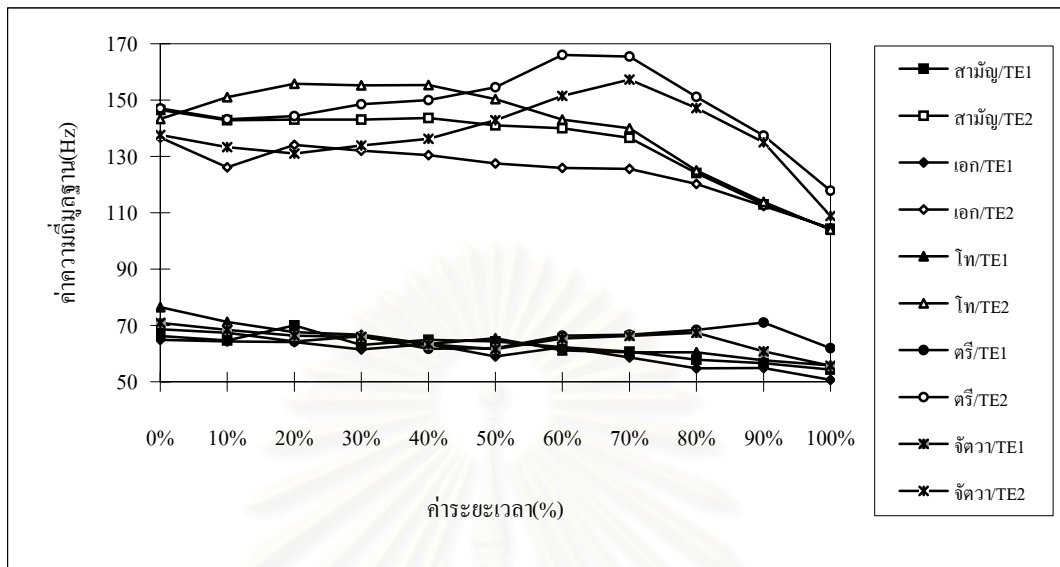


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE รายบุคคล²

จากภาพ 4.3 จะเห็นได้ว่า ผู้พูด TE คนที่ 1 และคนที่ 2 (TE1.1 และ TE1.2 ตามลำดับ) มีค่าความถี่มูลฐานอยู่ในระดับต่ำและมีการเปลี่ยนแปลงค่าที่ค่อนข้างคงระดับ ในขณะที่

ผู้พูด TE คนที่ 3 (TE กลุ่มที่ 2) มีค่าความถี่มูลฐานอยู่ในระดับสูงพร้อมกับมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงหรือการขึ้นตกของค่าที่เห็นได้ชัดเจน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการเสนอผลโดยเฉลี่ยค่าความถี่มูลฐานของผู้พูดทั้ง 3 คน มิใช่เป็นการเสนอค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงผู้พูดที่ใช้หลอด-ลม-หลอดอาหารอย่างแท้จริง แต่ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากภาพ 4.3 ข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่า เราสามารถแบ่งกลุ่มให้กับผู้พูด TE ได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้พบว่าผู้พูด TE คนที่ 1 และคนที่ 2 (TE1.1 และ TE1.2 ตามลำดับ) มีค่าความถี่มูลฐานที่เป็นไปในแนวเดียวกัน ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้เคยพูดคุยกับผู้ไร้-กล่องเสียงที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารมาจำนวนหนึ่ง ผู้วิจัยเห็นว่า แม้ผู้บอภาษาที่เป็นผู้พูด TE ทั้ง 3 คน จะมีความสามารถในการสื่อสารในระดับประโยคได้ดี แต่การพูดของผู้พูด TE คนที่ 1 และคนที่ 2 มีความคล้ายคลึงกับผู้พูด TE ส่วนใหญ่ มากกว่าผู้พูด TE คนที่ 3 ดังนั้น ผู้พูด TE คนที่ 1 และคนที่ 2 นี้ น่าจะเป็นตัวแทนของผู้ที่พูดโดยวิธีเดียวกันนี้ได้ดี ผู้วิจัยจึงจัดให้อยู่ในกลุ่มแรก คือ ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ในขณะที่ผู้พูด TE คนที่ 3 มีความแตกต่างจากกลุ่มแรกอย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงจัดให้อยู่ในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเมื่อจัดกลุ่มแล้วกราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของผู้พูด TE ทั้ง 2 กลุ่มเป็นไปดังภาพที่ 4.4

² ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยแทนผู้พูด TE คนที่ 1 ด้วย TE 1.1 ผู้พูด TE คนที่ 2 ด้วย TE 1.2 และ ผู้พูด TE คนที่ 3 ด้วย TE 2 เมื่อปรากฏในกราฟ



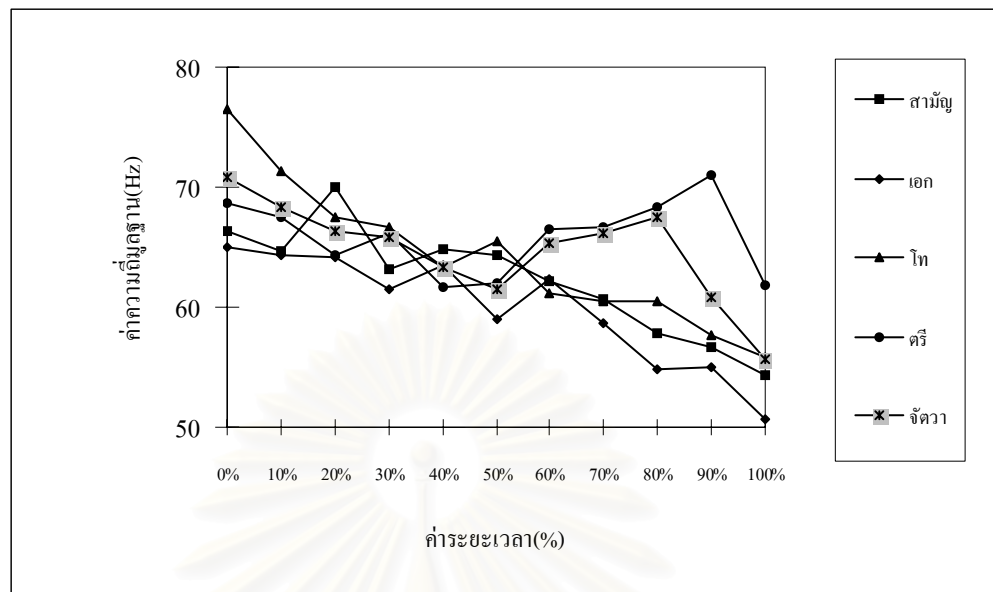
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2³

จากภาพ 4.4 ข้างต้น ยังคงเห็นถึงความแตกต่างของผู้พูดทั้ง 2 กลุ่มได้ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยจะได้กล่าวถึงผู้พูด TE แต่ละกลุ่มในรายละเอียดต่อไป

ก. ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1

จากการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 พบว่า วรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงมีค่าความถี่มูลฐานอยู่ในระดับต่ำและมีพิสัยแคบกราฟแสดงลักษณะการขึ้นตกเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ และโดยภาพรวมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าคล้ายคลึงกัน เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.5 เห็นได้ว่าช่วงแรกของระยะเวลาการเปล่งเสียง (0%-50%) ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงมีลักษณะไม่แตกต่างกัน คือ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงจากจุดเริ่มต้น แต่ในช่วง 50% หลังของระยะเวลา พบว่า ค่าความถี่มูลฐานมีความแตกต่างกัน คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์โทมีค่าลดลงจนถึงจุดสิ้นสุดระยะเวลาการเปล่งเสียง ในขณะที่วรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างในช่วงหลังนี้เห็นได้ไม่ชัดเจนนัก เนื่องจากผู้พูดกลุ่มนี้มีพิสัยค่าความถี่มูลฐานแคบ

³ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยแทนผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ด้วย TE 1 และแทนผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ด้วย TE 2 เมื่อปรากฏในกราฟ



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1

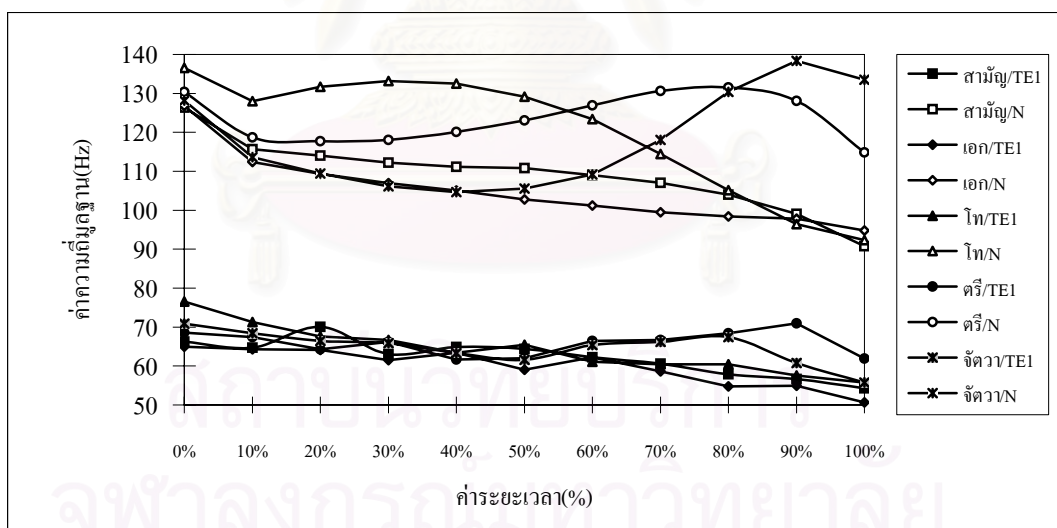
ตารางที่ 4.3 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าความถี่มูลฐานที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ที่วัดทุก 10%

คู่วรรณยุกต์	ค่านัยสำคัญของความต่าง (p)											จำนวนจุดที่แตกต่างกัน
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
สามัญ-เอก	.948	1.0	.405	.963	.969	.808	.806	.824	.990	.926	.780	-
สามัญ-โท	.910	.992	.690	.991	.938	.998	.934	.996	1.0	1.0	.996	-
สามัญ-ตีรี	1.0	.994	.858	.985	1.0	1.0	.958	.589	.142	.023*	.813	1
สามัญ-จัตวา	.960	.802	.931	.996	.990	1.0	.915	.959	.362	.988	.996	-
เอก-โท	.566	.994	.999	1.0	1.0	.965	1.0	.979	.983	.968	.637	-
เอก-ตีรี	.904	.995	.934	.765	.960	.792	.394	.101	.055	.002*	.185	1
เอก-จัตวา	.620	.826	.848	.836	.804	.790	.298	.406	.168	.685	.923	-
โท-ตีรี	.949	1.0	.993	.891	.926	.997	.632	.458	.308	.049*	.987	1
โท-จัตวา	.999	.985	.971	.934	.753	.997	.536	.861	.581	.986	.957	-
ตีรี-จัตวา	.984	.959	1.0	1.0	.993	1.0	1.0	.928	.981	.071	.585	-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าความถี่มูลฐานตามแกนเวลาในแต่ละคู่
 วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 พบว่า โดยภาพรวม
 แล้วทุกคู่วรรณยุกต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นวรรณยุกต์ตรีที่แตกต่างจาก
 วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์โทอย่างมีนัยสำคัญ 1 จุดเวลา คือ ที่ 90% ส่วนที่
 เวลา 70%-80% แม้จะไม่พบความแตกต่าง แต่เห็นได้ว่าค่านัยสำคัญที่คำนวณได้มีแนวโน้มเข้า
 ใกล้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ มีค่าใกล้เคียง 0.05 นั่นเอง (ดังตารางที่ 4.3)

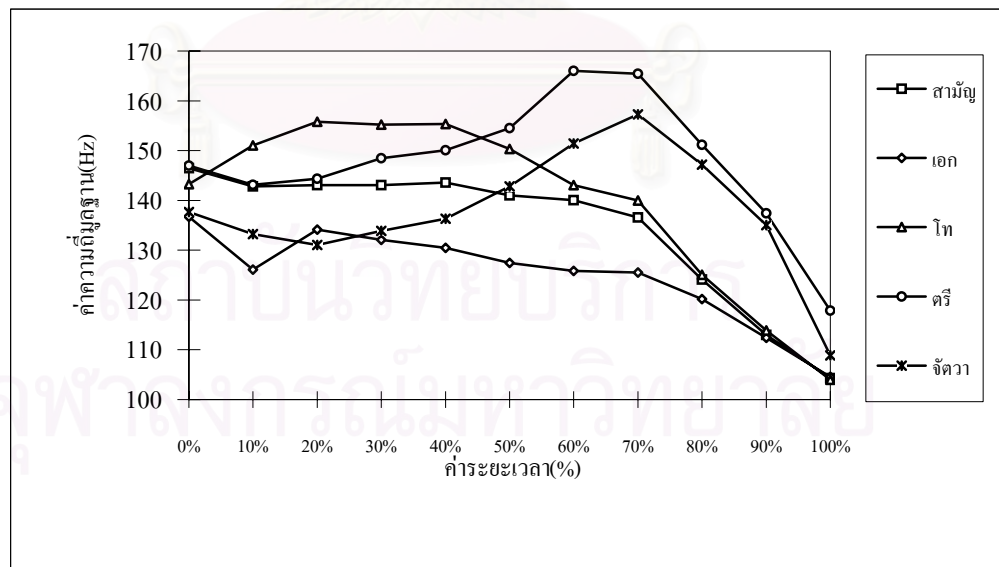
เมื่อเปรียบเทียบค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 กับผู้พูด
 ปกติ ดังภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ชัดเจนว่า การขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียง
 โดยผู้พูดปกติมีความแตกต่างกันใน 5 หน่วยเสียง ในขณะที่ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีค่าความถี่มูลฐาน
 ต่ำกว่าผู้พูดปกติมาก การขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงแตกต่างกัน
 ในช่วงท้าย แต่ไม่ชัดเจนเท่าที่พบในผู้พูดปกติเนื่องจากผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีพิสัยการขึ้นตกของค่าที่
 แคบกว่าผู้พูดปกติมาก จึงกล่าวได้ว่า ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูดปกติ มีค่าความถี่มูลฐานของ
 วรรณยุกต์ในภาษาไทย 5 หน่วยเสียงที่มีความแตกต่างกันทั้งในแง่ระดับและลักษณะการขึ้นตก



ภาพที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1
 และผู้พูดปกติ

ข. ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

จากการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียงที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 พบว่าวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกมีลักษณะการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานที่คล้ายคลึงกัน คือ คงระดับในช่วงแรกและตกอย่างต่อเนื่องในช่วงท้าย แต่ทั้งนี้การตกของวรรณยุกต์สามัญเป็นการตกที่มีพิสัยกว้างกว่าวรรณยุกต์เอกเล็กน้อย กล่าวคือวรรณยุกต์สามัญมีค่าความถี่มูลฐานสูงสุดที่ 146.49 เฮิรตซ์ และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 104.33 เฮิรตซ์ ในขณะที่วรรณยุกต์เอก มีค่าความถี่มูลฐานสูงสุดที่ 136.73 เฮิรตซ์ และลดลงจนกระทั่งถึงจุดต่ำสุดที่ 104.59 เฮิรตซ์ จะเห็นได้ว่า ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญตกจากจุดที่มีระดับสูงกว่าวรรณยุกต์เอก ส่วนวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีค่าความถี่มูลฐานอยู่ในระดับสูงกว่าวรรณยุกต์สามัญเล็กน้อยและลักษณะของกราฟแสดงการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานมีการเพิ่มขึ้นในช่วง 30% แรกของระยะเวลาและตกอย่างต่อเนื่องในช่วงท้าย ซึ่งการตกของวรรณยุกต์โทเป็นการตกอย่างรวดเร็วและมีพิสัยกว้าง ส่วนวรรณยุกต์ตรีที่มีลักษณะคล้ายวรรณยุกต์จัตวาอย่างมาก คือ ตกช่วงแรกเล็กน้อยจากนั้นขึ้นขึ้นอย่างต่อเนื่อง และตกอีกครั้งในช่วงท้าย แต่โดยภาพรวมแล้ว วรรณยุกต์จัตวามีระดับค่าความถี่มูลฐานที่ต่ำกว่าวรรณยุกต์ตรี ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

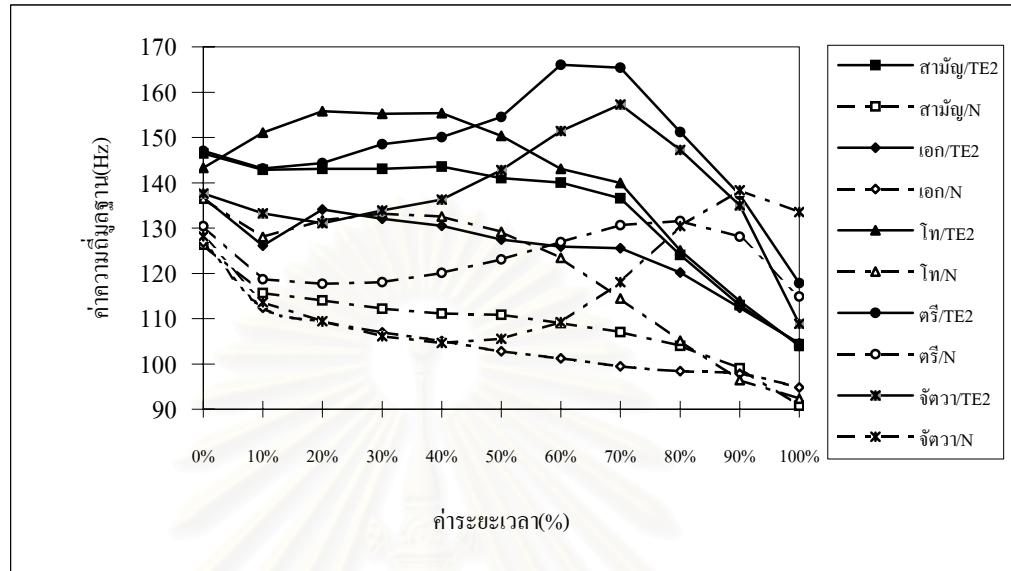
ตารางที่ 4.4 ค่านัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความถี่มูลฐานที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE
กลุ่มที่ 2 ที่วัดทุก 10%

คู่วรรณยุกต์	ค่านัยสำคัญของความต่าง (p)											จำนวนจุด ที่แตกต่าง
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
สามัญ-เอก	.831	.708	.947	.852	.757	.658	.640	.416	.994	.997	1.0	-
สามัญ-โท	.999	.972	.740	.864	.960	.997	1.0	.860	.991	.998	.999	-
สามัญ-ตรี	.999	1.0	.986	.947	.711	.253	.036*	.000*	.000*	.113	.858	3
สามัญ-จัตวา	.982	.994	.839	.669	.923	.999	.819	.001*	.000*	.000*	.002*	4
เอก-โท	.946	.381	.314	.315	.387	.498	.801	.082	.919	1.0	.998	-
เอก-ตรี	.721	.639	.731	.428	.118	.011*	.001*	.000*	.000*	.189	.868	4
เอก-จัตวา	.988	.951	.998	.996	.997	.818	.109	.000*	.000*	.000*	.002*	4
โท-ตรี	.993	.991	.954	.999	.985	.520	.041*	.007*	.002*	.279	.761	3
โท-จัตวา	.999	.845	.205	.189	.605	.974	.775	.029*	.000*	.001*	.002*	4
ตรี-จัตวา	.941	.981	.562	.267	.251	.154	.318	.964	.352	.178	.045*	1

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าความถี่มูลฐานของแต่ละคู่วรรณยุกต์ทุกจุดเวลา พบว่า คู่วรรณยุกต์ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วงกลางของระยะเวลา คือ วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์ตรีที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ 4 จุดเวลา คือ เวลาที่ 50% ถึง 80% วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์ตรี วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์ตรีที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ณ เวลาเดียวกัน คือ เวลาที่ 60% ถึง 80% และคู่วรรณยุกต์ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วงท้ายของระยะเวลา คือ วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์จัตวา วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวา วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์จัตวา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ เวลาเดียวกัน คือ ในช่วง 30% หลังของระยะเวลา นั่นคือ เวลาที่ 70% ถึง 100% ส่วนวรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวาที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 1 จุดเวลานั้นคือ เวลาที่ 100% นอกจากนี้ยังพบว่า วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์โท วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โท ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ทั้ง 3 หน่วยเสียงนี้ คือ วรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์สามัญ และวรรณยุกต์โท จะพบว่า วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์สามัญมีลักษณะการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานคล้ายคลึงกัน ส่วนวรรณยุกต์โท แม้ค่าความถี่มูลฐานจะเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและตกอย่างรวดเร็วในช่วงท้าย แต่มีระดับ

ที่ต่างจากวรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์สามัญไม่มากนัก ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแล้วจึงเห็นได้ว่าเป็นความต่างที่ไม่มีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 และผู้พูดปกติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 กับผู้พูดปกติ ดังภาพที่ 4.8 จะเห็นได้ว่า ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีระดับค่าความถี่มูลฐานสูงกว่าผู้พูดปกติ และมีกราฟแสดงลักษณะการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานของทั้ง 5 หน่วยเสียงวรรณยุกต์ที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับผู้พูดปกติ อย่างไรก็ตามการที่ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีระดับค่าความถี่มูลฐานสูงกว่าผู้พูดปกตินั้น ผู้วิจัยเห็นว่าอาจเนื่องมาจากลักษณะทางสรีระบางประการของผู้ไร้กล่องเสียงเองซึ่งน่าจะมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

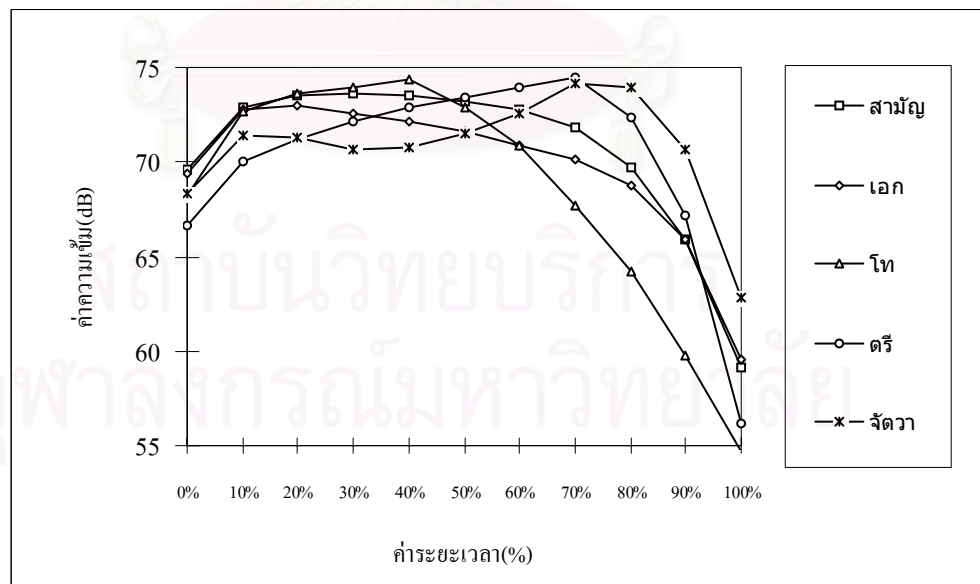
จากการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้ไร้กล่องเสียงที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร หรือ ผู้พูด TE พบว่า ผู้พูด TE มีความสามารถในการออกเสียงวรรณยุกต์ต่างกัน ผู้วิจัยจึงแบ่งผู้พูด TE ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และ TE กลุ่มที่ 2 ค่าความถี่มูลฐานของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีลักษณะคล้ายคลึงกันในช่วงครึ่งแรกของระยะเวลาการเปล่งเสียง แต่แตกต่างกันในช่วงครึ่งหลัง คือ วรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวานั้น ค่าความถี่มูลฐานมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์โทมีค่าลดลง การทดสอบความแตกต่างทางสถิติแสดงว่า วรรณยุกต์ตรีแตกต่างจากวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์โทอย่างมีนัยสำคัญ เห็นได้ว่า ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีค่าความถี่มูลฐานที่แสดง

ความแตกต่างของบางหน่วยเสียงวรรณยุกต์ ในขณะที่ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานคล้ายคลึงกับผู้พูดปกติมากกว่าผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 นั่นคือ โดยภาพรวมค่าความถี่มูลฐานสามารถจำแนกวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงออกจากกันได้เช่นเดียวกับของผู้พูดปกติ การทดสอบความแตกต่างทางสถิติแสดงว่า นอกจากวรรณยุกต์ตรีจะต่างจากวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์โทอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 แล้ววรรณยุกต์จัตวายังแตกต่างจากวรรณยุกต์ทั้ง 3 หน่วยเสียงนี้ด้วย และจากการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติในงานวิจัยนี้พบว่า วรรณยุกต์ตรีมีลักษณะการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานที่ต่างไปจากข้อสรุปของ Abramson แต่โดยภาพรวมแล้วค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติทั้ง 5 หน่วยเสียง ยังคงมีความแตกต่างกันและสามารถจำแนกวรรณยุกต์แต่ละหน่วยเสียงออกจากกันได้

4.2 ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทย

4.2.1 ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

จากการวิเคราะห์ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ จำนวน 3 คน ซึ่งผู้วิจัยวัดค่าทุก 10% ของระยะเวลา พบว่า วรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงมีระดับค่าความเข้มใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาถึงการเพิ่มลดของค่าความเข้มในพยางค์ พบว่ามีความแตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

เราสามารถแบ่งกลุ่มของวรรณยุกต์ภาษาไทยโดยการพิจารณาจากการเพิ่มลดของค่าความเข้มดังกล่าวออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงครึ่งแรกของระยะเวลาการเปล่งเสียง และกลุ่มที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงครึ่งหลังของระยะเวลาการเปล่งเสียง

วรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงครึ่งแรกของระยะเวลา คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์โท เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของแต่ละหน่วยเสียงวรรณยุกต์พบว่า วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกแตกต่างจากวรรณยุกต์โท กล่าวคือ วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกมีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงแรก (73.68 เดซิเบล และ 72.94 เดซิเบล ตามลำดับ) จากนั้นค่าความเข้มค่อนข้างคงที่จนถึงที่ 80% ในขณะที่วรรณยุกต์โหมีมีค่าความเข้มสูงสุด (74.35 เดซิเบล) ที่ 40% จากนั้นมีค่าลดลงทันทีอย่างรวดเร็วหลังจุดที่มีค่าความเข้มสูงสุด

วรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงหลังของระยะเวลา คือ วรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวา ทั้งสองหน่วยเสียงวรรณยุกต์มีค่าความเข้มสูงสุด (74.48 เดซิเบล และ 74.13 เดซิเบล ตามลำดับ) ที่ 70% จากนั้นค่าความเข้มลดลงอย่างรวดเร็วในทั้งสองกรณี เมื่อพิจารณาในรายละเอียดแล้ว พบว่า ทั้งสองหน่วยเสียงวรรณยุกต์นี้มีความต่าง กล่าวคือ วรรณยุกต์ตรีมีค่าความเข้มที่ค่อยๆเพิ่มขึ้นในช่วงแรกจนกระทั่งความเข้มมีค่าสูงสุดในขณะที่วรรณยุกต์จัตวามีลักษณะการเพิ่มและลดของค่าความเข้มที่แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ความเข้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงเล็กน้อยจากนั้นจึงเพิ่มขึ้นอีกครั้งจนกระทั่งมีค่าความเข้มสูงสุด

ตารางที่ 4.5 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติที่วัดทุก 10%

คู่วรรณยุกต์	ค่านัยสำคัญของความต่าง (p)											จำนวนจุดที่แตกต่างกัน
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
สามัญ-เอก	.999	1.0	.982	.837	.968	.511	.347	.450	.943	1.0	.994	-
สามัญ-โท	.625	.999	1.0	.998	.932	.997	.380	.000*	.000*	.000*	.002*	4
สามัญ-ตรี	.019*	.042*	.160	.560	.968	1.0	.692	.490*	.066	.831	.133	3
สามัญ-จัตวา	.074	.069	.005*	.000*	.001*	.035*	.769	.627	.006*	.006*	.161	6
เอก-โท	.776	1.0	.969	.661	.219	.734	1.0	1.0	.000*	.000*	.000*	3
เอก-ตรี	.040*	.057	.442	.991	.968	.382	.012*	.000*	.006*	.839	.045*	5
เอก-จัตวา	.142	.094	.038*	.015*	.093	.792	.933	.011*	.000*	.006*	.376	5
โท-ตรี	.489	.087	.131	.364	.597	.982	.015*	.000*	.000*	.000*	.712	4
โท-จัตวา	.831	.141	.004*	.000*	.000*	.098	.949	.000*	.000*	.000*	.000*	7
ตรี-จัตวา	.964	.996	.859	.068	.012*	.018*	.073	.569	.981	.167	.000*	3

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

นอกจากการพิจารณาระดับและลักษณะการเพิ่มและลดของค่าความเข้มแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าความเข้มของแต่ละคู่วรรณยุกต์ โดยกำหนดค่านัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งเมื่อพิจารณาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของวรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงแรกแล้ว พบว่า

- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ
- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์โทมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในช่วงหลังของระยะเวลา

เมื่อพิจารณาวรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดอยู่ในช่วงครึ่งหลังของระยะเวลา พบว่า

- วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วงกลาง คือ ที่ 20%-40%

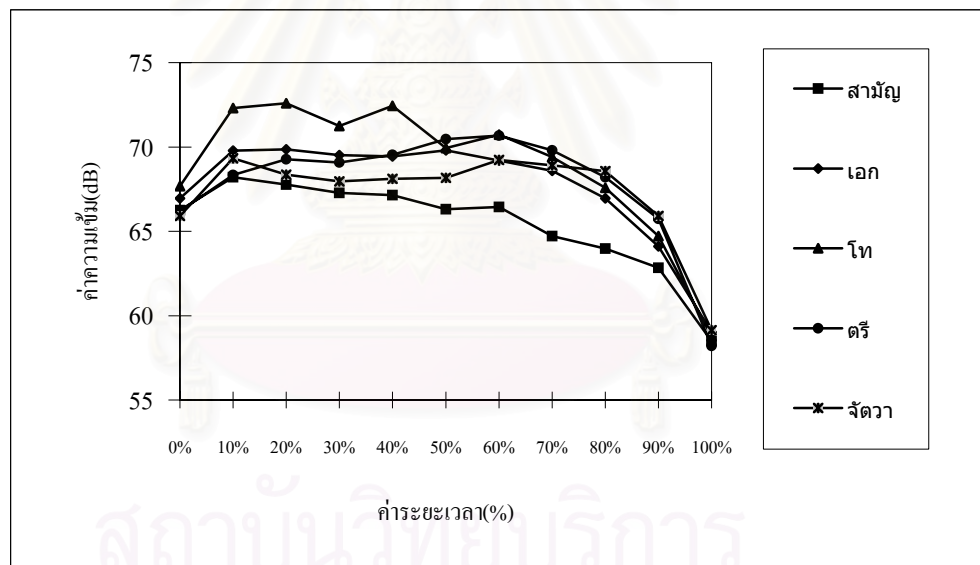
เมื่อพิจารณาวรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดอยู่ในช่วงเวลาที่ต่างกัน พบว่า

- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์ตรีมีความแตกต่างในช่วง 10% แรกของระยะเวลา
- วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์ตรี และวรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์ตรีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างน้อย 30% ในช่วงหลังของระยะเวลา คือ เวลาที่ 60-80%
- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวา วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์จัตวาและวรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์จัตวามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ 2 ช่วง คือ ช่วงกลางและท้าย

เห็นได้ว่าวรรณยุกต์จัตวาเป็นวรรณยุกต์ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากวรรณยุกต์อื่นทุกหน่วยเสียงในช่วงกลาง และต่างจากวรรณยุกต์โทมากที่สุดโดยมีจำนวนจุดที่ต่าง 7 จุด เมื่อพิจารณาจากกราฟแสดงการเพิ่มลดของค่าความเข้มในภาพที่ 4.9 ประกอบจะพบว่า วรรณยุกต์จัตวามีค่าความเข้มที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงกลางก่อนที่จะเพิ่มขึ้นในช่วงหลัง ดังนั้น การที่ค่าความเข้มลดลงอย่างมากในช่วงกลางนี้จึงเป็นจุดที่ทำให้เกิดความต่างอย่างมีนัยสำคัญจากวรรณยุกต์หน่วยเสียงอื่น นอกจากนี้วรรณยุกต์โทยังเป็นวรรณยุกต์ที่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญจากวรรณยุกต์อื่นทุกหน่วยเสียงในช่วงหลังของระยะเวลา เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.9 จะเห็นว่ามีคุณสมบัติคล้ายกัน คือ วรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงแรก จากนั้นลดลงทันทีจนกระทั่งมีค่าความเข้มในช่วงท้ายอยู่ในระดับต่ำกว่าวรรณยุกต์หน่วยเสียงอื่นจนทำให้เกิดความต่างอย่างมีนัยสำคัญ

4.2.2 ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE

จากการวิเคราะห์ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร หรือผู้พูด TE จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยวัดค่าด้วยวิธีการเดียวกับผู้พูดปกติ คือ วัดค่าความเข้มที่ทุก 10% ของระยะเวลา พบว่า กราฟแสดงการเพิ่มลดของค่าความเข้มเป็นไปตามภาพที่ 4.10 และมีผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติดังตารางที่ 4.6 เห็นได้ว่า วรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงมีระดับค่าความเข้มที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งมีเพียงค่าความเข้มในช่วงแรกของวรรณยุกต์โทและค่าความเข้มในช่วงท้ายของวรรณยุกต์สามัญเท่านั้นที่มีความแตกต่างเล็กน้อยจากค่าความเข้มของวรรณยุกต์หน่วยเสียงอื่น แต่อย่างไรก็ดี ผลการวิจัยเรื่องค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ใน 4.1.2 แสดงให้เห็นว่าผู้พูด TE แบ่งเป็นสองกลุ่ม และผู้พูดทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าความถี่มูลฐานที่ต่างกันอย่างชัดเจน ดังนั้น ในการวิเคราะห์ค่าความเข้ม ผู้วิจัยจึงพิจารณาแบ่งผู้พูด TE ออกเป็น 2 กลุ่มเช่นกัน คือ ผู้พูด TE คนที่ 1 และคนที่ 2 เป็นผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE คนที่ 3 เป็นผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 (ดูภาพที่ 4.11 และ 4.12 ประกอบ ตามลำดับ)

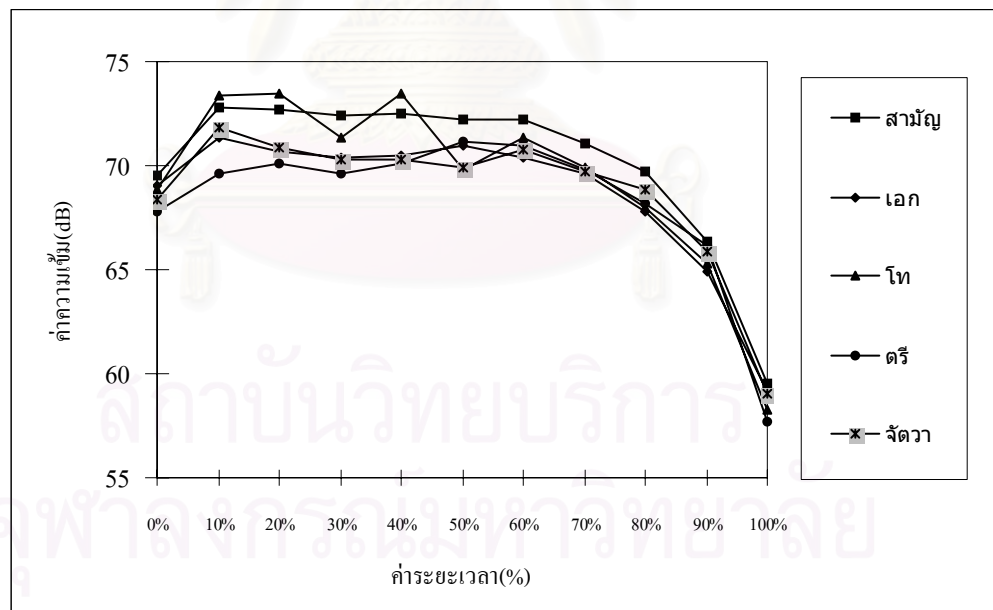


ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE

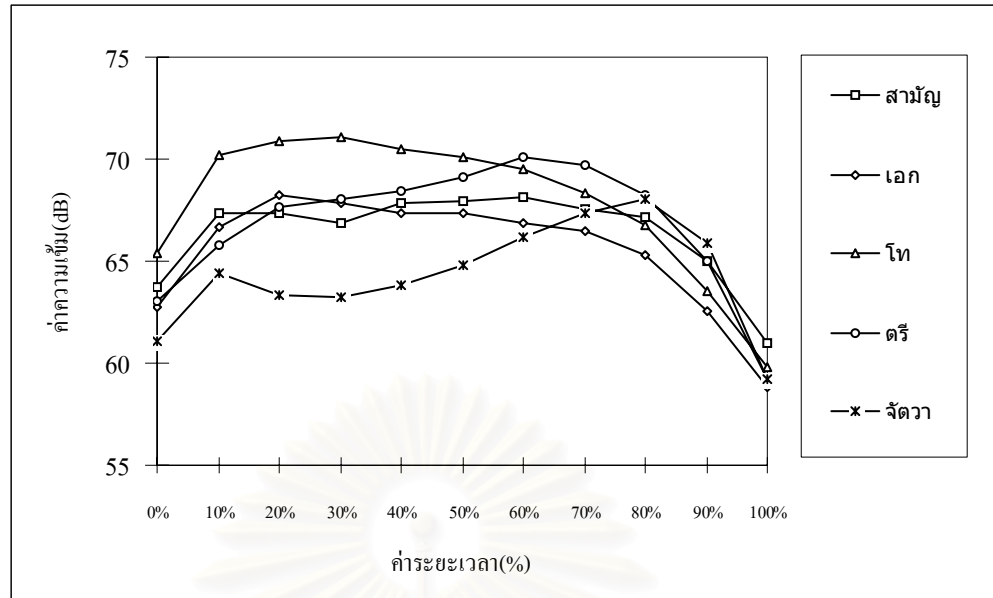
ตารางที่ 4.6 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ที่วัดทุก10%

คู่วรรณยุกต์	ค่านัยสำคัญของความต่าง (p)											จำนวนจุด ที่แตกต่าง
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
สามัญ-เอก	.992	.928	.962	.979	.890	.991	.874	.942	.744	.659	.854	-
สามัญ-โท	1.0	.886	.801	.997	.872	.995	1.0	.999	.926	.901	.717	-
สามัญ-ตรี	.861	.358	.827	.930	.911	1.0	1.0	1.0	.994	1.0	.336	-
สามัญ-จัตวา	.741	.821	.470	.637	.334	.418	.884	.992	1.0	1.0	.933	-
เอก-โท	.983	.404	.377	.890	.320	1.0	.904	.989	.995	.991	.999	-
เอก-ตรี	.983	.853	.995	.999	1.0	.998	.914	.953	.933	.725	.915	-
เอก-จัตวา	.947	1.0	.892	.940	.907	.736	1.0	.996	.709	.579	.999	-
โท-ตรี	.823	.043*	.183	.780	.352	.999	1.0	.999	.995	.935	.975	1
โท-จัตวา	.689	.228	.034*	.397	.028*	.696	.914	1.0	.916	.864	.982	2
ตรี-จัตวา	1.0	.909	.987	.985	.883	.524	.924	.995	.993	1.0	.758	-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีกราฟแสดงค่าความเข้มของวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงที่ใกล้เคียงกันมาก ในแง่ของระดับค่าความเข้ม อีกทั้งลักษณะการเพิ่มลดของค่าความเข้มยังเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากจุดเริ่มต้น คงที่ในช่วงกลางและลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงท้าย ดังภาพที่ 4.11 เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของแต่ละคู่วรรณยุกต์โดยทดสอบทุกจุดเวลาที่วัดค่าความเข้ม และกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลการทดสอบพบว่าทุกคู่วรรณยุกต์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ส่วนในกรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงมีความแตกต่างกัน เราสามารถแบ่งกลุ่มของวรรณยุกต์ภาษาไทยออกเป็น 2 กลุ่มโดยพิจารณาจากการเพิ่มลดของค่าความเข้ม คือ กลุ่มที่มีค่าความเข้มสูงสุดอยู่ในช่วงแรกของระยะเวลา ประกอบด้วยวรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์โท และกลุ่มที่มีค่าความเข้มสูงสุดอยู่ในช่วงหลังของระยะเวลา ประกอบด้วย วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวา

วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์โทเป็นวรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงแรกของระยะเวลา จากนั้นจึงค่อยๆ ลดลงในช่วงกลาง ส่วนในช่วง 20% หลังของระยะเวลามีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว วรรณยุกต์เอกมีค่าความเข้มสูงสุด (68.2 เดซิเบล) ที่ 20% วรรณยุกต์โทมีค่าความเข้มสูงสุด (71.08 เดซิเบล) ที่ 30%

ส่วนวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวา ซึ่งมีค่าความเข้มสูงสุด อยู่ในช่วงหลังของระยะเวลานั้น พบว่า วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์ตรีมีค่าความเข้มสูงสุด (68.12 เดซิเบล และ 70.12 เดซิเบล ตามลำดับ) ที่ 60% ส่วนวรรณยุกต์จัตวาที่มีค่าความเข้มสูงสุด (67.99 เดซิเบล) คือ ที่ 80% เมื่อพิจารณาการเพิ่มและลดของค่าความเข้ม เห็นได้ว่า วรรณยุกต์จัตวาแตกต่างจากวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์ตรี กล่าวคือ วรรณยุกต์จัตวามีค่าความเข้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงเล็กน้อยก่อนจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งจนกระทั่งมีค่าสูงสุด และลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 20% หลังของระยะเวลา ขณะที่วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์ตรี ค่าความเข้มค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุด

วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกนั้น อยู่ในกลุ่มที่มีค่าความเข้มต่างกัน แต่โดยภาพรวมของกราฟแสดงการเพิ่มลดของค่าความเข้ม มีลักษณะที่ไม่ต่างกันมาก คือ ค่าความเข้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรก ค่อยข้างคงที่ในช่วงกลางและลดลงในช่วงท้าย

เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียง โดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของแต่ละคู่วรรณยุกต์โดยทดสอบทุกจุดเวลาที่วัดค่าความเข้ม และกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 พบว่า โดยภาพรวมแล้ว มีเพียงวรรณยุกต์จัตวาที่มีความแตกต่างจากหน่วยเสียงวรรณยุกต์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ และเป็นความต่างในช่วงครึ่งแรกของระยะเวลา ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกราฟแสดงค่าความเข้มประกอบจะเห็นได้ว่าวรรณยุกต์จัตวามีค่าความเข้มลดลงจนมีระดับต่ำกว่าหน่วยเสียงวรรณยุกต์อื่นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ 20-40% ส่วนคู่วรรณยุกต์อื่น เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติแล้ว โดยภาพรวมพบว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.7 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มที่ออกเสียงโดยผู้พูดTE กลุ่มที่ 1 ที่วัด
ทุก 10%

คู่วรรณยุกต์	ค่านัยสำคัญของความต่าง (p)											จำนวนจุด ที่แตกต่าง
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
สามัญ-เอก	.999	.940	.886	.933	.897	.995	.944	.978	.909	.939	.998	-
สามัญ-โท	.995	.997	.995	.993	.994	.944	.997	.991	.936	.982	.875	-
สามัญ-ตรี	.845	.427	.707	.816	.817	.997	.986	.988	.961	1.0	.620	-
สามัญ-จัตวา	.962	.995	.936	.945	.826	.727	.980	.994	.999	.999	1.0	-
เอก-โท	1.0	.798	.650	.996	.683	.996	.995	1.0	1.0	.999	.964	-
เอก-ตรี	.945	.883	.998	.998	1.0	1.0	.999	1.0	1.0	.967	.796	-
เอก-จัตวา	.996	.993	.999	1.0	1.0	.922	.999	1.0	.958	.977	1.0	-
โท-ตรี	.972	.236	.456	.966	.566	.994	1.0	1.0	1.0	.993	.991	-
โท-จัตวา	.999	.942	.753	.998	.559	.992	1.0	1.0	.974	.997	.922	-
ตรี-จัตวา	.994	.605	.979	.994	1.0	.906	1.0	1.0	.988	1.0	.681	-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

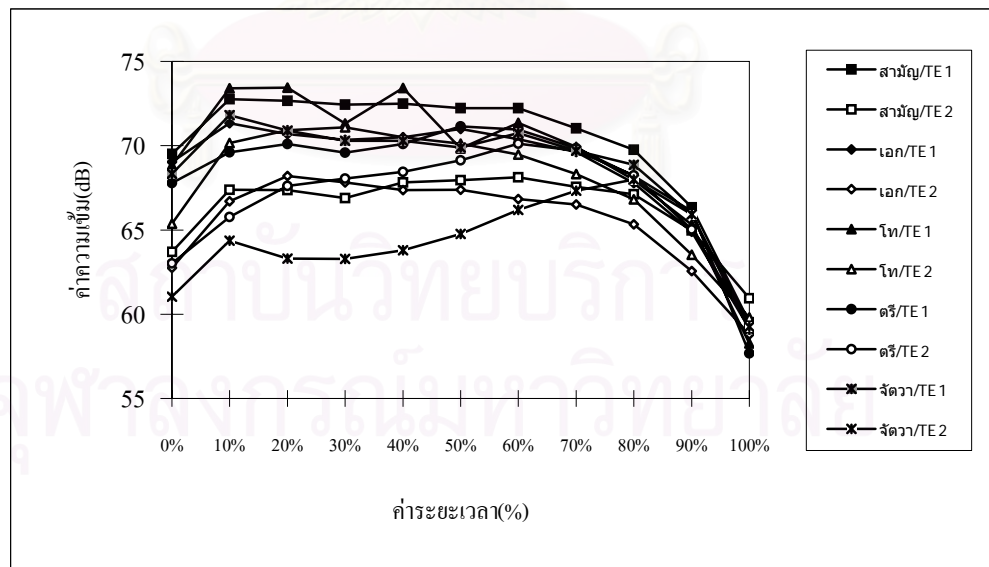
ตารางที่ 4.8 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มที่ออกเสียงโดยผู้พูดTEกลุ่มที่ 2 ที่วัด
ทุก10%

คู่วรรณยุกต์	ค่านัยสำคัญของความต่าง (p)											จำนวนจุด ที่แตกต่าง
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
สามัญ-เอก	.971	.989	.981	.966	.997	.995	.886	.944	.633	.275	.409	-
สามัญ-โท	.796	.302	.125	.028*	.222	.590	.871	.981	.955	.762	.888	1
สามัญ-ตรี	.991	.792	1.0	.927	.991	.934	.603	.526	.910	1.0	.651	-
สามัญ-จัตวา	.327	.162	.031*	.052	.015*	.143	.567	1.0	.551	.925	.593	2
เอก-โท	.407	.113	.366	.149	.147	.348	.322	.683	.779	.930	.925	-
เอก-ตรี	1.0	.968	.995	1.0	.933	.764	.126	.143	.161	.256	.996	-
เอก-จัตวา	.743	.411	.005*	.006*	.043*	.319	.987	.970	.177	.029*	.994	4
โท-ตรี	.513	.02*	.179	.207	.468	.963	.990	.857	.804	.740	.992	1
โท-จัตวา	.019*	.000*	.000*	.000*	.000*	.001*	.087	.939	.864	.230	.990	6
ตรี-จัตวา	.631	.832	.018*	.004*	.003*	.015*	.022*	.354	1.0	.937	1.0	5

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

4.2.3 เปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และผู้พูดปกติ

ในการเปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 (ดังภาพที่ 4.13) พบว่า ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีระดับค่าความเข้มสูงกว่าผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 แต่เมื่อพิจารณาลักษณะของกราฟแสดงการเพิ่มลดค่าความเข้ม เห็นได้ว่าค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้ง 5 หน่วยเสียง ในขณะที่ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีกราฟแสดงค่าความเข้มมีลักษณะการเพิ่มลดค่าที่ต่างกัน และสามารถแบ่งกลุ่มให้กับหน่วยเสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการพิจารณาจากตำแหน่งที่มีค่าความเข้มสูงสุดในพยางค์ ดังที่ได้กล่าวถึงข้างต้น ผู้วิจัยทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าความเข้มของแต่ละหน่วยเสียงวรรณยุกต์ระหว่างผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เพื่อเปรียบเทียบการออกเสียงวรรณยุกต์เดียวกันของผู้พูดต่างกลุ่มว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ และพบว่า วรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีค่าความเข้มที่แตกต่างจากผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญในช่วง 10-20% แรกของระยะเวลา วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีค่าความเข้มที่แตกต่างจากผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญในช่วง 40% แรกของระยะเวลา (ดังตารางที่ 4.9)



ภาพที่ 4.13 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

ตารางที่ 4.9 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มของวรรณยุกต์เปรียบเทียบ
ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

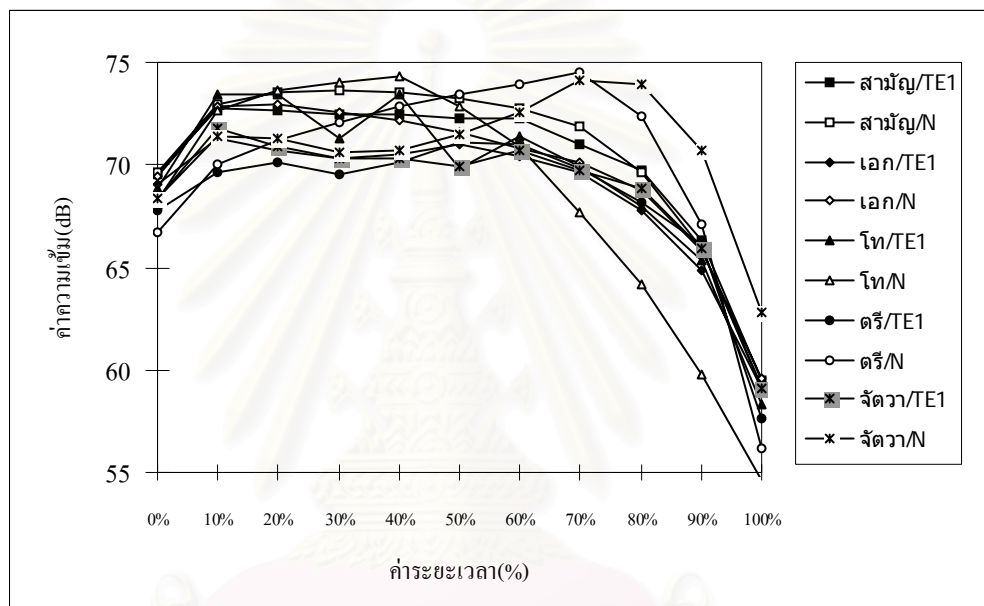
วรรณยุกต์	ค่าระดับนัยสำคัญของความต่าง(p)											จำนวนจุด ที่แตกต่าง
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
สามัญ	.000*	.002*	.005*	.005*	.027*	.053	.058	.133	.303	.678	.648	5
เอก	.000*	.016*	.326	.366	.223	.121	.132	.172	.328	.273	.970	2
โท	.024*	.040*	.208	.991	.195	.989	.511	.663	.865	.554	.494	2
ตรี	.008*	.065	.377	.710	.706	.629	.938	1.0	.993	.888	.481	1
จัตวา	.000*	.000*	.000*	.000*	.000*	.262	.022*	.270	.707	1.0	1.0	6

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่0.05

ในการเปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูดปกติ พบว่า โดยภาพรวมผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีระดับค่าความเข้มต่ำกว่าผู้พูดปกติเล็กน้อย ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมาก เมื่อพิจารณาลักษณะของกราฟแสดงการเพิ่มลดค่าความเข้ม เห็นได้ว่า ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้ง 5 หน่วยเสียง ดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ในขณะที่ผู้พูดปกติ กราฟแสดงค่าความเข้มมีลักษณะการเพิ่มลดค่าที่ต่างกัน และสามารถแบ่งกลุ่มให้กับวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการพิจารณาจากตำแหน่งที่มีค่าความเข้มสูงสุดในพยางค์ คือ วรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงแรกและวรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงหลังของพยางค์ จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่างผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูดปกติ โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เพื่อเปรียบเทียบการออกเสียงวรรณยุกต์เดียวกันของผู้พูดต่างกลุ่มว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ พบว่า วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก เป็นวรรณยุกต์ที่ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูดปกติมีค่าความเข้มที่ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ในขณะที่ วรรณยุกต์โท วรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีค่าความเข้มที่ต่างอย่างมีนัยสำคัญจากผู้พูดปกติอย่างน้อย 20% ในช่วงท้าย

เมื่อเปรียบเทียบผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 กับผู้พูดปกติ พบว่า ค่าความเข้มอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าความเข้มของผู้พูดปกติ เมื่อพิจารณาลักษณะของกราฟแสดงการเพิ่มลดค่าความเข้ม เห็นได้ว่า ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีค่าความเข้มของวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงแตกต่างกันเช่นเดียวกับในกรณีของผู้พูดปกติ สำหรับผู้พูดทั้ง 2 กลุ่ม เราสามารถแบ่งวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการพิจารณาจากตำแหน่งที่มีค่าความเข้มสูงสุดในพยางค์ กล่าวคือ หน่วยเสียงวรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงแรก คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์โท

ส่วนหน่วยเสียงวรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงท้ายของพยางค์คือ วรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวา แต่ในกรณีของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 แม้วรรณยุกต์สามัญจะมีค่าความเข้มสูงสุดอยู่ในช่วงท้ายพยางค์ แต่โดยรวมแล้วมีลักษณะการเพิ่มลดค่าความเข้มคล้ายคลึงกับวรรณยุกต์เอกซึ่งมีค่าความเข้มสูงสุดอยู่ในช่วงแรก ในการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่างผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 และผู้พูดปกติ โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เพื่อเปรียบเทียบการออกเสียงวรรณยุกต์เดียวกันของผู้พูดต่างกลุ่มว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ พบว่า ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีค่าความเข้มที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากผู้พูดปกติอย่างน้อย 20% ของระยะเวลาในทุกหน่วยเสียง

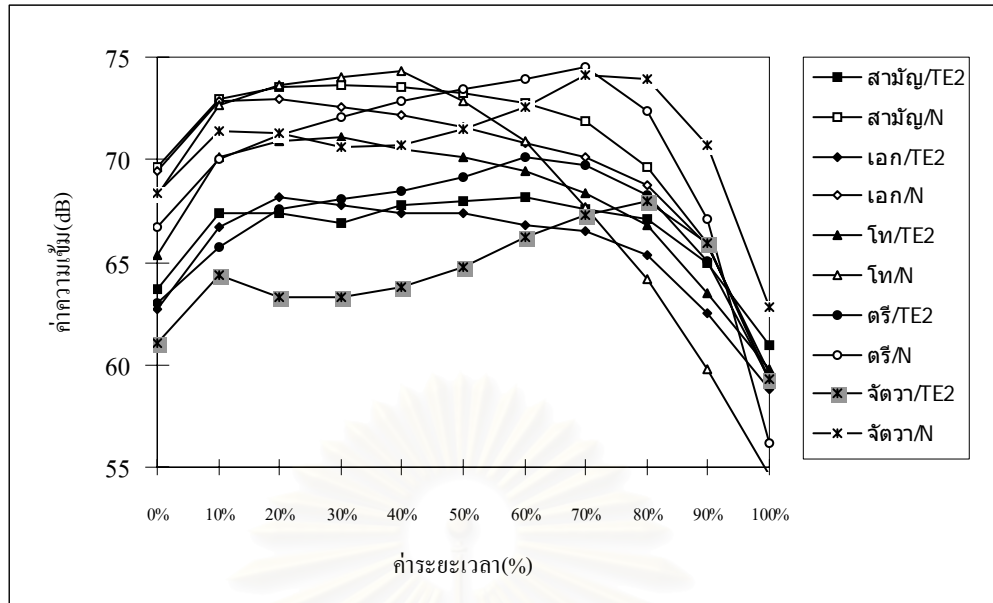


ภาพที่ 4.14 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูดปกติ

ตารางที่ 4.10 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มของวรรณยุกต์เปรียบเทียบผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูดปกติ

วรรณยุกต์	ค่าระดับนัยสำคัญของความต่าง(p)											จำนวนจุดที่แตกต่าง
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
สามัญ	.989	.987	.764	.603	.728	.746	.938	.838	.994	.914	.929	-
เอก	.949	.447	.195	.240	.462	.895	.938	.917	.699	.663	.908	-
โท	.852	.790	.989	.405	.718	.307	.923	.144	.010*	.000*	.002*	3
ตรี	.627	.943	.694	.172	.143	.301	.141	.009*	.025*	.798	.359	2
จัตวา	.480	.250	.674	.661	.889	.505	.872	.069	.006*	.003*	.062	2

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05



ภาพที่ 4.15 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 และผู้พูดปกติ

ตารางที่ 4.11 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าความเข้มของวรรณยุกต์เปรียบเทียบผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 และผู้พูดปกติ

วรรณยุกต์	ค่าระดับนัยสำคัญของความต่าง(p)										จำนวนจุดที่แตกต่างกัน	
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%		100%
สามัญ	.000*	.001*	.000*	.000*	.003*	.007*	.020*	.036*	.299	.835	.437	8
เอก	.000*	.000*	.012*	.020*	.021	.041	.056	.070	.083	.056	.832	4
โท	.048*	.097	.136	.469	.038	.551	.620	.812	.514	.017*	.000*	3
ตรี	.036*	.023*	.097	.059	.048*	.078	.141	.045*	.113	.571	.054	4
จัตวา	.000*	.000*	.000*	.000*	.000*	.031*	.004*	.002*	.003*	.023*	.169	10

*มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ในการวิเคราะห์ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียง พบว่า ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีระดับค่าความเข้มใกล้เคียงกับผู้พูดปกติ แต่มีทิศทางการเพิ่มลดค่าที่ต่างกัน คือ วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีทิศทางการเพิ่มลดค่าคล้ายคลึงกันทุกหน่วยเสียง ในขณะที่ผู้พูดปกติมีทิศทางการเพิ่มลดค่าแตกต่างกัน การทดสอบความแตกต่างทางสถิติแสดงว่า ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีค่าความเข้มของทุกคู่วรรณยุกต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงกล่าวได้ว่าการเปล่งเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ค่าความเข้มไม่มีบทบาทในการจำแนกวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงออกจากกัน กรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีความคล้ายคลึงกับผู้พูดปกติมากกว่าผู้พูด TE กลุ่มที่ 1

คือ วรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงมีลักษณะการเพิ่มลดค่าความเข้มที่แตกต่างกัน เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าวรรณยุกต์จัตวามีความแตกต่างจากวรรณยุกต์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยวรรณยุกต์จัตวากับวรรณยุกต์โทเป็นคู่วรรณยุกต์ที่แตกต่างกันชัดเจนกว่าวรรณยุกต์อื่น เมื่อพิจารณาค่าความถี่มูลฐานของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ประกอบ จะเห็นว่ามีผลสอดคล้องกันคือ คู่วรรณยุกต์ที่มีค่าความเข้มความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญนั้น เป็นคู่วรรณยุกต์ที่มีค่าความถี่มูลฐานแตกต่างกันเช่นกัน ยกเว้นวรรณยุกต์จัตวากับวรรณยุกต์ตรี และวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โท ซึ่งค่าความเข้มมีความแตกต่าง ในขณะที่ค่าความถี่มูลฐานแสดงว่าวรรณยุกต์คู่นี้ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ความแตกต่างของค่าความเข้มจะมีบทบาทสำคัญในการออกเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 เพื่อจำแนกวรรณยุกต์จัตวาออกจากวรรณยุกต์ตรี และจำแนกวรรณยุกต์สามัญออกจากวรรณยุกต์โท

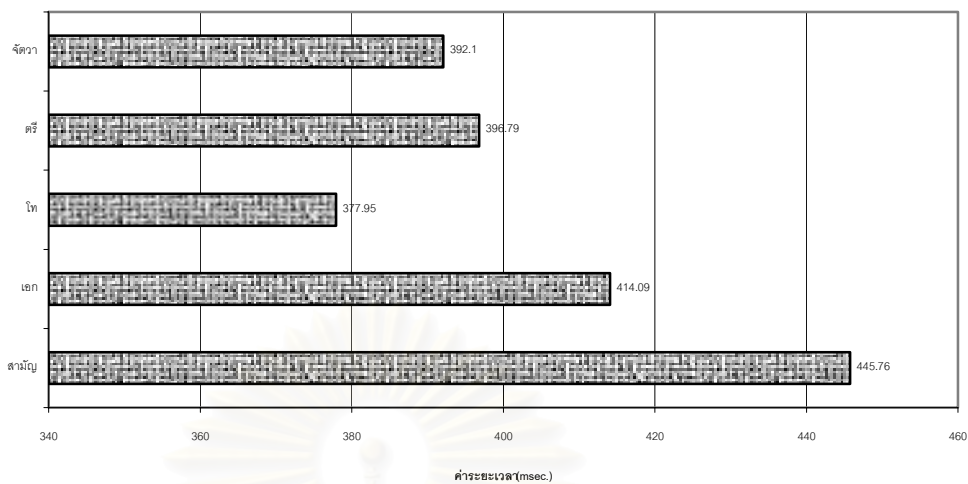
4.3 ค่ำระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทย

4.3.1 ค่ำระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

จากการวิเคราะห์ค่ำระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ จำนวน 3 คน พบว่า วรรณยุกต์สามัญเป็นวรรณยุกต์ที่มีค่ำระยะเวลาสูงสุด (445.76 มิลลิวินาที) รองลงมาคือ วรรณยุกต์เอก (414.09 มิลลิวินาที) วรรณยุกต์ตรี (396.79 มิลลิวินาที) วรรณยุกต์จัตวา (392.10 มิลลิวินาที) และวรรณยุกต์โทมีค่ำระยะเวลาน้อยที่สุด (377.95 มิลลิวินาที) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของปิยฉัตร ปานโรจน์ (2534) ซึ่งพบว่า วรรณยุกต์สามัญเป็นวรรณยุกต์ที่มีค่ำระยะเวลาสูงที่สุดและวรรณยุกต์โทเป็นวรรณยุกต์ที่มีค่ำระยะเวลาน้อยที่สุด และในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่ำระยะเวลาของวรรณยุกต์ในภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียงโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 พบว่า วรรณยุกต์สามัญแตกต่างจากวรรณยุกต์ตรี วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวาอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่คู่วรรณยุกต์อื่นๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.12 ค่ำระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

วรรณยุกต์	ค่ำระยะเวลา(มิลลิวินาที)
วรรณยุกต์สามัญ	445.76
วรรณยุกต์เอก	414.09
วรรณยุกต์โท	377.95
วรรณยุกต์ตรี	396.79
วรรณยุกต์จัตวา	392.10



ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

ตารางที่ 4.13 ค่านัยสำคัญของค่าระยะเวลาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คู่วรรณยุกต์	ค่านัยสำคัญของความต่าง (p)
สามัญ-เอก	.374
สามัญ-โท	.000*
สามัญ-ตรี	.037*
สามัญ-จัตุวา	.007*
เอก-โท	.081
เอก-ตรี	.885
เอก-จัตุวา	.654
โท-ตรี	.565
โท-จัตุวา	.671
ตรี-จัตุวา	.999

*มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

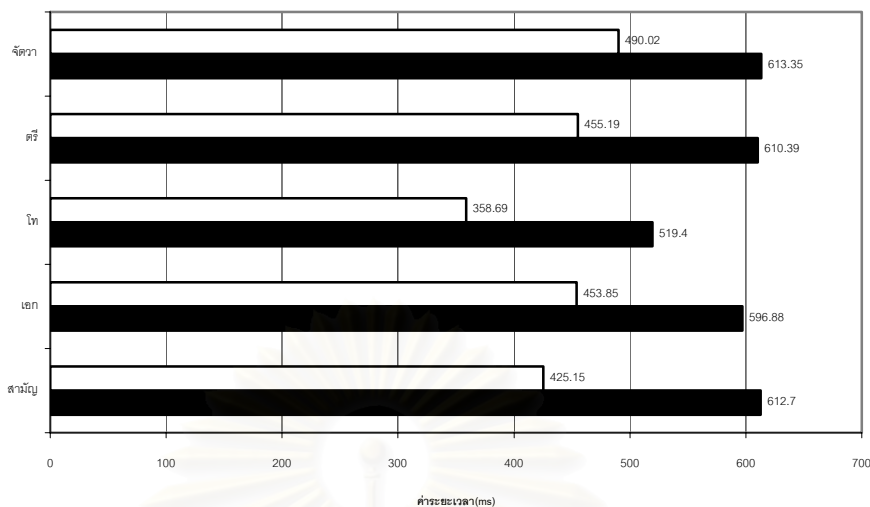
4.3.2 ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE

จากการวิเคราะห์ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ในภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE จำนวน 3 คน พบว่า โดยภาพรวมทุกหน่วยเสียงวรรณยุกต์มีค่าระยะเวลาสูงกว่าผู้พูดปกติ แต่จากการฟังในเบื้องต้น ผู้วิจัยเห็นว่าผู้พูด TE ทั้ง 3 คน มีค่าระยะเวลาในการออกเสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงที่ต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ผู้พูด TE คนที่ 3 ออกเสียงวรรณยุกต์ทุกหน่วยเสียงสั้นกว่าผู้พูด TE อีกสองคนอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงแบ่งผู้พูด TE ออกเป็น 2 กลุ่ม เช่นเดียวกับในการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้ม และทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าระยะเวลาโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เพื่อเปรียบเทียบผู้พูดทั้งสองกลุ่ม และพบว่า ผู้พูด TE ทั้งสองกลุ่มมีค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกหน่วยเสียงวรรณยุกต์ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่า เนื่องมาจากลักษณะการพูดคุยของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ที่มีมักจะพูดเร็วและสั้นกว่าผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์อื่นๆ ใน 4.1.2 และ 4.2.2

ในภาพรวมแล้ว ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดทั้งสองกลุ่มเป็นไปในแนวเดียวกัน คือ วรรณยุกต์จัตวาเป็นวรรณยุกต์ที่มีค่าระยะเวลาสูงสุด และวรรณยุกต์โทเป็นวรรณยุกต์ที่มีค่าระยะเวลาน้อยที่สุด โดยที่ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีค่าระยะเวลาในการออกเสียงวรรณยุกต์มากกว่าผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ในทุกหน่วยเสียง

ตารางที่ 4.14 ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE

วรรณยุกต์	ค่าระยะเวลา(ms)	
	TE กลุ่มที่ 1	TE กลุ่มที่ 2
วรรณยุกต์สามัญ	612.70	425.15
วรรณยุกต์เอก	596.88	453.85
วรรณยุกต์โท	519.40	358.69
วรรณยุกต์ตรี	610.39	455.19
วรรณยุกต์จัตวา	613.35	490.02



ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดTE

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของผู้พูดแต่ละกลุ่ม พบว่า ในการออกเสียงของผู้พูดTE กลุ่มที่ 1 วรรณยุกต์จัตวามีค่าระยะเวลามากที่สุด (613.35 มิลลิวินาที) ซึ่งใกล้เคียงกับวรรณยุกต์สามัญ (612.7 มิลลิวินาที) รองลงมาคือ วรรณยุกต์ตรี (610.39 มิลลิวินาที) และวรรณยุกต์เอก (596.88 มิลลิวินาที) ส่วนวรรณยุกต์ที่มีค่าระยะเวลาน้อยที่สุดคือ วรรณยุกต์โท (519.4 มิลลิวินาที) ในการออกเสียงวรรณยุกต์ของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 วรรณยุกต์จัตวามีค่าระยะเวลามากที่สุด เช่นเดียวกับในผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 (490.02 มิลลิวินาที) รองลงมาคือวรรณยุกต์ตรี (455.19 มิลลิวินาที) วรรณยุกต์เอก (453.85 มิลลิวินาที) วรรณยุกต์สามัญ (425.15 มิลลิวินาที) ตามลำดับ และวรรณยุกต์โทเป็นวรรณยุกต์ที่มีค่าระยะเวลาน้อยที่สุด (358.69 มิลลิวินาที)

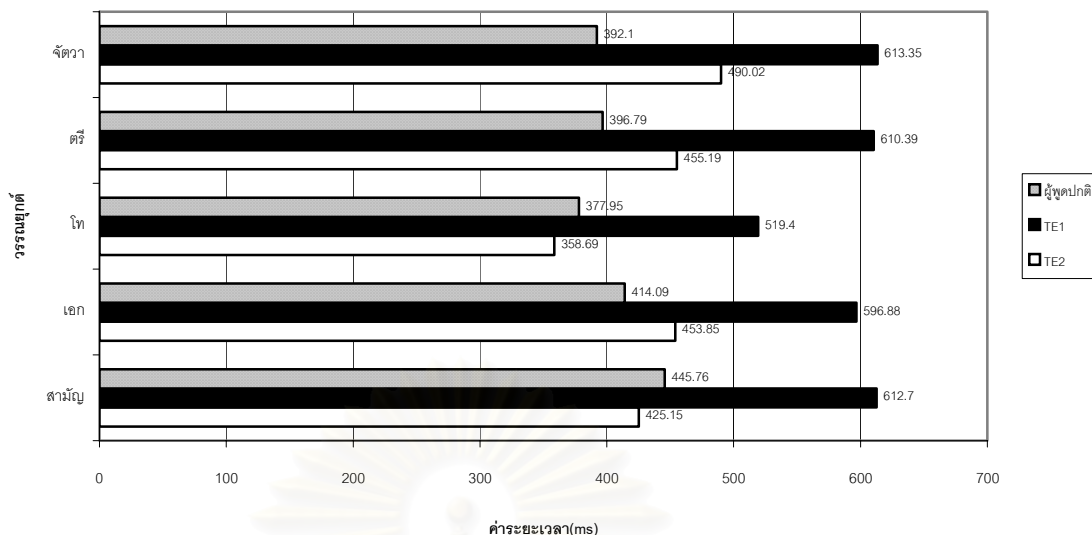
ตารางที่ 4.15 ค่านัยสำคัญของความต่างของค่าระยะเวลาที่ออกเสียงโดย
ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

คู่วรรณยุกต์	ค่านัยสำคัญของความต่าง (p)	
	TE กลุ่มที่ 1	TE กลุ่มที่ 2
สามัญ-เอก	.939	.394
สามัญ-โท	.000*	.001*
สามัญ-ตรี	1.0	.346
สามัญ-จัตวา	1.0	.000*
เอก-โท	.001*	.000*
เอก-ตรี	.965	1.0
เอก-จัตวา	.911	.122
โท-ตรี	.000*	.000*
โท-จัตวา	.000*	.000*
ตรี-จัตวา	1.0	.149

*มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ทั้งสองกลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 พบว่า ผู้พูด TE ทั้งสองกลุ่มมีความคล้ายคลึงกัน คือ วรรณยุกต์โทมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากวรรณยุกต์อื่น คือ วรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์ตรี และวรรณยุกต์จัตวา นอกจากนี้ ในการออกเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ยังพบว่าวรรณยุกต์สามัญมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากวรรณยุกต์จัตวา ส่วนคู่วรรณยุกต์อื่นมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ดังตารางที่ 4.15)

เมื่อเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติที่ได้กล่าวถึงใน 4.3.1 กับผู้พูด TE (ดังภาพที่ 4.18) จะเห็นได้ว่า ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ในภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ทุกหน่วยเสียงมีค่ามากกว่าค่าระยะเวลาของผู้พูดปกติ ผู้วิจัยเห็นว่าเนื่องมาจากความยากลำบากในการควบคุมให้ P-E segment เริ่มและหยุดทำงาน จึงเป็นผลให้การออกเสียงต้องใช้ระยะเวลามากกว่าผู้พูดปกติ ในขณะที่ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 สามารถควบคุมการเริ่มและหยุดทำงานของ P-E segment ได้ดี ค่าระยะเวลาจึงใกล้เคียงกับผู้พูดปกติทุกหน่วยเสียง



ภาพที่ 4.18 กราฟเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE และผู้พูดปกติ

การวิเคราะห์ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ทั้งสองกลุ่ม พบว่าผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงใกล้เคียงกัน ยกเว้นวรรณยุกต์ โท การทดสอบความแตกต่างทางสถิติแสดงว่า วรรณยุกต์โทแตกต่างจากวรรณยุกต์อื่น คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์ตีร์และวรรณยุกต์จัตวาอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณา ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ทั้ง 4 คู่นี้ประกอบ พบว่า มีเพียงวรรณยุกต์ตีร์เท่านั้นที่แตกต่าง จากวรรณยุกต์โท ส่วนค่าความเข้มของผู้พูดกลุ่มนี้ แสดงให้เห็นว่า ไม่มีวรรณยุกต์คู่ใดแตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 สามารถออกเสียงวรรณยุกต์โทแยกจากวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์จัตวาได้ดี โดยมีค่าระยะเวลาที่แสดงความต่าง นอกจากนี้ผู้พูดกลุ่มนี้ ยังสามารถออกเสียงวรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์ตีร์แยกจากกันได้ดีกว่าคู่วรรณยุกต์อื่นๆ เนื่องจาก มีความแตกต่างทั้งค่าระยะเวลาและค่าความถี่มูลฐาน

กรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 พบว่ามีความคล้ายคลึงกับผู้พูดปกติ คือ ค่าระยะเวลาของ วรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงแตกต่างกัน ในการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าเป็นไปในแนว เดียวกับผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 นั่นคือ วรรณยุกต์โทมีค่าระยะเวลาแตกต่างจากวรรณยุกต์อื่นอย่างมี นัยสำคัญ และวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวาแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน เมื่อพิจารณา ผลการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มประกอบ เห็นได้ว่า วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์ สามัญมีค่าความถี่มูลฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนวรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์เอก นอกจากค่าความถี่มูลฐานจะไม่แตกต่างกันแล้วค่าความเข้มก็ไม่แตกต่างกันด้วย จึงกล่าวได้ว่าค่า ระยะเวลา มีบทบาทสำคัญในการแปลงเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 เพื่อจำแนกวรรณยุกต์โทออก จากวรรณยุกต์อื่น เมื่อค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มแสดงว่าคู่วรรณยุกต์นั้นไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ทั้ง 3 ประการ คือ ค่าความถี่มูลฐาน ค่าความเข้ม และค่าระยะเวลา สรุปได้ว่า สำหรับผู้พูด TE โดยภาพรวมแล้วค่าความถี่มูลฐานยังคงมีบทบาทในการจำแนกวรรณยุกต์ออกจากกัน แต่ความสามารถในการจำแนกนี้ไม่ดีเท่าในผู้พูดปกติ ค่าความถี่มูลฐานของผู้พูด TE มีความแตกต่างในช่วงท้ายของระยะเวลาการเปล่งเสียง ดังกรณีของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปัญหาในการเปล่งเสียงวรรณยุกต์ของผู้พูด TE ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงต้นของระยะเวลาการเปล่งเสียงที่ไม่สามารถควบคุมให้ P-E segment สั้นด้วยอัตราเร็วที่ต่างกันตามแต่ละหน่วยเสียงวรรณยุกต์ได้

ค่าทางกลศาสตร์อีกประการหนึ่งคือ ค่าระยะเวลา แม้ว่าโดยภาพรวมแล้ว ค่าระยะเวลาของผู้พูด TE จะสูงกว่าผู้พูดปกติ นั่นอาจเป็นเพราะความยากในการควบคุมให้ P-E segment หยุดสั้นนั่นเอง แต่ในแง่ของการจำแนกวรรณยุกต์ ค่าระยะเวลามีบทบาทที่สำคัญเช่นกัน ส่วนค่าความเข้มนั้น แม้ผู้พูด TE จะมีระดับค่าความเข้มใกล้เคียงกับผู้พูดปกติ แต่ก็ไม่สามารถควบคุมให้มีทิศทางการเพิ่มลดค่าที่ต่างกันตามแต่ละหน่วยเสียงได้ บทบาทของค่าความเข้มจึงไม่ชัดเจนเท่ากับค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลา

บทที่ 5

การทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดย ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร

การทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (Tracheoesophageal speaker / TE) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบการรับรู้มีจำนวน 30 คน ทุกคนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี แบบทดสอบที่ใช้ในการรับรู้มี 2 ลักษณะ คือ

- แบบทดสอบการรับรู้ที่มีตัวเลือกตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ

ตัวเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ คู่วรรณยุกต์ที่ต้องการทดสอบว่าผู้ฟังมีความสับสนในการรับรู้วรรณยุกต์สองหน่วยเสียงที่ให้มาหรือไม่ เช่น ผู้วิจัยต้องการทดสอบว่าผู้ฟังสามารถจำแนกวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ 2 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์จัตวาได้หรือไม่ ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างฟังวรรณยุกต์โทหรือวรรณยุกต์จัตวา และให้เลือกคำตอบจากตัวเลือกตอบซึ่งประกอบด้วยคำที่มีเสียงวรรณยุกต์โทกับคำที่มีเสียงวรรณยุกต์จัตวา

- แบบทดสอบการรับรู้ที่มีตัวเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ตัวเลือกตอบ 5 ตัวเลือกจะประกอบไปด้วยคำที่มีเสียงวรรณยุกต์ภาษาไทย 5 หน่วยเสียง ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างฟังเสียงวรรณยุกต์เสียงใดเสียงหนึ่งใน 5 เสียง และให้เลือกคำตอบ 1 คำตอบจากตัวเลือกตอบ 5 ตัวเลือกดังกล่าว

การวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ในบทที่ 4 ผู้วิจัยแบ่งผู้พูด TE ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 เนื่องจากผู้พูด TE ทั้ง 3 คนมีความสามารถในการออกเสียงต่างกันและพบว่ามีค่าทางกลศาสตร์ที่ต่างกันด้วย ซึ่งอาจมีผลต่อการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้ฟัง ดังนั้น ในบทนี้ ผู้วิจัยจึงได้เสนอผลการทดสอบการรับรู้ในลักษณะเดียวกับการวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ นั่นคือ แบ่งผู้พูด TE ออกเป็น 2 กลุ่ม

ในการทดสอบการรับรู้ ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า

- ผู้ฟังสามารถจำแนกวรรณยุกต์คงระดับทั้ง 3 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรี ออกจากวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ 2 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวาได้
- ผู้ฟังไม่สามารถจำแนกวรรณยุกต์คงระดับทั้ง 3 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรี ออกจากกันได้

- ผู้ฟังสามารถจำแนกวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับทั้ง 2 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์โท และวรรณยุกต์จัตวา ออกจากกันได้

ในการเสนอผลการวิเคราะห์การทดสอบการรับรู้ ผู้วิจัยเสนอในรูปของตารางแสดงค่าร้อยละ เรียงตามลำดับสมมติฐานและกล่าวถึงผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และ TE กลุ่มที่ 2 ควบคู่กัน กรณีการใช้แบบทดสอบการรับรู้แบบ 2 ตัวเลือก ผู้วิจัยเสนอผลแยกทีละคู่วรรณยุกต์ที่ต้องการทดสอบว่าผู้ฟังสับสนหรือไม่ จากนั้นจึงสรุปเป็นตารางแสดงผลรวมทั้ง 5 วรรณยุกต์เพื่อให้เห็นภาพรวมในตอนท้าย

5.1 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

5.1.1 การจำแนกวรรณยุกต์คงระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ

ในการทดสอบว่าผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์คงระดับสับสนกับวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับหรือไม่ สามารถแยกพิจารณาได้ 6 คู่วรรณยุกต์ คือ

- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โท
- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวา
- วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์โท
- วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์จัตวา
- วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์โท
- วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา

ก. ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1

การทดสอบการรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีคำตอบจากผู้ฟังทั้งหมด 480 คำตอบ ผลการทดสอบเป็นไปดังตาราง 5.1-5.3

ตารางที่ 5.1 ผลการรับรู้วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์จัตวา ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

ก. วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์โท

ข. วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์จัตวา

คำ	คำตอบ(%)			คำ	คำตอบ(%)		
	สามัญ	โท	รวม		ทดสอบ	สามัญ	จัตวา
สามัญ	75.42	24.58	100	ทดสอบ	สามัญ	จัตวา	รวม
โท	10.00	90.00	100	สามัญ	77.50	22.50	100
				จัตวา	45.42	54.58	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โท พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 75.42 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 24.58 เมื่อฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังสามารถรับรู้เป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 90 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 10

ในการทดสอบวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวา พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 77.5 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 22.5 เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 54.58 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 45.42 เห็นได้ว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังสับสนและไม่สามารถจำแนกวรรณยุกต์ออกจากกันได้ โดยมีคะแนนการรับรู้ถูกและผิดใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 5.2 ผลการรับรู้วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์จัตวา

ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

ก. วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์โท

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	เอก	โท	รวม
เอก	81.25	18.75	100
โท	11.25	88.75	100

ข. วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์จัตวา

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	เอก	จัตวา	รวม
เอก	74.17	25.83	100
จัตวา	38.33	61.67	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์โท พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 81.25 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 18.75 เมื่อฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังสามารถรับรู้เป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 88.75 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 11.25

ในการทดสอบวรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์จัตวา พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 74.17 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 25.83 เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 61.67 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 38.33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 ผลการรับรู้วรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์จัตวา
ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเล็ก

ก. วรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์โท

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	ตรี	โท	รวม
ตรี	80.83	19.17	100
โท	7.92	92.08	100

ข. วรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์จัตวา

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	ตรี	จัตวา	รวม
ตรี	80.83	19.17	100
จัตวา	45.83	54.17	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์โท พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 80.83 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 19.17 เมื่อฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังสามารถรับรู้เป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 92.08 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 7.92

ในการทดสอบวรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 80.83 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 19.17 เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 54.17 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 45.83

จากการทดสอบการรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์คงระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับเมื่อฟังเสียงผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 เห็นได้ว่า ในการฟังวรรณยุกต์คงระดับ 3 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังสามารถแยกจากวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ 2 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวา ได้ค่อนข้างดี ส่วนวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ เมื่อฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังสามารถแยกจากวรรณยุกต์คงระดับได้ดี แต่เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังมีความสับสนกับวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์ตรี ส่วนการแยกวรรณยุกต์จัตวาจากวรรณยุกต์เอก พบว่าอยู่ในเกณฑ์พอใช้

ข. ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

การทดสอบการรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีคำตอบจากผู้ฟังทั้งหมด 240 คำตอบ ผลการทดสอบเป็นไปดังตาราง 5.4 –5.6

ตารางที่ 5.4 ผลการรับรู้วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์จัตวา
ที่ออกเสียงโดยผู้พูดTE กลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

ก. วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์โท

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	สามัญ	โท	รวม
สามัญ	90.00	10.00	100
โท	4.17	95.83	100

ข. วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์จัตวา

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	สามัญ	จัตวา	รวม
สามัญ	90.00	10.00	100
จัตวา	5.83	94.17	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โท พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 90 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 10 เมื่อฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังสามารถรับรู้เป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 95.83 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 4.17

ในการทดสอบวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวา พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 90 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 10 เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 94.17 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 5.83

ตารางที่ 5.5 ผลการรับรู้วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์จัตวา
ที่ออกเสียงโดยผู้พูดTE กลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

ก. วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์โท

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	เอก	โท	รวม
เอก	94.17	5.83	100
โท	3.33	96.67	100

ข วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์จัตวา

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	เอก	จัตวา	รวม
เอก	98.33	1.67	100
จัตวา	5.00	95	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์โท พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 94.17 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 5.83 เมื่อฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังสามารถรับรู้เป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 96.67 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 3.33

ในการทดสอบวรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์จัตวา พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 98.33 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 1.67 เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 95 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 5

ตารางที่ 5.6 ผลการรับรู้วรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์จัตวา
ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

ก. วรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์โท

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	ตรี	โท	รวม
ตรี	94.17	5.83	100
โท	4.17	95.83	100

ข. วรรณยุกต์ตรี-วรรณยุกต์จัตวา

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	ตรี	จัตวา	รวม
ตรี	93.33	6.67	100
จัตวา	37.50	62.50	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์โท พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 94.17 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 5.83 เมื่อฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังสามารถรับรู้เป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 95.83 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 4.17

ในการทดสอบวรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 93.33 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 6.67 เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 62.5 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 37.5

จากผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 เพื่อจำแนกวรรณยุกต์คงระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับออกจากกัน พบว่า ผู้ฟังสามารถจำแนกวรรณยุกต์ทั้งสองประเภทนี้ออกจากกันได้ดีมาก ยกเว้น ในการฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังมีความสับสนกับวรรณยุกต์ตรี โดยมีคะแนนการรับรู้วรรณยุกต์จัตวาได้ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์พอใช้เท่านั้นเมื่อเทียบกับคะแนนการรับรู้ที่มีต่อการฟังเสียงวรรณยุกต์อื่น

5.1.2 การจำแนกวรรณยุกต์คงระดับ 3 หน่วยเสียง

ในการทดสอบว่าผู้ฟังสามารถแยกวรรณยุกต์ภายในกลุ่มคงระดับออกจากกันได้หรือไม่ สามารถแยกพิจารณาได้ 3 คู่วรรณยุกต์ คือ

- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก
- วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์ตรี
- วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์ตรี

ก. ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1

ผลการทดสอบการรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์คงระดับที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 แสดงในตาราง 5.7

ตารางที่ 5.7 ผลการรับรู้วรรณยุกต์คงระดับที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

ก. วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์เอก

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	สามัญ	เอก	รวม
สามัญ	42.08	57.92	100
เอก	42.50	57.50	100

ข. วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์ตรี

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	สามัญ	ตรี	รวม
สามัญ	75.42	24.58	100
ตรี	27.50	72.5	100

ค. วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์ตรี

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	เอก	ตรี	รวม
เอก	80.42	19.58	100
ตรี	33.75	66.25	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 42.08 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 57.92 เมื่อฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 57.5 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 42.5

ในการทดสอบวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์ตรี พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 75.42 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 24.58 เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 72.5 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 27.5

ในการทดสอบวรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์ตรี พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 80.42 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 19.58 เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 66.25 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 33.75

จากผลการฟังวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 เพื่อจำแนกวรรณยุกต์คงระดับ 3 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรีออกจากกัน พบว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์ตรีแยกจากกันได้ค่อนข้างดี ส่วนการจำแนกวรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรีนั้น เมื่อฟังวรรณยุกต์เอกผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ดีแต่เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรีพบว่าผู้ฟังรับรู้อยู่ในเกณฑ์พอใช้ การรับรู้วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก พบว่า มีคะแนนการรับรู้ถูกและผิดใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่า ผู้ฟังมีความสับสนในการจำแนกวรรณยุกต์สองหน่วยเสียงนี้

ข. ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

ผลการทดสอบการรับรู้เป็นไปดังตาราง 5.8

ตารางที่ 5.8 ผลการรับรู้วรรณยุกต์คงระดับที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

ก. วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์เอก

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	สามัญ	เอก	รวม
สามัญ	93.33	6.67	100
เอก	0.00	100	100

ข. วรรณยุกต์สามัญ-วรรณยุกต์ตรี

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	สามัญ	ตรี	รวม
สามัญ	90.83	9.17	100
ตรี	4.17	95.83	100

ค. วรรณยุกต์เอก-วรรณยุกต์ตรี

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	เอก	ตรี	รวม
เอก	96.67	3.33	100
ตรี	2.50	97.50	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 93.33 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 6.67 เมื่อฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกทั้ง 100% โดยไม่มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญ

ในการทดสอบวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์ตรี พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 90.83 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 9.17 เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 95.83 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 4.17

ในการทดสอบวรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์ตรี พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 96.67 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 3.33 เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์ตรีร้อยละ 97.5 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 2.5

จากผลการฟังวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 เพื่อจำแนกวรรณยุกต์คงระดับ 3 หน่วยเสียง เห็นได้ว่า ผู้ฟังสามารถจำแนกวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรีออกจากกันได้ดีมากโดยในการฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ถูกต้องโดยไม่มีกรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญเกิดขึ้นเลยส่วนในการฟังวรรณยุกต์อื่น มีการรับรู้ผิดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

5.1.3 การจำแนกวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ 2 หน่วยเสียง

ก. ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1

ผลการทดสอบการรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ คือ วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวาของผู้ฟังเป็นไปดังตาราง 5.9

ตารางที่ 5.9 ผลการรับรู้วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	โท	จัตวา	รวม
โท	80.42	19.58	100
จัตวา	40.00	60.00	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์จัตวา พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 80.42 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 19.58 เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 60 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 40

เห็นได้ว่าในการรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ 2 หน่วยเสียงออกจากกัน ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์โทได้ค่อนข้างดี ในขณะที่การฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์พอใช้

ข. ผู้พูดTE กลุ่มที่ 2

ผลการรับรู้วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวาเป็นไปดังตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 ผลการรับรู้วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

คำทดสอบ	คำตอบ(%)		
	โท	จัตวา	รวม
โท	99.17	0.83	100
จัตวา	5.83	94.17	100

ในการทดสอบวรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์จัตวา พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 99.17 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 0.83 เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้เป็นวรรณยุกต์จัตวาร้อยละ 94.17 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 5.83

ในการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 เพื่อจำแนกวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ 2 หน่วยเสียงออกจากกัน เห็นได้ว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับได้ดีมาก โดยที่ในการฟังวรรณยุกต์ทั้งสองหน่วยเสียง ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ถูกต้องโดยมีคะแนนการรับรู้ผิดเพียงเล็กน้อย

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดTE กลุ่มที่ 1 และผู้พูดTE กลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบการรับรู้แบบ 2 ตัวเลือก สรุปได้ว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดTE กลุ่มที่ 2 ได้ดีกว่า ผู้พูดTE กลุ่มที่ 1 โดยมีคะแนนการรับรู้ถูกต้องอยู่ในระดับดีมากใกล้เคียงกันทุกหน่วยเสียง ในขณะที่การฟังวรรณยุกต์ของผู้พูดTE กลุ่มที่ 1 มีคะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดี โดยผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์โทได้ดีที่สุด รองลงมาคือ วรรณยุกต์ตรี ส่วนวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ใกล้เคียงกัน และผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์จัตวาได้น้อยที่สุด (ดูตารางที่ 5.11 และ 5.12)

ตารางที่ 5.11 สรุปผลการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1
เมื่อใช้แบบทดสอบแบบ 2 ตัวเลือก

คำทดสอบ	คู่ตัวเลือกตอบ	คำตอบ %					
		สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	รวม
สามัญ	สามัญ-โท	75.42		24.58			100
	สามัญ-จัตวา	77.50				22.50	100
	สามัญ-เอก	42.08	57.92				100
	สามัญ-ตรี	75.42			24.58		100
เอก	เอก-โท		81.25	18.75			100
	เอก-จัตวา		74.17			25.83	100
	เอก-สามัญ	42.50	57.50				100
	เอก-ตรี		80.42		19.58		100
โท	โท-สามัญ	10.00		90.00			100
	โท-เอก		11.5	88.75			100
	โท-ตรี			92.08	7.92		100
	โท-จัตวา			80.42		19.58	100
ตรี	ตรี-โท			19.17	80.83		100
	ตรี-จัตวา				80.83	19.17	100
	ตรี-สามัญ	27.50			72.50		100
	ตรี-เอก		33.75		66.25		100
จัตวา	จัตวา-สามัญ	45.42				54.58	100
	จัตวา-เอก		38.33			61.67	100
	จัตวา-ตรี				45.83	54.17	100
	จัตวา-โท			40.00		60.00	100

ตารางที่ 5.12 สรุปผลการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2
เมื่อใช้แบบทดสอบแบบ 2 ตัวเลือก

คำทดสอบ	คู่ตัวเลือกตอบ	คำตอบ %					
		สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	รวม
สามัญ	สามัญ-โท	90.00		10.00			100
	สามัญ-จัตวา	90.00				10.00	100
	สามัญ-เอก	93.33	6.67				100
	สามัญ-ตรี	90.83			9.17		100
เอก	เอก-โท		94.17	5.83			100
	เอก-จัตวา		98.33			1.67	100
	เอก-สามัญ	0	100				100
	เอก-ตรี		96.67		3.33		100
โท	โท-สามัญ	4.71		95.83			100
	โท-เอก		3.33	96.67			100
	โท-ตรี			95.83	4.17		100
	โท-จัตวา			99.17		0.83	100
ตรี	ตรี-โท			5.83	94.17		100
	ตรี-จัตวา				93.33	6.67	100
	ตรี-สามัญ	4.17			95.83		100
	ตรี-เอก		2.50		97.50		100
จัตวา	จัตวา-สามัญ	5.83				94.17	100
	จัตวา-เอก		5.00			95.00	100
	จัตวา-ตรี				37.50	62.50	100
	จัตวา-โท			5.83		94.17	100

เมื่อพิจารณาความสับสนในการรับรู้วรรณยุกต์ สรุปได้ว่า เมื่อฟังเสียงผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับแยกจากวรรณยุกต์คงระดับทุกหน่วยเสียง ยกเว้นวรรณยุกต์จัตวา ซึ่งผู้ฟังมีความสับสนเมื่อทดสอบคู่กับวรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์สามัญ ส่วนวรรณยุกต์คงระดับ 3 หน่วยเสียง พบว่า ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์ตรีแยกจากวรรณยุกต์อื่นได้ดี แต่สับสนระหว่างวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก ส่วนวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับนั้น ผู้ฟังสามารถแยกจากกันได้ในเกณฑ์พอใช้

กรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับทุกหน่วยเสียงแยกจากวรรณยุกต์คงระดับทุกหน่วยเสียง สามารถรับรู้วรรณยุกต์ในกลุ่มคงระดับแยกจากกัน และสามารถรับรู้วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับทั้งสองหน่วยเสียงแยกจากกันได้ โดยวรรณยุกต์ที่มีการรับรู้ได้ถูกต้องมากที่สุด คือ วรรณยุกต์เอกเมื่อทดสอบกับวรรณยุกต์สามัญ ซึ่งไม่มีการรับรู้ผิดเกิดขึ้น วรรณยุกต์ที่รับรู้ได้ถูกต้องน้อยที่สุด คือ วรรณยุกต์จัตวาเมื่อทดสอบคู่กับวรรณยุกต์ตรี ซึ่งมีคะแนนการรับรู้ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์พอใช้

5.2 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ โดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก

ก ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1

การทดสอบการรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 มีคำตอบจากผู้ฟัง 30 คน รวม 1800 คำตอบ โดยผู้ฟังแต่ละคนจะได้ยินคำทดสอบ 60 ข้อ ผลการทดสอบเป็นไปดังตาราง 5.13

ตาราง 5.13 ผลการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 โดยใช้

แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก

คำทดสอบ	คำตอบ (%)					
	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	รวม
สามัญ	28.33	35.28	18.61	15.83	1.95	100
เอก	24.44	38.61	18.89	12.78	5.28	100
โท	17.50	21.66	49.17	7.78	3.89	100
ตรี	15.56	10.28	14.44	55.28	4.44	100
จัตวา	13.89	19.44	15.28	35.83	15.56	100

จากการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังมีการรับรู้ที่เป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือ เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้ได้ไม่ตื้นัก ตอบถูกต้องเพียงร้อยละ 28.33 รับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกมากกว่าการรับรู้ถูกต้อง คือ ร้อยละ 35.28 ผู้ฟังรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์ตรีด้วยคะแนนใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 18.61 และร้อยละ 15.83 ตามลำดับ มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาเพียงร้อยละ 1.95 ซึ่งการรับรู้เป็นวรรณยุกต์ต่างๆเมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญมีลักษณะคล้ายคลึงกับการฟังวรรณยุกต์เอกที่มีคะแนนการรับรู้ถูกต้องไม่ตื้นัก คือ ร้อยละ 38.61 และรับรู้

ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 24.44 รับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์ตรีด้วยคะแนนใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 18.89 และร้อยละ 12.78 ตามลำดับ มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาเพียงร้อยละ 5.28 เท่านั้น

ส่วนการฟังวรรณยุกต์ตรีซึ่งเป็นวรรณยุกต์คงระดับอีกหน่วยเสียงหนึ่ง พบว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ถูกต้องร้อยละ 55.28 ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนการรับรู้ถูกต้องที่สูงกว่าการฟังวรรณยุกต์อื่น มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์โทด้วยคะแนนที่ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 15.56 ร้อยละ 10.28 และร้อยละ 14.44 ตามลำดับ ส่วนการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวามีเพียงร้อยละ 4.44

ในการทดสอบฟังเสียงวรรณยุกต์โทซึ่งเป็นวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ ผู้ฟังรับรู้ได้ถูกต้องร้อยละ 49.17 และในการรับรู้ผิด พบว่า ผู้ฟังมีความสับสนวรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกด้วยคะแนนที่ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 17.5 และร้อยละ 21.66 ตามลำดับ รับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาเพียงร้อยละ 3.89 ส่วนในการทดสอบฟังเสียงวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้ได้ถูกต้องเพียงร้อยละ 15.56 ในขณะที่ผู้ฟังส่วนใหญ่รับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีสูงถึงร้อยละ 35.83 ส่วนการรับรู้วรรณยุกต์จัตวาผิดเป็นวรรณยุกต์อื่นๆ พบว่า มีคะแนนใกล้เคียงกับการรับรู้ที่ถูกต้อง คือ รับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 13.89 รับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 19.44 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 15.28

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น เห็นได้ว่า ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์ตรีได้ดีที่สุดและรับรู้วรรณยุกต์จัตวาได้ถูกต้องน้อยที่สุด เราสามารถพิจารณาการจำแนกวรรณยุกต์ของผู้ฟังได้คือ ในการฟังวรรณยุกต์คงระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับแยกจากกันนั้น พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์คงระดับ 3 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทด้วยคะแนนปานกลางใกล้เคียงกันทั้ง 3 หน่วยเสียง และรับรู้วรรณยุกต์ทั้ง 3 หน่วยเสียงนี้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อฟังวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ คือ วรรณยุกต์โท พบว่า ผู้ฟังรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกด้วยคะแนนปานกลาง และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีเพียงเล็กน้อย ในขณะที่เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้ถูกต้องเพียงเล็กน้อยด้วยคะแนนที่ใกล้เคียงกับการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีมากกว่าการรับรู้ถูกต้อง ดังนั้น จึงเห็นได้ว่า ในการจำแนกวรรณยุกต์ 2 ประเภทออกจากกัน ผู้ฟังสามารถแยกได้ในเกณฑ์พอใช้ ยกเว้นวรรณยุกต์จัตวาซึ่งผู้ฟังไม่สามารถรับรู้แยกจากวรรณยุกต์คงระดับได้โดยที่รับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีมากกว่าวรรณยุกต์อื่น ซึ่งผู้วิจัยคิดว่า แม้ในการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ใน 4.1.2 จะพบความแตกต่างในช่วงหลังของระยะเวลาการเปล่งเสียง แต่สำหรับวรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวา

ค่าความถี่มูลฐานยังคงมีการขึ้นตกเหมือนกันตลอดระยะเวลาการเปล่งเสียง ดังนั้น ความสับสนในการรับรู้วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวาจึงสอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์

ในการจำแนกวรรณยุกต์คงระดับออกจากกัน พบว่า เมื่อฟังวรรณยุกต์คงระดับทั้ง 3 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรี ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ตรีได้ดีกว่าวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก โดยที่เมื่อฟังวรรณยุกต์ตรีมีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกไม่มากนัก เช่นเดียวกับในทางตรงข้ามเมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีไม่มากนัก แต่ผู้ฟังมีความสับสนระหว่างวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก โดยมีคะแนนการรับรู้ถูกและผิดใกล้เคียงกัน ในการศึกษาของ Abramson (1975) ได้ทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติและพบว่า วรรณยุกต์ทั้งสองหน่วยเสียงนี้เป็นวรรณยุกต์ที่รับรู้สับสนได้ง่ายกว่าวรรณยุกต์อื่น เนื่องจากมีค่าความถี่มูลฐานที่ใกล้เคียงกัน แต่ในกรณีการออกเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ในงานวิจัยนี้ พบว่าค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีแตกต่างจากวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกในช่วงท้าย จึงเป็นไปได้ที่ความแตกต่างนี้จะช่วยในการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้ฟัง ส่วนวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอกนั้น ค่าทางกลศาสตร์ทั้ง 3 ประการไม่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดความสับสนระหว่างวรรณยุกต์ 2 หน่วยเสียงนี้

ในการฟังวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ 2 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวา พบว่า ในการฟังวรรณยุกต์โท ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวาแยกจากกันได้ดี แต่เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้ถูกต้องเป็นคะแนนใกล้เคียงกับการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โท ซึ่งแสดงว่าผู้ฟังมีความสับสนในการแยกวรรณยุกต์จัตวาจากวรรณยุกต์โท

ข. ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

การทดสอบการรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีคำตอบจากผู้ฟังรวม 900 คำตอบ โดยผู้ฟังแต่ละคนจะได้ยินคำทดสอบ 30 ข้อ ผลการทดสอบเป็นไปดังตาราง 5.14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5.14 ผลการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 โดยใช้
แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก

คำทดสอบ	คำตอบ (%)					
	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	รวม
สามัญ	67.22	3.33	29.45	0	0	100
เอก	37.22	60.56	2.22	0	0	100
โท	0.56	1.11	96.11	2.22	0	100
ตรี	0	0	1.11	98.33	0.56	100
จัตวา	0	1.67	0	50.00	48.33	100

ในการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 พบว่า ในการฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้ได้ค่อนข้างดี คือ ร้อยละ 67.22 รับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทร้อยละ 29.45 มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกเล็กน้อย คือ ร้อยละ 3.33 และไม่มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวา ส่วนในการฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังรับรู้ได้ค่อนข้างดีเช่นกัน คือร้อยละ 60.56 รับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญร้อยละ 37.22 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทเพียงร้อยละ 2.22 ไม่มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวาเช่นเดียวกับในการฟังวรรณยุกต์สามัญ ในการฟังวรรณยุกต์ตรีพบว่า ผู้ฟังรับรู้ได้ดีมาก โดยรับรู้ถูกต้องร้อยละ 98.33 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวาเพียงเล็กน้อย คือ ร้อยละ 1.11 และร้อยละ 0.56 ตามลำดับ ไม่มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกเกิดขึ้น

เมื่อฟังวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ คือ วรรณยุกต์โท ผู้ฟังรับรู้ได้ดีมาก คือ ร้อยละ 96.11 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรีเพียงเล็กน้อย คือร้อยละ 0.56 ร้อยละ 1.11 และ ร้อยละ 2.22 ตามลำดับ ไม่มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์จัตวา ในขณะที่เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวาซึ่งเป็นวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับเช่นกัน พบว่า ผู้ฟังมีคะแนนการรับรู้ถูกต้องค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวรรณยุกต์อื่น คือ ร้อยละ 48.33 โดยรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีมากถึงร้อยละ 50 และรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์เอกร้อยละ 1.67 ไม่มีการรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์โทเกิดขึ้น

จากผลการวิเคราะห์การรับรู้ดังกล่าวสรุปได้ว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์ตรีได้ดีมาก รับรู้วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกได้ค่อนข้างดี และรับรู้วรรณยุกต์จัตวาได้ไม่ดีนักเมื่อเทียบกับวรรณยุกต์อื่น เมื่อพิจารณาการรับรู้เพื่อจำแนกวรรณยุกต์ของผู้ฟังพบว่าโดยภาพรวมผู้ฟังสามารถฟังวรรณยุกต์คงระดับ คือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรี และวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ คือ วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวาแยกจากกันได้

ยกเว้นการฟังวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์จัตวา กล่าวคือ เมื่อฟังวรรณยุกต์สามัญ ผู้ฟังรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โท ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ในหัวข้อ 4.1.2 ข. เห็นได้ว่า มีลักษณะการขึ้นตกของค่าที่คล้ายคลึงกัน คือ ค่าความถี่มูลฐานขึ้นช่วงแรกและตกอย่างต่อเนื่องในช่วงท้าย แต่การตกของวรรณยุกต์โทเป็นการตกอย่างรวดเร็วและมีพิสัยกว้างกว่าวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์โทมีระดับค่าความถี่มูลฐานในช่วงกลางสูงกว่าวรรณยุกต์สามัญเล็กน้อย และวรรณยุกต์ทั้งสองหน่วยเสียงนี้มีค่าความถี่มูลฐานที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่ใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้ในการทดสอบความแตกต่างในทางสถิติยังพบว่า วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 นั้นแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะทำให้ผู้ฟังเกิดความสับสนขึ้น

ส่วนในการฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีมากกว่าการรับรู้ที่ถูกต้อง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าความถี่มูลฐานใน 4.1.2 ข จะเห็นว่า แม้วรรณยุกต์จัตวาจะมีค่าความถี่มูลฐานอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าวรรณยุกต์ตรี แต่โดยภาพรวมแล้วมีการขึ้นตกของค่าที่คล้ายคลึงกัน คือ ค่าความถี่มูลฐานตกในช่วงแรกเล็กน้อยจากนั้นขึ้นอย่างต่อเนื่องและตกอีกครั้งในช่วงท้าย ซึ่งความคล้ายคลึงกันนี้ทำให้ผู้ฟังเกิดความสับสนได้ง่าย

เมื่อพิจารณาภายในกลุ่มวรรณยุกต์คงระดับ พบว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ตรีได้ดี โดยไม่มีความสับสนกับวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกเลย ซึ่งคล้ายคลึงกับการฟังวรรณยุกต์สามัญ ที่ไม่มีความสับสนกับวรรณยุกต์คงระดับด้วยกัน แต่เมื่อฟังวรรณยุกต์เอก ผู้ฟังมีความสับสนกับวรรณยุกต์สามัญ เมื่อพิจารณาค่าความถี่มูลฐานประกอบ เห็นได้ว่า วรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีลักษณะการขึ้นตกของค่าที่คล้ายคลึงกับวรรณยุกต์สามัญซึ่งจะทำให้เกิดความสับสนได้

ส่วนกรณีวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ คือ วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังไม่มีความสับสนระหว่างสองหน่วยเสียงวรรณยุกต์นี้โดยที่ไม่มีการรับรู้ผิดเกิดขึ้น

จากการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดสองกลุ่ม คือ ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบการรับรู้แบบ 5 ตัวเลือก สรุปได้ว่า ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ได้ดีกว่าผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 แต่ทั้งนี้มิลำดับของการรับรู้ถูกต้องเป็นไปในแนวเดียวกัน คือ ผู้ฟังรับรู้เสียงวรรณยุกต์ตรีได้ดีที่สุด (ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 55.28% และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 98.33%) รองลงมาคือ วรรณยุกต์โท (ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 49.17% และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 96.11%) วรรณยุกต์ที่ผู้ฟังรับรู้ได้ใกล้เคียงกัน คือ วรรณยุกต์เอก (ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 38.61% และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 60.56%) และวรรณยุกต์สามัญ (ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 28.33%

และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 67.22%) วรรณยุกต์ที่ผู้ฟังรับรู้ได้น้อยที่สุด คือ วรรณยุกต์จัตวา (ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 15.56% และผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 48.33%)

เมื่อพิจารณาความสามารถในการจำแนกวรรณยุกต์ของผู้ฟังที่มีต่อเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 สรุปได้ว่า ผู้ฟังสามารถจำแนกวรรณยุกต์คงระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับออกจากกันได้ ยกเว้น เมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวาที่ผู้ฟังไม่สามารถแยกจากวรรณยุกต์คงระดับทั้ง 3 หน่วยเสียงได้ ผู้ฟังสามารถจำแนกวรรณยุกต์คงระดับ 3 หน่วยเสียงออกจากกันได้ ยกเว้น เมื่อฟังวรรณยุกต์เอกซึ่งผู้ฟังมีความสับสนกับวรรณยุกต์สามัญ กรณีวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ สรุปได้ว่า ผู้ฟังมีความสับสนเมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวาโดยรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์โท

ในการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 พบว่า โดยภาพรวมแล้วคะแนนการรับรู้อยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อพิจารณาความสามารถในการจำแนกวรรณยุกต์ของผู้ฟัง สรุปได้ว่า วรรณยุกต์ที่ผู้ฟังมีความสับสนอย่างเห็นได้ชัด มีเพียง 3 คู่วรรณยุกต์ คือ การรับรู้วรรณยุกต์สามัญเป็นวรรณยุกต์โท การรับรู้วรรณยุกต์เอกเป็นวรรณยุกต์สามัญและการรับรู้วรรณยุกต์จัตวาเป็นวรรณยุกต์ตรี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาวรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด 2 กลุ่ม คือ ผู้พูดปกติ และผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (Tracheoesophageal speaker/TE) กลุ่มละ 3 คน การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ค่าความถี่มูลฐาน (fundamental frequency/F0) ค่าความเข้ม (intensity) และค่าระยะเวลา (duration) และวิเคราะห์ผลการทดสอบการรับรู้ของคนปกติที่มีต่อเสียงของผู้พูด TE จากการวิเคราะห์ข้อมูลสองส่วนนี้ ผู้วิจัยพบว่าผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารทั้ง 3 คนมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งผู้ที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารออกเป็นผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 2 คนเป็นกลุ่มที่ 1 (TE กลุ่มที่ 1) และผู้ที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 1 คนเป็นกลุ่มที่ 2 (TE กลุ่มที่ 2) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

6.1.1 ลักษณะทางกลศาสตร์

ก. จากสมมติฐานที่ว่า ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียง จะไม่แตกต่างกันในการพูดของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร แต่แตกต่างกันในการพูดของคนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ในการพูดของผู้พูด TE ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์บางหน่วยเสียงแตกต่างกัน ความแตกต่างปรากฏในการพูดของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มากกว่าผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 เมื่อพิจารณาจากกราฟแสดงการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐาน เห็นได้ว่าวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 แตกต่างมากกว่าผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด การทดสอบความแตกต่างทางสถิติยืนยันผลดังกล่าว กล่าวคือ กรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 วรรณยุกต์ทั้งหมด 10 คู่ แตกต่างกันเพียง 3 คู่ คือ 'วรรณยุกต์ตรีต่างจากวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์โท ส่วนอีก 7 คู่ นั้นไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีวรรณยุกต์ที่ไม่แตกต่างกันเพียง 4 คู่ คือ วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โท วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์โท และวรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา ส่วนวรรณยุกต์ที่แตกต่างกัน 6 คู่ คือ วรรณยุกต์ตรีแตกต่างจากวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์โทเช่นเดียวกับผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 นอกจากนี้ยังพบว่า วรรณยุกต์จัตวายังแตกต่างจากวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์โทด้วย ผลดังกล่าวจึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนผู้พูดปกติ ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐานเช่นกัน เพราะวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอกมีค่าความถี่มูลฐานไม่

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจและควรมีการศึกษาเรื่องระบบ
วรรณยุกต์ของผู้พูดปกติต่อไป

ข. จากสมมติฐานที่ว่า ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียงจะ
แตกต่างกันในการพูดของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร แต่ไม่แตกต่างกันในการพูดของคนปกติ
ผลการวิจัยพบว่า กรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ผลไม่เป็นไปตามสมมติฐาน เมื่อพิจารณาจากกราฟ
แสดงการเพิ่มลดของค่าความเข้มและการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า วรรณยุกต์ 5
หน่วยเสียงมีค่าความเข้มไม่แตกต่างกัน ส่วนกรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ผลเป็นไปตามสมมติฐาน
บางส่วน กล่าวคือ เมื่อพิจารณาจากกราฟ เห็นได้ว่า โดยภาพรวม ค่าความเข้มมีทิศทางการเพิ่ม
ลดค่าที่ต่างกัน การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ แสดงว่า วรรณยุกต์ทั้งหมด 10 คู่ แตกต่างกัน
6 คู่ คือ 'วรรณยุกต์จัตวาแตกต่างจากวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์โท วรรณยุกต์ตรี
และวรรณยุกต์โธแตกต่างจากวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์ตรี ส่วนผู้พูดปกติ นั้น ผลการวิจัย
เป็นไปตามสมมติฐานเฉพาะกรณีวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอกที่พบว่าไม่แตกต่างกัน ส่วน
วรรณยุกต์คู่อื่น ค่าความเข้มแตกต่างกันจึงไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

ค. ค่าระยะเวลาเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ โดยผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า
ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ภาษาไทยทั้ง 5 หน่วยเสียงจะแตกต่างกันในการพูดของผู้พูดที่ใช้
หลอดลม-หลอดอาหาร แต่ไม่แตกต่างกันในการพูดของคนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ในกรณีของ
ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงใกล้เคียงกัน ยกเว้นวรรณยุกต์โธซึ่งมี
ค่าระยะเวลาน้อยกว่าวรรณยุกต์อื่นค่อนข้างชัดเจน การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ
แสดงให้เห็นว่า วรรณยุกต์โธมีความแตกต่างจากวรรณยุกต์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ค่า
ระยะเวลาของวรรณยุกต์ของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ใกล้เคียงกับของผู้พูดปกติ แต่เมื่อพิจารณาความ
แตกต่างของวรรณยุกต์ 10 คู่ด้วยวิธีการทางสถิติ พบว่าแตกต่างกัน 5 คู่ โดยวรรณยุกต์ที่แตกต่าง
กันนี้เป็นไปในแนวเดียวกับของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 คือ วรรณยุกต์โธแตกต่างจากวรรณยุกต์อื่นอย่าง
มีนัยสำคัญ ส่วนอีก 1 คู่ที่พบว่าแตกต่างกัน คือ วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวา ผลการวิจัย
ดังกล่าวจึงเป็นไปตามสมมติฐานเฉพาะกรณีของบางคู่วรรณยุกต์เท่านั้น ส่วนผู้พูดปกติ
ผลการวิจัยพบว่า ไม่เป็นไปตามสมมติฐานเพราะวรรณยุกต์สามัญมีค่าระยะเวลาแตกต่างจาก
วรรณยุกต์โธ วรรณยุกต์ตรีและวรรณยุกต์จัตวา

ผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติ

คู่วรรณยุกต์	ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1			ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2			ผู้พูดปกติ		
	Fo	Intensity	duration	Fo	Intensity	duration	Fo	Intensity	duration
สามัญ-เอก	×	×	×	×	×	×	×	×	×
สามัญ-โท	×	×	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
สามัญ-ตรี	✓	×	×	✓	×	×	✓	✓	✓
สามัญ-จัตวา	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เอก-โท	×	×	✓	×	×	✓	✓	✓	×
เอก-ตรี	✓	×	×	✓	×	×	✓	✓	×
เอก-จัตวา	×	×	×	✓	✓	×	✓	✓	×
โท-ตรี	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×
โท-จัตวา	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×
ตรี-จัตวา	×	×	×	×	✓	×	✓	✓	×

✓ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

× ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของวรรณยุกต์โดยพิจารณาค่าทางกลศาสตร์ทั้ง 3 ประการ เห็นได้ว่า วรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ต่างกันมากกว่าของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 กรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 วรรณยุกต์ที่แตกต่างกันมากที่สุด โดยมีค่าทางกลศาสตร์แตกต่างกันทั้ง 3 ประการ คือ วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวา วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์ตรี และวรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์จัตวา วรรณยุกต์ที่แตกต่างกันรองลงมา คือ วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โท วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์จัตวา ซึ่งมีค่าทางกลศาสตร์ต่างกัน 2 ประการ ส่วนวรรณยุกต์ที่มีค่าทางกลศาสตร์ต่างกันเพียงประการเดียวมี 4 คู่ คือ วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์จัตวา และวรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์โท ส่วนในกรณีของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ไม่มีวรรณยุกต์คู่ใดที่ค่าทางกลศาสตร์แตกต่างกันครบทั้ง 3 ประการ วรรณยุกต์ที่แตกต่างกันมากที่สุด คือ วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์ตรีซึ่งมีค่าทางกลศาสตร์ที่แสดงความแตกต่าง 2 ประการ ส่วนวรรณยุกต์ที่มีค่าทางกลศาสตร์ต่างกันเพียงประการเดียวมี 5 คู่ คือ วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์จัตวา วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์ที่ไม่มีมีความแตกต่างกันเลยในการทดสอบทางสถิติมีถึง 4 คู่ ดังตารางที่ 6.1 ในขณะที่ผู้พูดปกติ โดยภาพรวมค่าทางกลศาสตร์แสดงให้เห็นความแตกต่างของวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง ยกเว้นค่าระยะเวลาที่แสดงความต่างในบางคู่วรรณยุกต์

จากผลการวิจัยกล่าวได้ว่า โดยภาพรวม ค่าทางกลศาสตร์ทั้ง 3 ประการของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE นั้น ค่าความเข้มต่างจากผู้พูดปกติมากกว่าค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลา แม้ว่าค่าทางกลศาสตร์ทั้ง 2 ประการนี้จะไม่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของวรรณยุกต์ทุกคู่ แต่ผู้พูด TE ก็สามารถแปลงเสียงวรรณยุกต์บางหน่วยเสียงได้ดี โดยมีค่าความถี่มูลฐานหรือค่าระยะเวลาที่แสดงให้เห็นความต่าง ในขณะที่ค่าความเข้มของวรรณยุกต์ไม่มีความแตกต่างที่ชัดเจนเท่ากับค่าความถี่มูลฐานหรือค่าระยะเวลา เห็นได้ชัดจากผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ซึ่งมีระดับค่าความเข้มใกล้เคียงกับผู้พูดปกติ แต่ไม่สามารถควบคุมให้มีทิศทางการเพิ่มลดค่าที่แตกต่างเพื่อจำแนกวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงออกจากกันได้

6.1.2 การทดสอบการรับรู้

นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยยังได้ทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารทั้ง 3 คน ด้วยการทดสอบแบบ Identification task โดยให้ผู้ฟังเลือกคำตอบที่ได้ยินจากตัวเลือกที่กำหนดให้ การทดสอบมีผู้ฟังเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และใช้แบบทดสอบการรับรู้ 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบการรับรู้แบบ 2 ตัวเลือกและแบบทดสอบการรับรู้แบบ 5 ตัวเลือก ผลการวิจัยแสดงว่า เมื่อใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก ในการฟังเสียงผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ผู้ฟังมีคะแนนการรับรู้ถูกต้องร้อยละ 72.29 ซึ่งถือว่ารับรู้ได้ค่อนข้างดี และเมื่อฟังเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ถูกต้องมากถึงร้อยละ 93.38 ส่วนการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก พบว่า เมื่อฟังเสียงผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ผู้ฟังมีคะแนนการรับรู้ถูกต้องเพียงร้อยละ 37.39 แต่เมื่อฟังเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ถูกต้องร้อยละ 74.11

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของการรับรู้เพื่อจำแนกแต่ละวรรณยุกต์พบผลดังนี้

ก. ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า ผู้ฟังจะสามารถรับรู้วรรณยุกต์คงระดับทุกหน่วยเสียงแยกจากวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับทุกหน่วยเสียง ผลการวิจัยพบว่า วรรณยุกต์ที่มีปัญหาคือวรรณยุกต์จัตวาซึ่งผู้ฟังรับรู้สับสนกับวรรณยุกต์ตรี ทั้งในการฟังเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 เมื่อใช้แบบทดสอบทั้ง 2 ลักษณะ และในการฟังเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 เมื่อใช้แบบทดสอบแบบ 5 ตัวเลือก นอกจากนี้ ในการฟังเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ยังพบว่า ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์จัตวาสับสนกับวรรณยุกต์คงระดับอีก 2 หน่วยเสียง คือ วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกด้วย ผลการวิจัยที่พบนี้จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ข. จากสมมติฐานที่ว่า ผู้ฟังจะไม่สามารถรับรู้วรรณยุกต์ภายในกลุ่มคงระดับแยกจากกันได้นั้น ผลการวิจัยพบว่า วรรณยุกต์ที่ผู้ฟังสับสนคือ วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก มีเพียงกรณีการใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก เมื่อฟังเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 เท่านั้นที่ผู้ฟังไม่สับสน

วรรณยุกต์ทั้งสองหน่วยเสียงนี้ ผลการวิจัยที่พบนี้จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพราะผู้ฟังยังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ตรีแยกจากวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกได้ดี

ค. จากสมมติฐานที่ว่า ผู้ฟังจะสามารถรับรู้วรรณยุกต์ภายในกลุ่มเปลี่ยนระดับแยกจากกันได้นั้น ผลการวิจัยแสดงว่าไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพราะผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์จัตวาสืบสนเป็นวรรณยุกต์โทในการฟังเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 เมื่อใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก แต่ในการฟังเสียงของผู้พูด TE ทั้งสองกลุ่มเมื่อใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก ไม่พบว่าผู้ฟังสืบสนวรรณยุกต์สองหน่วยเสียงนี้แต่อย่างใด จากผลการรับรู้ดังกล่าวเห็นได้ว่าเป็นไปตามสมมติฐานบางส่วน ซึ่งจะได้กล่าวถึงในการอภิปรายผลต่อไป

จากผลการวิจัยดังกล่าว สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6.2 สรุปผลการทดสอบการรับรู้

วรรณยุกต์	แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก		แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก	
	TE กลุ่มที่ 1	TE กลุ่มที่ 2	TE กลุ่มที่ 1	TE กลุ่มที่ 2
<i>ว.คงระดับ-ว.เปลี่ยนระดับ</i>				
สามัญ-โท	✓	✓	✓	✓
สามัญ-จัตวา	✗	✓	✗	✓
เอก-โท	✓	✓	✓	✓
เอก-จัตวา	✓	✓	✗	✓
ตรี-โท	✓	✓	✓	✓
ตรี-จัตวา	✗	✓	✗	✗
<i>ว.คงระดับ-ว.คงระดับ</i>				
สามัญ-เอก	✗	✓	✗	✗
สามัญ-ตรี	✓	✓	✓	✓
เอก-ตรี	✓	✓	✓	✓
<i>ว.เปลี่ยนระดับ-ว.เปลี่ยนระดับ</i>				
โท-จัตวา	✓	✓	✗	✓

✓ หมายถึง ผู้ฟังรับรู้ได้

✗ หมายถึง ผู้ฟังไม่สามารถรับรู้ได้

จากตารางดังกล่าว เห็นได้ว่า โดยภาพรวมของการทดสอบการรับรู้ วรรณยุกต์ที่ผู้ฟังสืบสนมี 2 คู่ คือ วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

6.2.1 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ประกอบกับผลการรับรู้เมื่อฟังเสียงของผู้พูด TE ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มผู้พูดที่มีค่าทางกลศาสตร์ใกล้เคียงผู้พูดปกตินั้น ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ได้ในเกณฑ์ดีมาก ส่วนผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ซึ่งโดยภาพรวมมีค่าทางกลศาสตร์ต่างจากผู้พูดปกติ ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดกลุ่มนี้ได้ในเกณฑ์พอใช้ ผู้วิจัยสรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์กับความสามารถในการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้ฟังในตารางที่ 6.3 และ 6.4

ตารางที่ 6.3 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ประกอบกับผลการรับรู้ของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1

คู่ วรรณยุกต์	ค่าทางกลศาสตร์			ผลการรับรู้	
	ค่าความถี่มูลฐาน	ค่าความเข้ม	ค่าระยะเวลา	2 ตัวเลือก	5 ตัวเลือก
สามัญ-เอก	×	×	×	×	×
สามัญ-โท	×	×	✓	✓	✓
สามัญ-ตรี	✓	×	×	✓	✓
สามัญ-จัตวา	×	×	×	×	×
เอก-โท	×	×	✓	✓	✓
เอก-ตรี	✓	×	×	✓	✓
เอก-จัตวา	×	×	×	✓	×
โท-ตรี	✓	×	✓	✓	✓
โท-จัตวา	×	×	✓	✓	×
ตรี-จัตวา	×	×	×	×	×

ค่าทางกลศาสตร์ ✓ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

✗ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการรับรู้ ✓ หมายถึง ผู้ฟังรับรู้ได้

✗ หมายถึง ผู้ฟังไม่สามารถรับรู้ได้

ตารางที่ 6.4 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ประกอบกับผลการรับรู้
ของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2

คู่ วรรณยุกต์	ค่าทางกลศาสตร์			ผลการรับรู้	
	ค่าความถี่มูลฐาน	ค่าความเข้ม	ค่าระยะเวลา	2 ตัวเลือก	5 ตัวเลือก
สามัญ-เอก	×	×	×	✓	×
สามัญ-โท	×	✓	✓	✓	✓
สามัญ-ตรี	✓	×	×	✓	✓
สามัญ-จัตวา	✓	✓	✓	✓	✓
เอก-โท	×	×	✓	✓	✓
เอก-ตรี	✓	×	×	✓	✓
เอก-จัตวา	✓	✓	×	✓	✓
โท-ตรี	✓	✓	✓	✓	✓
โท-จัตวา	✓	✓	✓	✓	✓
ตรี-จัตวา	×	✓	×	✓	×

- ค่าทางกลศาสตร์
- ✓ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
 - ×
- ผลการรับรู้
- ✓ หมายถึง ผู้ฟังรับรู้ได้
 - ×

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ คือ ค่าความถี่มูลฐาน ค่าความเข้ม และค่าระยะเวลากับผลการรับรู้ เห็นได้ว่าสอดคล้องกัน กล่าวคือ กรณีคู่วรรณยุกต์ที่แตกต่างกันมากที่สุด โดยมีค่าทางกลศาสตร์ทั้ง 3 ประการแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญนั้น ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ได้ดี เห็นได้จาก กรณีของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวา วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์ตรี วรรณยุกต์โทกับวรรณยุกต์จัตวาแยกจากกันได้ดี ทั้งในการใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือกและแบบทดสอบ 5 ตัวเลือก ส่วนคู่วรรณยุกต์ใดที่ไม่แตกต่างกันทั้งค่าความถี่มูลฐาน ค่าความเข้ม และค่าระยะเวลา ผลการรับรู้พบว่า ผู้ฟังไม่สามารถรับรู้วรรณยุกต์คู่นั้นแยกจากกันได้ เห็นได้จาก กรณีผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ซึ่งค่าทางกลศาสตร์ทั้ง 3 ประการของวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์จัตวา และวรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา ไม่แสดงว่าแตกต่างกัน ผลการรับรู้พบว่า ผู้ฟังไม่สามารถรับรู้ความต่างของวรรณยุกต์ทั้ง 3 คู่นี้ได้ ไม่ว่าเป็นการทดสอบด้วยแบบทดสอบ 2 หรือ 5 ตัวเลือก

อย่างไรก็ตาม มีบางกรณีที่ไม่เป็นไปตามข้อสรุปนี้ คือ วรรณยุกต์เอกกับวรรณยุกต์จัตวาของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอกของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ซึ่งในการทดสอบทางสถิติ พบว่า ทั้งค่าความถี่มูลฐาน ค่าความเข้ม และค่าระยะเวลาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผู้ฟังไม่สับสนในการรับรู้วรรณยุกต์คู่นี้เมื่อใช้แบบทดสอบแบบ 2 ตัวเลือก ผู้วิจัยเห็นว่า เมื่อพิจารณาจากกราฟแสดงการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐาน พบว่า มีความแตกต่างอยู่บ้างแต่ไม่มากพอที่จะทำให้เกิดเป็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประกอบกับแบบทดสอบ 2 ตัวเลือกนั้น เป็นการจำกัดขอบเขตของการรับรู้ จึงทำให้ผู้ฟังมีโอกาสรับรู้ได้ถูกต้องมากกว่าการใช้แบบทดสอบแบบ 5 ตัวเลือก

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังพบประเด็นอื่นที่น่าสนใจดังนี้

ก. กรณีของคู่วรรณยุกต์ที่ค่าความถี่มูลฐานแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาไม่แตกต่างกันนั้น ผลการรับรู้ พบว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ได้ดี ทั้งการใช้แบบทดสอบแบบ 2 ตัวเลือกและ 5 ตัวเลือก เห็นได้จาก คู่วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์โท ของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 และคู่วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์สามัญ และวรรณยุกต์เอก ของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ที่ผู้ฟังสามารถรับรู้คู่วรรณยุกต์เหล่านี้ได้ แสดงว่า ผู้ฟังใช้ค่าความถี่มูลฐานเป็นหลักในการรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทย ผลดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Abramson (1962) เรื่องการรับรู้วรรณยุกต์ภาษาไทย ที่สรุปว่าค่าความถี่มูลฐานมีอิทธิพลต่อการรับรู้เสียงวรรณยุกต์เหนือสัทลักษณะอื่น ๆ

ข. กรณีที่ค่าความถี่มูลฐานของคู่วรรณยุกต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาแตกต่างกันนั้น ผู้ฟังยังคงรับรู้วรรณยุกต์นั้นแยกจากกันได้ ทั้งการใช้แบบทดสอบแบบ 2 ตัวเลือกและ 5 ตัวเลือก เห็นได้จาก วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์โทของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ที่ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ แม้ค่าความถี่มูลฐานจะไม่แตกต่างกัน แสดงว่า ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาอาจมีบทบาทร่วมกันในการช่วยให้ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์คู่นี้

ค. กรณีของคู่วรรณยุกต์ที่มีเพียงค่าระยะเวลาเท่านั้นที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ผลการรับรู้พบว่า ผู้ฟังไม่สับสนในการรับรู้วรรณยุกต์คู่นั้น เห็นได้จาก การฟังเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์โทแยกจากวรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์จัตวา ส่วนในการฟังเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์โทแยกจากวรรณยุกต์เอกได้ดี แสดงให้เห็นว่าค่าระยะเวลามีบทบาทมากเพียงพอในการช่วยให้ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ได้ แม้ค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มจะไม่แสดงว่าคู่วรรณยุกต์นี้แตกต่างกันก็ตาม

ง. กรณีนีของคู่วรรณยุกต์ที่มีเพียงค่าความเข้มเท่านั้นที่แตกต่างอย่างมีนัย-
สำคัญ ผลการรับรู้พบว่า ผู้ฟังไม่สามารถรับรู้วรรณยุกต์คู่กันนั้นได้ เห็นได้จาก ในการฟังเสียงของผู้
พูด TE กลุ่มที่ 2 ผู้ฟังสับสนวรรณยุกต์ที่รับวรรณยุกต์จัตวาเมื่อใช้แบบทดสอบแบบ 5 ตัวเลือก
จึงกล่าวได้ว่าค่าความเข้มเพียงประการเดียวไม่สามารถช่วยให้ผู้ฟังรับรู้วรรณยุกต์ได้

จากที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดย
ผู้พูด TE มีบทบาทต่อการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้ฟัง แม้ว่า ค่าความถี่มูลฐานจะแสดงความต่างเพียง
ในช่วงท้ายของระยะเวลาการเปล่งเสียง แต่ในการฟังนั้น ผู้ฟังได้ฟังคำทดสอบตลอดระยะเวลา
การเปล่งเสียง จึงเป็นไปได้อย่างมากที่ผู้ฟังจะรับรู้วรรณยุกต์จากค่าความถี่มูลฐานที่ต่างกันในช่วง
ท้าย ส่วนค่าระยะเวลา นั้น พบว่า มีบทบาทที่ชัดเจนในการช่วยจำแนกบางวรรณยุกต์ ในขณะที่
บทบาทของค่าความเข้มในงานวิจัยนี้ยังไม่ชัดเจนเท่ากับค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลา

6.2.2 ในการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ พบว่า
วรรณยุกต์ทุกหน่วยเสียงแตกต่างกัน ในการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า ทุกคู่วรรณยุกต์
มีความต่างกัน ยกเว้น วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอกที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Abramson (1976) ซึ่งศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์
และทดสอบการรับรู้เสียง Abramson พบว่าวรรณยุกต์ภาษาไทยมีค่าความถี่มูลฐานแตกต่างกัน
ทั้งในแง่ของระดับสูงต่ำและทิศทางการขึ้นตกของเสียง ผู้ฟังคนไทยสามารถจำแนกวรรณยุกต์ทั้ง 5
หน่วยเสียงได้แม้จะไม่มีบริบทช่วยในการฟังก็ตาม Abramson พบว่า ค่าความถี่มูลฐานมีบทบาท
สำคัญต่อการฟังเสียงวรรณยุกต์ภาษาไทย นอกจากนี้ในการทดสอบการรับรู้ Abramson ยังพบว่า
วรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอกเป็นวรรณยุกต์ที่ผู้ฟังมีความสับสน เนื่องจากมีระดับและทิศ
ทางการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานที่ใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพบว่า
วรรณยุกต์ตรีมีลักษณะการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานที่แตกต่างไปจากการศึกษาของ
Abramson ที่มีมาก่อนหน้านี้ Abramson จัดให้วรรณยุกต์ตรีอยู่ในกลุ่มวรรณยุกต์คงระดับ แต่ใน
งานวิจัยนี้พบว่าวรรณยุกต์ตรีมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่มูลฐานที่ใกล้เคียงกับ
วรรณยุกต์จัตวาซึ่งเป็นวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ กล่าวคือ ค่าความถี่มูลฐานตกอย่างต่อเนื่องในช่วง
ต้นและขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งตกเล็กน้อยในช่วงท้าย โดยการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่มูลฐาน
ของวรรณยุกต์ตรีมีพิสัยที่แคบกว่าวรรณยุกต์จัตวา ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับ
วรรณยุกต์ของผู้พูดปกติในปัจจุบัน เช่น ปิยฉัตร (2534) ผดนิษฐา (2543) และวิไลลักษณ์ (2543)
ที่พบว่าวรรณยุกต์ตรีมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่มูลฐานที่แปรไปจากเดิม

6.2.3 การวิจัยนี้มีผู้บอกภาษาเป็นผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารจำนวน 3 คน ผู้วิจัย
กำหนดคุณสมบัติของการเป็นผู้บอกภาษาโดยพิจารณาเรื่องสัมฤทธิ์ผลทางการสื่อสารเป็นสำคัญ

โดยจะต้องสามารถสื่อสารในระดับประโยคได้ดี แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในทางกลศาสตร์ และการทดสอบการรับรู้ ผู้วิจัยพบว่าผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารทั้ง 3 คนมีความแตกต่างกันมาก ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มให้กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารในงานวิจัยนี้ได้ คือ ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 1 และคนที่ 2 มีผลการวิจัยทั้งในทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้ที่เป็นไปในแนวเดียวกัน ส่วนผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 3 เป็นผู้ที่มีการวิจัยต่างจากคนที่ 1 และคนที่ 2 อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้เคยพูดคุยกับผู้ไร้กล่องเสียงประเภทที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารมาจำนวนหนึ่งทำให้เห็นว่าผู้พูดคนที่ 1 และคนที่ 2 น่าจะเป็นตัวแทนของผู้ไร้กล่องเสียงที่พูดด้วยวิธีนี้ ผู้วิจัยจึงจัดให้เป็นผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 1 หรือ ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ส่วนผู้พูดคนที่ 3 เป็นผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 และจากการเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารออกเป็น 2 กลุ่ม เห็นได้ว่าผู้ที่พูดด้วยวิธีนี้แม้จะเป็นผู้ไร้กล่องเสียงแต่ก็สามารถออกเสียงวรรณยุกต์ภาษาไทยได้ดีใกล้เคียงกับผู้พูดปกติ เห็นได้จากผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 ที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่มูลฐานใกล้เคียงกับผู้พูดปกติ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมทิศทางการเพิ่มลดค่าความเข้มได้ดี และมีค่าระยะเวลาในการออกเสียงวรรณยุกต์คล้ายคลึงกับผู้พูดปกติอย่างมาก ส่วนผลการทดสอบการรับรู้พบว่า ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารกลุ่มที่ 2 ได้ดี คือ เมื่อทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก ผู้ฟังรับรู้ได้ถูกต้องร้อยละ 74.11 และเมื่อทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก ผู้ฟังรับรู้ได้ถูกต้องมากถึงร้อยละ 93.38 จากการสังเกตขณะเก็บข้อมูล และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ผู้วิจัยเห็นว่า บุคลิกของผู้ไร้กล่องเสียงมีส่วนสำคัญมากที่ทำให้การพูดมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับผู้พูดปกติ กล่าวคือ ผู้พูด TE กลุ่มที่ 2 มีอวัยวะดีและช่างพูด ประกอบกับอาชีพของผู้พูด TE กลุ่มนี้ช่วยให้มีโอกาสเข้าสังคมและได้พบปะพูดคุยกับบุคคลอื่นๆ อยู่สม่ำเสมอ แตกต่างจากผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ซึ่งหลังจากผ่าตัดกล่องเสียงแล้วมักใช้ชีวิตอยู่กับบ้าน และไม่มีโอกาสได้เข้าสังคมมากนักจึงทำให้โอกาสในการพูดน้อยลงด้วย

6.2.4 การศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของวรรณยุกต์ภาษาไทยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ตัวแปรทางกลศาสตร์ 3 ประการด้วยกัน คือ ค่าความถี่มูลฐาน (fundamental frequency/ F0) ค่าความเข้ม (intensity) และค่าระยะเวลา (duration) ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยเรื่องวรรณยุกต์ในเชิงกลศาสตร์ที่ผ่านมา ที่มักจะศึกษาโดยวิเคราะห์เพียงค่าความถี่มูลฐาน ในการพูดของผู้พูดปกติ ค่าความถี่มูลฐานเกิดจากการทำงานของเส้นเสียงและมีบทบาทสำคัญที่ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงวรรณยุกต์ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้บอกภาษาเป็นผู้ที่มีอวัยวะในการออกเสียงแตกต่างจากผู้พูดปกติ คือเป็นผู้ไร้กล่องเสียงที่ใช้ P-E segment ทดแทนการทำงานของเส้นเสียง อวัยวะส่วนนี้ทำงานได้ไม่ดีนัก จึงทำให้ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดกลุ่มนี้

มีปัญหา เห็นได้จากงานวิจัยของ Gandour et al. (1988) ที่ศึกษาค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดอาหาร และพบว่า วรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงมีค่าความถี่มูลฐานต่ำและพิสัยแคบซึ่งต่างจากผู้พูดปกติอย่างมาก ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่สัทลักษณะร่วมของระดับเสียงสูงต่ำ คือ ความดังค่อย และความสั้นยาวจะมีบทบาทสำคัญในการออกวรรณยุกต์ของผู้ไร้กล่องเสียง

จากการศึกษาของ Abramson (1975) เรื่องบทบาทของค่าความเข้มที่มีต่อการจำแนกวรรณยุกต์ภาษาไทย พบว่า ค่าความเข้มซึ่งเป็นสัทลักษณะร่วมประการหนึ่งนั้น ช่วยให้ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ได้ดีขึ้น Abramson ศึกษาโดยการให้ผู้ฟังฟังเสียงสังเคราะห์ที่มีค่าความถี่มูลฐานเพียงปัจจัยเดียว และพบว่า มีคะแนนการรับรู้ถูกต้องร้อยละ 92.8 ซึ่งลดลงจากการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยคนปกติที่มีคะแนนการรับรู้ถูกต้องร้อยละ 98.6 ดังนั้น Abramson จึงสังเคราะห์เสียงโดยเพิ่มตัวแปรค่าความเข้ม และนำเสียงสังเคราะห์ที่ประกอบไปด้วยค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มไปทดสอบการรับรู้กับคนปกติ พบว่ามีคะแนนการรับรู้ถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 96.1 ซึ่งใกล้เคียงกับการรับรู้เสียงคนปกติ ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า ค่าความเข้มที่ต่างกันเป็นสิ่งที่มียบทบาทเป็นรองซึ่งช่วยให้ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ของผู้พูดปกติได้ดีขึ้น และเมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า ในการทดสอบการรับรู้ของผู้ฟังที่มีต่อการออกเสียงของผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ได้ดี แม้ว่าผู้พูดกลุ่มนี้จะมีค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ไม่แตกต่างจากวรรณยุกต์อื่น ผู้วิจัยคิดว่า สัทลักษณะร่วมจะมีบทบาทต่อการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้ฟัง เมื่อพิจารณาจากค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โท พบว่ามีค่าต่ำกว่าวรรณยุกต์อื่นอย่างชัดเจน สัทลักษณะร่วมนี้จึงมีบทบาทมากขึ้นในการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้ฟังเมื่อค่าความถี่มูลฐานไม่สามารถจำแนกวรรณยุกต์ได้

6.2.5. ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ โดยภาพรวม คู่วรรณยุกต์ที่ผู้ฟังรับรู้สับสนเป็นคู่วรรณยุกต์ที่มีค่าความถี่มูลฐานไม่แตกต่างกัน ยกเว้นวรรณยุกต์โทที่มีค่าระยะเวลาแสดงความต่างอย่างชัดเจน สิ่งน่าสนใจที่พบคือ แม้ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารจะมีอวัยวะในการออกเสียงต่างจากผู้พูดปกติ คือ ใช้ P-E segment ทำงานแทนเส้นเสียง แต่ก็สามารถเปล่งเสียงวรรณยุกต์ให้มีความแตกต่างกันได้ แม้จะไม่ครบสมบูรณ์เท่าในผู้พูดปกติก็ตาม การวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานในงานวิจัยนี้ทำให้เห็นปัญหาประการหนึ่งในเปล่งเสียงวรรณยุกต์ของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร คือ ไม่สามารถควบคุมการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานในช่วงต้นของระยะเวลาการเปล่งเสียงได้ เห็นได้จาก ผู้พูด TE กลุ่มที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเป็นตัวแทนของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารส่วนใหญ่ ผู้พูดกลุ่มนี้มีทิศทางการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานในช่วงท้ายคล้ายคลึงกับผู้พูดปกติ คือ มีการขึ้นตกของค่าที่ต่างกัน ในขณะที่ช่วงต้นของระยะเวลาการเปล่งเสียงนั้นไม่แตกต่างกัน ดังนั้น ถ้าผู้พูดที่ใช้

หลอดลม-หลอดอาหารสามารถควบคุมอัตราการสั้นของ P-E segment ในช่วงต้นได้ อาจทำให้ผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์ได้ดีขึ้น

6.2.6 งานวิจัยนี้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการทดสอบการรับรู้การออกเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารโดยพิจารณาจากข้อสรุปของ Abramson (1962) ที่ว่า วรรณยุกต์ภาษาไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วรรณยุกต์คงระดับ มี 3 หน่วยเสียงคือ วรรณยุกต์สามัญ วรรณยุกต์เอกและวรรณยุกต์ตรี และวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ มี 2 หน่วยเสียงคือ วรรณยุกต์โทและวรรณยุกต์จัตวา ผู้วิจัยคิดว่าผู้ฟังน่าจะรับรู้วรรณยุกต์คงระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับแยกจากกันได้ดีเนื่องจากเป็นวรรณยุกต์ที่ต่างประเภทกัน และมีลักษณะการขึ้นตกของค่าความถี่มูลฐานที่ต่างกัน แต่จากผลการทดสอบการรับรู้พบว่า ผู้ฟังไม่สามารถรับรู้วรรณยุกต์จัตวาแยกจากวรรณยุกต์ตรีได้แม้จะเป็นวรรณยุกต์ที่ต่างประเภทกัน โดยเมื่อฟังวรรณยุกต์จัตวา ผู้ฟังรับรู้ผิดเป็นวรรณยุกต์ตรีด้วยคะแนนที่ใกล้เคียงหรือสูงกว่าคะแนนการรับรู้ถูกต้อง แสดงให้เห็นว่าผู้ฟังไม่สามารถจำแนกวรรณยุกต์สองหน่วยเสียงนี้ และเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานประกอบ เห็นได้ว่าวรรณยุกต์ตรีที่พบในงานวิจัยนี้ต่างไปจากข้อสรุปของ Abramson โดยวรรณยุกต์ตรีมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่มูลฐานใกล้เคียงอย่างมากกับวรรณยุกต์จัตวา ซึ่งเป็นวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้น การที่ผู้ฟังไม่สามารถรับรู้วรรณยุกต์จัตวาและวรรณยุกต์ตรีแยกจากกันนั้น เป็นสิ่งที่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานที่พบในงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยเห็นว่า ถ้าสมมติฐานตั้งอยู่บนข้อสรุปของงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับวรรณยุกต์ในผู้พูดปกติที่เป็นปัจจุบัน คำตอบของสมมติฐานที่ว่าผู้ฟังสามารถรับรู้วรรณยุกต์คงระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับแยกจากกันได้หรือไม่ก็จะเปลี่ยนไปด้วย กล่าวคือผู้ฟังจะสามารถจำแนกวรรณยุกต์คงระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับออกจากกันได้

6.2.7 ในการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูด TE ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบ 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบการรับรู้แบบ 2 ตัวเลือกและแบบทดสอบการรับรู้แบบ 5 ตัวเลือก และพบว่าเมื่อใช้แบบทดสอบแบบ 2 ตัวเลือก ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ดีและเกิดความสับสนระหว่างเสียงวรรณยุกต์น้อยกว่าการใช้แบบทดสอบแบบ 5 ตัวเลือก ซึ่งอธิบายได้ว่า การที่แบบทดสอบมีเพียง 2 ตัวเลือกนั้น เป็นการจำกัดขอบเขตการรับรู้ของผู้ฟังโดยตัดตัวเลือกที่ผิดออกไปจำนวน 3 ตัวเลือก ซึ่งเป็นการกรองคำตอบที่ถูกต้องให้กับผู้ฟังในระดับหนึ่ง การรับรู้โดยการพิจารณาจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก เป็นการให้อิสระกับผู้ฟังซึ่งจะต้องตัดสินใจในการเลือกตอบวรรณยุกต์ที่ถูกต้องที่มีเพียง 1 ข้อ ในขณะที่มีวรรณยุกต์ที่ผิดถึง 4 ข้อ การใช้แบบทดสอบทั้ง 2 แบบนี้ ผู้วิจัยเห็นว่ามิชอบได้เปรียบเทียบที่ต่างกัน กล่าวคือ แบบทดสอบแบบ 2 ตัวเลือกเป็นแบบทดสอบที่ถูกออกแบบเพื่อการทดสอบสมมติฐานว่ามีความสับสนเกิดขึ้นระหว่างสองเสียงที่ให้มานี้หรือไม่ ในขณะที่ แบบทดสอบแบบ 5

ตัวเลือกเป็นแบบทดสอบที่สะท้อนความเป็นจริงในชีวิตประจำวันได้ดีกว่า เนื่องจากในการฟังเสียงโดยปกติแล้วผู้ฟังจะได้ยินวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียงปะปนกัน เห็นได้ว่า การออกแบบและการเลือกใช้แบบทดสอบการรับรู้เป็นหนึ่งในขั้นตอนการดำเนินการวิจัยที่สำคัญเพื่อนำไปสู่การตอบสมมติฐาน

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ควรมีการศึกษาในเชิงสรีรศาสตร์ เนื่องจากการวิจัยนี้พบว่าผู้ไร้กล่องเสียงที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีความสามารถในการออกเสียงเพื่อจำแนกวรรณยุกต์ได้แตกต่างกันมาก ซึ่งอาจเป็นผลมาจากลักษณะทางกายภาพหลังการผ่าตัดของผู้ไร้กล่องเสียงเอง

6.3.2 ผลการทดสอบการรับรู้ในงานวิจัยนี้ พบว่า ในการฟังเสียงของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร ผู้ฟังซึ่งเป็นคนปกติสับสนระหว่างวรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก และวรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา ดังนั้น น่าจะเริ่มด้วยการฝึกออกเสียงเป็นคู่ๆ เช่น วรรณยุกต์สามัญกับวรรณยุกต์เอก วรรณยุกต์ตรีกับวรรณยุกต์จัตวา เป็นต้น แทนที่จะฝึกแบบการเรียนการสอนภาษาไทยปกติ คือ เรียงลำดับจากวรรณยุกต์สามัญ เอก โท ตรี และจัตวา

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

นิลภา ชัยธิดา. 2533. การศึกษาอัตราการพูดและองค์ประกอบที่เกี่ยวกับอัตราการพูดของ
คนปกติและผู้ที่ถูกหูตึงโดยใช้หลอดอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

ปิยฉัตร ปานโรจน์. 2534. ลักษณะเชิงกลศาสตร์ของวรรณยุกต์ในภาษาไทยกรุงเทพฯ:
การแปรตามกลุ่มอายุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิต
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผดุนิทรานนท์. 2543. หน่วยจังหวะกับการแปรของวรรณยุกต์ในคำพูดต่อเนื่อง
ภาษาไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รจนา ทรรทรานนท์. 2538. รจนาธิพนธ์. ภาควิชาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา คณะแพทยศาสตร์
รามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

วิไลลักษณ์ จุราหะวงค์. 2543. วรรณยุกต์ภาษาไทยกรุงเทพฯที่ออกเสียงโดยคนไทย คน
แต่ใจ และคนซิกซ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Abercrombie, D. 1967. *Elements of General Phonetics*. Edinburgh: Edinburgh University
Press.

Abramson, A. S. 1962. *The vowels and tones of standard Thai: acoustical
measurements and experiments*. Bloomington: Indiana University Research
Center in Anthropology, Folklore and Linguistics.

Abramson, A. S. 1975. The tones of Central Thai: Some perceptual experiments. In
J. G. Harris and J. R. Chamberlin (eds.), *Studies in Tai Linguistics in honor of
William J. Gedney*, pp.1-16. Bangkok: Central institute of English language, office
of state Universities.

- Abramson, A. S. 1976. Thai tones as a reference system. In T.W.Gething, J.G.Harris and P.Kullavanijaya(eds.),*Tai Linguistics in honor of Fang-Kuei Li*, pp.1-12. Bangkok: Chulalongkorn University Prerss.
- Abramson, A. S. 1978. Static and Dynamic acoustic cues in distinctive tones. *Langugage and Speech* 21: 319-325.
- Gandour, J., Weinberg, B., Petty, S. and Dardarananda, R. 1988. Tones in Thai Alaryngeal Speech. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 53: 23-29.
- Grolman, W. 2001. Tracheoesophageal Speech. [Online]. Available from: <http://www.orl.nl/laryngectomy/te-voice.htm> [2001,Sept 11]
- Randall, L. P. 2001. Tracheoesophageal Speech following Laryngectomy. [Online]. Available from: <http://www.voice-center.com/trachesoph.html> [2001, Sept 11].
- Robbins, J., Fisher, H. B., Blom, E. C. and Singer, M. I. 1984. A comparative acoustic study of normal, esophageal and tracheoesophageal speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 49: 202-210.
- Slavin, D. C. and Ferrand, C. T. 1995. Factor Analysis of Proficient Esophageal Speech:Toward a Multidimensional Model. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 38: 1224-1231.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ความรู้เกี่ยวกับกลไกการพูดของผู้พูดปกติ

การพูดเป็นผลของการทำงานประสานกันของอวัยวะชุดหนึ่งในร่างกายซึ่งAbercrombie (1967) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญในการเกิดเสียงคือ กระแสลมซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานต่างๆ กระแสลมที่ถูกขับเคลื่อนนี้จะทำให้ได้ยินการเคลื่อนไหวของอวัยวะออกเสียง

ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องในการทำให้เกิดเสียงพูด คือ

1 การขับเคลื่อนกระแสลม (Air-stream mechanism)

ลมเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดเสียงขึ้น เนื่องจากเสียงก็คือลมที่ถูกดัดแปลงและแปรให้เป็นเสียงประเภทต่างๆ โดยการทำงานของฐานกรณ์ และการเกิดเป็นเสียงพูดได้นั้นจะต้องมีกระบวนการขับเคลื่อนกระแสลม ซึ่งจะมีแหล่งต้นกำเนิดพลังงาน ณ ตำแหน่งต่างๆ ในภาษามนุษย์ส่วนใหญ่จะใช้กลไกการขับเคลื่อนกระแสลมที่มีแหล่งพลังงานที่ปอด (Pulmonic Air-stream mechanism) ตัวขับเคลื่อนกระแสลมของกลไกนี้อยู่ที่ปอดและกล้ามเนื้อหายใจซึ่ง กลไกนี้ถือเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดของการเปล่งเสียงพูดสำหรับผู้พูดปกติ

2 การทำให้เป็นเสียงแบบต่างๆ (Phonation)

การทำให้เกิดเสียงพูดในขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของเส้นเสียง ซึ่งการศึกษาการทำงานของเส้นเสียงแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

2.1 วิธีการทำงานของเส้นเสียง (Modes of vocal folds vibration)

เส้นเสียงซึ่งเป็นอวัยวะภายในกล่องเสียง วางตัวอยู่ในแนวนอน และเคลื่อนไหวอย่างอิสระ ตลอดทั้งเส้น ช่องว่างระหว่างเส้นเสียงเป็นช่องทางเปิดเปิดระหว่างหลอดลมไปยังช่องคอ (Glottis) เส้นเสียงสามารถทำงานหรือเคลื่อนไหวได้ในรูปแบบต่างๆ กัน ส่งผลให้เกิดสภาวะของเส้นเสียง (States of the glottis) แบบต่างๆ

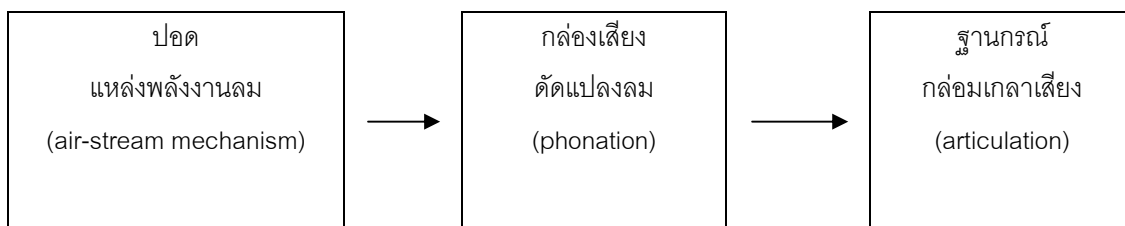
2.2 อัตราการทำงานของเส้นเสียง (Rates of vocal folds vibration)

การทำงานหรือการสั่นของเส้นเสียงด้วยอัตราต่างๆกันจะทำให้ผู้ฟังได้ยินระดับเสียงสูงต่ำ(Pitch) หากเส้นเสียงสั่นมากรอบใน 1 วินาที ระดับเสียงก็จะสูง แต่ถ้าเส้นเสียงสั่นน้อยรอบใน 1 วินาที ระดับเสียงก็จะต่ำ

3 การแปรเสียงหรือการกล่อมเกลาเสียง (Articulation)

เมื่อกระแสลมจากแหล่งพลังงานต่างๆซึ่งส่วนใหญ่มาจากปอดเคลื่อนที่เข้าสู่กล่องเสียงและถูกดัดแปลงคุณภาพเสียงให้แตกต่างกันไปตามรูปแบบการทำงานของเส้นเสียงแล้ว ต่อมา กระแสลมก็จะเดินทางเข้าสู่ช่องปากซึ่งมีอวัยวะแปรเสียง (Articulators) ทำหน้าที่ในการดัดแปลงเสียงให้ออกมามีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน

จากที่ได้กล่าวถึงทางเดินลมหายใจของผู้พูดปกติและขั้นตอนที่ทำให้เกิดเสียงพูดสามารถสรุปเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



การทำงานของสรีระที่สัมพันธ์กับวรรณยุกต์ คือ อัตราการสั่นสะเทือนของเส้นเสียงที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการดัดแปลงลม เมื่อพิจารณาในแง่กลศาสตร์ คือค่าความถี่มูลฐาน (fo) และเมื่อพิจารณาในแง่โสตศาสตร์ คือระดับเสียง (Pitch) ดังนั้น การได้ยินเสียงวรรณยุกต์คือการได้ยินระดับเสียงสูงต่ำ (pitch) ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการสั่นของเส้นเสียงที่เป็นอวัยวะภายในกล่องเสียง ซึ่งจะได้กล่าวถึง ภายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา (Anatomy and physiology) ของกล่องเสียงซึ่งเป็นอวัยวะหลักในการทำให้เกิดระดับเสียงอย่างคร่าวๆ

ภายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของกล่องเสียง (Anatomy and physiology of larynx)

กล่องเสียง (Larynx) เป็นอวัยวะที่มีความซับซ้อน ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เชื่อมต่อบริเวณหลอดลมและช่องคอ ภายในตัวกล่องเสียงประกอบด้วยกระดูกที่สำคัญคือ

- Hyoid bone
เป็นกระดูกที่อยู่บนสุดของกล่องเสียง และเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ
- Thyroid cartilage
เป็นกระดูกอ่อนสองแผ่นที่เชื่อมต่อกันอยู่ทางด้านหน้า ส่วนหนึ่งคือบริเวณที่เรียกว่า ลูกกระเดือก
- Cricoid cartilage
เป็นกระดูกอ่อนรูปวงแหวน หนาและแข็งแรงมาก อยู่ในตำแหน่งต่ำสุดและทำหน้าที่เป็นฐานของกล่องเสียง
- Arytenoid cartilage
เป็นกระดูกอ่อนชิ้นเล็กสองชิ้น รูปร่างคล้ายปิรามิด อยู่ด้านหลังตอนบนของ Cricoid cartilage

ภายในกล่องเสียงมีอวัยวะที่ทำหน้าที่สำคัญมากในการพูดคือ เส้นเสียง (Vocal cords หรือ Vocal folds) ซึ่งเส้นเสียงนี้ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อ (Tissues) และเอ็น (Ligament) วางพาดอยู่ในแนวนอน เส้นเสียงอยู่ในตำแหน่งที่เริ่มจาก Thyroid cartilage ตรงมุมหลังด้านใน โดยรวมเป็นจุดร่วมเดียวแล้วแยกห่างออกจากกันมาเกาะที่ปุ่ม Arytenoid cartilage ซึ่งอยู่ด้านหลังของกล่องเสียง ผิวด้านในของกล่องเสียงเป็นบริเวณที่เปิด ไม่ได้ยึดติดกับอะไร เส้นเสียงจะเปิดปิดโดยการทำงานของ Arytenoid cartilage ซึ่งจะดึงกล้ามเนื้อเส้นเสียงให้ลูเข้าหากันหรือแยกออกจากกัน มีช่องว่างระหว่างเส้นเสียงเกิดขึ้น ชื่อว่า glottis ซึ่งสามารถจะเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างไปได้หลายแบบ

การทำงานของเส้นเสียงอยู่ภายใต้การสั่งงานของสมองมายังกล้ามเนื้อกล่องเสียงซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. Intrinsic laryngeal muscles
2. Extrinsic laryngeal muscles

1 Intrinsic laryngeal muscles เป็นกล้ามเนื้อที่ทำให้ส่วนประกอบของกล่องเสียงมีการเคลื่อนไหวประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อที่สำคัญดังนี้

1.1 Adductor muscles มีกล้ามเนื้อที่สำคัญชื่อ

- Lateral cricoarytenoid muscles เป็นกล้ามเนื้อที่พาดจากด้านข้างของกระดูก cricoid ไปยังกระดูก arytenoid
- Vocalis
- Interarytenoid muscles เป็นกล้ามเนื้อที่พาดจากกระดูก arytenoid ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง กล้ามเนื้อชนิดนี้มีบทบาทสำคัญในการทำให้เส้นเสียงลู่เข้าหากัน

1.2 Abductor muscles มีกล้ามเนื้อที่สำคัญชื่อ

- Posterior cricoarytenoid muscles เป็นกล้ามเนื้อที่พาดจากด้านหลังของกระดูก cricoid ไปยังกระดูก arytenoid กล้ามเนื้อชนิดนี้มีบทบาทสำคัญในการทำให้เส้นเสียงแยกออกจากกัน

1.3 Tensor muscles มีกล้ามเนื้อที่สำคัญชื่อ

- Cricothyroid muscles เป็นกล้ามเนื้อที่พาดจากด้านข้างของกระดูก cricoid ไปยังกระดูก thyroid เมื่อกล้ามเนื้อชนิดนี้หดตัว จะทำให้กระดูก thyroid เคลื่อนตัวไปข้างหน้า มีผลทำให้เส้นเสียงตึง กล้ามเนื้อชนิดนี้มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนรูปร่าง ความตึง-หย่อนของเส้นเสียง

2 Extrinsic laryngeal muscles เป็นกล้ามเนื้อที่ทำให้ตำแหน่งของกล่องเสียง(entire larynx) ภายในลำคอมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อที่สำคัญ คือ

2.1 Strap muscles มีกล้ามเนื้อที่สำคัญชื่อ

- Sternohyoid muscle
- Sternothyroid muscle
- Thyrohyoid muscle

กล้ามเนื้อชนิดนี้มีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนตัวของกล่องเสียง ไม่ว่าจะขึ้น-ลง หรือ แนวนอน (หน้า-หลัง)

2.2 กล้ามเนื้ออื่นๆ ที่อยู่ในลำคอซึ่งเชื่อมต่อกับกล่องเสียง ซึ่งมีผลกับการเคลื่อนตัวของกล่องเสียงในลักษณะเดียวกับ Strap muscles

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงค่าทางกลศาสตร์ของวรรณยุกต์ภาษาไทย

ภาคผนวก ข.1 ค่าความถี่มูลฐาน

ภาคผนวก ข.1.1 ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	40%	60%	70%	80%	90%	100%
นา/1	92.9877	100.815	103.3895	103.8298	106.5026	106.8191	106.8865	107.2045	103.1049	92.25707	80.464
นา/2	105.0696	108.6672	104.6166	102.9992	101.886	102.4365	102.4519	101.3507	101.47	94.83934	86.919
นา/3	115.25562	109.4253	111.0921	109.6074	110.1233	110.2265	111.8569	108.9588	103.5461	93.4911	88.142
นา/4	101.1382	104.7126	101.482	99.56397	101.4717	101.03775	100.1449	100.0159	97.5953	90.97142	82.31313
นา/5	120.3098	117.2538	106.1377	103.5087	104.7599	105.3088	105.0514	104.1941	101.5901	94.57535	83.90619
ลข/1	109.1713	113.88	112.0808	114.8069	111.4806	112.09956	113.8862	112.3797	108.3814	91.72437	76.6347
ลข/2	111.4742	113.1845	111.8242	112.2556	113.3463	115.0412	115.5476	114.2765	107.2922	95.12434	86.9417
ลข/3	96.69205	101.4782	103.1274	103.32	106.13997	107.1045	107.0874	105.4519	99.93267	87.00349	79.34209
ลข/4	138.626	109.7445	105.58694	107.4059	109.2806	110.3439	111.9947	112.1915	105.6611	93.1139	80.53663
ลข/5	107.893	109.976	107.4486	108.1672	108.7695	108.8668	108.6707	106.3261	99.1995	89.79757	78.31057
มี/1	110.9693	114.2799	117.4599	117.4279	118.2028	119.4067	117.0832	114.3046	103.927	89.73644	75.14077
มี/2	118.6645	110.5073	111.9912	111.3645	109.5763	110.8997	108.4242	106.9737	102.0308	95.32296	87.25202
มี/3	107.1796	105.1975	106.1098	106.942	106.9619	107.1002	107.6944	107.7084	105.5212	97.05605	83.41526
มี/4	126.3809	106.5296	110.364	108.4817	109.9312	109.316	109.15	109.1214	106.8197	96.6666	87.18127
มี/5	128.8192	112.6087	114.8526	114.2066	114.5098	114.9922	115.3184	115.4028	110.7394	99.32327	84.09926
\bar{x}	112.70873	109.21734	108.50422	108.25916	108.86283	109.39996	109.41656	108.39071	103.78742	93.400218	82.706573
s.d.	12.324269	4.7526458	4.6834778	5.0858277	4.5216716	4.8329741	4.8822378	4.6605579	3.6401327	3.2366591	4.1784805

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
นา/1	148.8342	140.5168	137.3048	137.0622	134.9516	133.5337	131.4622	131.2284	129.4848	124.9175	120.2305
นา/2	181.7787	159.8422	146.8716	145.5971	142.4138	140.1229	138.5214	135.5542	132.3359	129.7898	114.1913
นา/3	180.6202	147.5096	143.5625	140.8035	136.3785	132.4499	130.0102	126.5806	123.2108	121.6727	121.7859
นา/4	193.6368	152.324	146.4873	143.0276	140.8491	138.6719	135.3902	133.228	132.4585	127.4585	113.1925
นา/5	171.6888	144.2404	139.7388	135.5701	133.0597	130.2711	128.9265	118.8343	118.0925	117.2302	114.6971
ลอ/1	155.9325	142.3481	139.9581	138.0036	137.5668	137.1056	135.1055	135.2521	136.3282	134.136	131.8092
ลอ/2	188.0958	156.8486	143.8521	132.8626	132.4964	131.0997	127.9804	126.3846	122.0187	119.9726	108.997
ลอ/3	193.7338	148.3298	138.8098	136.5285	133.0095	130.3592	128.6923	124.2269	120.8879	117.6598	113.3448
ลอ/4	192.6751	146.2271	142.1217	140.5131	138.6221	168.9131	137.1329	136.098	135.7847	134.9047	120.02332
ลอ/5	205.8062	150.6572	141.7803	137.3416	134.9078	133.651	133.6038	125.4401	125.4404	125.1885	121.40474
มี/1	197.4709	155.4849	146.4309	142.7035	141.6716	139.2121	139.0093	135.436	132.6694	127.3247	109.2282
มี/2	190.2897	154.6046	146.9353	143.7119	140.8378	137.8558	135.1905	132.6347	130.23	127.0868	107.6947
มี/3	193.4948	162.6857	149.0666	145.3928	141.6453	137.1923	133.1027	129.5053	124.2497	121.22025	104.5939
มี/4	192.9426	157.8356	150.8479	146.0892	143.5304	141.3707	139.5723	134.5155	133.1008	127.3713	105.1986
มี/5	188.5347	156.4273	143.4895	142.1829	139.7881	135.8149	136.4768	133.7067	131.2884	128.1703	109.6056
\bar{x}	185.03565	151.72546	143.81715	140.49268	138.11523	137.84159	134.0118	130.57503	128.50538	125.60691	114.39982
s.d.	15.452972	6.6801907	3.9298153	4.0714666	3.7575073	9.3146475	3.8782818	5.1893565	5.7239432	5.3143107	7.4629108

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
นา/1	83.65606	100.7873	91.49645	91.19097	90.52718	89.06548	84.25766	82.54682	77.57952	79.08154	77.65307
นา/2	79.91304	79.69846	81.06364	81.48219	82.11278	81.31262	80.15042	79.37608	78.25456	78.44602	77.59576
นา/3	77.36533	80.54962	80.80935	81.32015	82.21054	79.60742	78.23003	76.53086	74.90588	75.28186	70.1985
นา/4	81.4828	93.17454	85.94227	86.23484	84.92631	84.16305	83.46975	83.25985	79.27658	77.08021	78.39324
นา/5	82.64915	84.66626	84.58078	84.53213	84.3272	83.07632	82.52803	80.65528	80.03571	82.88232	76.9202
ลอ/1	76.67612	78.24065	98.00668	82.05272	80.78783	81.38235	78.54546	79.51541	77.74083	75.58733	74.95822
ลอ/2	81.3333	84.66315	83.76973	84.67859	84.52357	82.11906	81.38122	79.29797	75.4501	78.74953	76.14432
ลอ/3	76.75637	87.16432	89.54874	88.51032	86.59908	86.30956	84.14665	82.18091	80.02192	79.18448	67.55186
ลอ/4	76.82351	81.97048	103.0509	84.93034	82.70914	82.28232	80.71524	80.11656	78.70624	75.90006	77.93143
ลอ/5	76.24711	85.20427	86.40385	86.43335	86.02901	85.76501	85.0261	83.52289	81.49536	79.77352	75.82073
มี/1	88.93557	89.5729	94.16094	93.92126	91.93294	89.76063	87.53671	85.01903	81.94731	77.94947	77.11747
มี/2	82.94546	77.76497	91.24684	89.57859	90.22888	89.59337	87.15625	85.28637	81.47746	79.18765	74.11058
มี/3	82.2547	88.18579	92.39752	92.08989	90.82956	88.8654	86.03913	84.25402	82.00526	78.08093	74.86865
มี/4	87.97226	91.56088	92.1164	91.14752	89.43174	87.23781	85.88834	83.52996	82.6801	76.1844	74.11728
มี/5	84.13372	87.78246	91.00963	91.34845	89.54689	89.07644	88.82177	87.47782	83.99193	79.66766	73.49022
ข	81.2763	86.06574	89.70691	87.29675	86.44818	85.30779	83.59285	82.17132	79.70458	78.20247	75.12477
s.d.	4.025526	6.216042	6.138929	4.131301	3.705258	3.521233	3.273892	2.88799	2.630877	1.993975	3.002409

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1	104.9056	109.7571	107.378	105.9718	105.8197	105.2006	105.1437	104.3298	104.9336	105.1522	100.3956
หน้า/2	97.54694	106.8179	106.88	107.2559	105.5134	102.7584	102.634	103.0581	101.5899	102.9179	103.4208
หน้า/3	115.5162	105.1788	104.4028	101.605	100.3129	99.8171	99.29766	101.2242	100.384	99.73929	96.65725
หน้า/4	105.0769	101.7639	101.8251	99.77489	95.87402	92.64322	92.83516	90.59769	88.93815	86.80546	89.32792
หน้า/5	124.0006	108.7792	102.4771	99.73091	97.37883	95.86645	96.11865	93.4819	94.47261	94.06805	98.504
หล่อ/1	95.06719	98.43699	99.54837	96.40432	95.09011	95.45838	93.31379	91.71096	93.72075	91.06687	94.26451
หล่อ/2	122.7115	102.9886	101.8105	99.36856	99.87239	99.09116	99.43358	100.785	98.02627	99.85117	96.38543
หล่อ/3	101.3787	107.2218	105.7783	105.261	106.5314	104.9693	104.9433	106.2651	106.6572	107.0387	104.0076
หล่อ/4	111.7955	103.7598	98.75899	99.60437	98.89827	99.43224	97.74435	98.07248	98.44409	96.30237	90.8715
หล่อ/5	101.6748	102.367	100.2544	97.2736	94.09734	95.59152	94.35516	95.06544	95.156	97.95008	96.32283
หมี/1	116.2488	104.3609	103.6369	98.9575	97.65876	94.6778	94.40658	96.51148	96.38317	97.47887	92.92515
หมี/2	119.571	102.6382	105.8215	101.9372	98.50167	99.66254	99.28559	99.39397	99.64875	98.83287	96.15385
หมี/3	104.3682	98.12703	96.85833	99.08899	96.85145	95.64623	95.52204	94.25486	95.49826	97.19943	92.25647
หมี/4	111.3377	99.13908	99.09015	97.30324	97.78402	98.18013	98.48355	98.5015	98.84939	98.16365	94.58698
หมี/5	117.2833	104.3456	107.5468	105.4165	103.0667	101.5928	100.5957	98.87854	99.67905	98.54814	97.61021
= x	109.8989	103.7121	102.8045	100.9969	99.55006	98.70586	98.27419	98.14207	98.15875	98.07434	96.24601
s.d.	9.181486	3.529175	3.442264	3.453548	3.964257	3.778909	3.93274	4.585662	4.452162	5.050254	4.195832

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1	188.6531	149.501	139.489	139.0542	135.4894	133.3672	131.371	129.0253	126.5193	125.1505	114.331
หน้า/2	171.2363	147.8278	142.3686	137.8401	137.4105	135.904	133.2765	132.8069	129.9201	127.3698	116.9846
หน้า/3	183.416	147.5942	139.7475	131.8664	127.7017	124.8161	118.4965	116.6404	113.9055	109.882	113.391
หน้า/4	203.821	149.012	139.2179	136.8165	132.4604	126.9612	126.7057	121.6916	119.4296	118.4264	117.2319
หน้า/5	179.5517	147.6451	139.1075	134.6552	128.8953	126.8338	124.2536	123.1268	118.6274	118.2006	115.4634
หล่อ/1	194.5216	145.1471	139.1484	128.6426	128.9883	124.3189	122.3517	119.4401	117.3759	119.1562	116.9275
หล่อ/2	193.9073	143.4191	133.5811	128.0544	127.6202	121.1784	119.9886	118.9886	113.9708	114.3922	111.381
หล่อ/3	203.7939	143.5335	132.011	126.2297	122.6037	119.0191	116.9569	114.2824	110.4357	111.9793	112.1026
หล่อ/4	196.5278	142.0368	137.5661	129.0344	126.4993	121.89	120.2289	117.0249	114.9029	111.355	113.6917
หล่อ/5	193.0277	154.0778	142.0212	135.1893	130.0046	126.2982	120.1542	116.7905	113.4446	111.4005	110.8625
หมี/1	193.6204	153.2402	146.8061	143.9187	142.1623	137.8778	135.3909	132.5127	129.9999	129.2869	113.8474
หมี/2	191.8427	152.2874	150.4916	144.6081	142.0058	136.9372	133.5789	130.2014	128.0538	123.2932	115.7626
หมี/3	195.8707	152.8377	147.4518	144.0429	139.1026	135.0405	129.4401	123.8718	119.3415	115.8397	106.685
หมี/4	196.6639	147.9546	144.9115	140.4191	133.6451	128.6786	123.0583	121.2364	116.414	115.0034	109.0534
หมี/5	185.7859	147.7643	137.7034	134.7868	131.6994	126.3525	121.1144	117.6564	113.719	107.9394	103.3747
\bar{x}	191.4827	148.2586	140.7748	135.6772	132.4192	128.3649	125.0911	122.3531	119.0707	117.245	112.7394
s.d.	8.682285	3.717427	5.038576	6.065749	5.82209	6.053432	6.082427	6.107203	6.483933	6.574203	3.974114

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1	83.78897	93.07041	85.43326	84.54177	84.48899	81.77838	82.1171	79.20172	79.0481	77.77505	75.59428
หน้า/2	79.81054	86.1632	82.83051	85.05609	84.81631	83.51512	82.79788	80.05649	78.21177	74.49452	76.83898
หน้า/3	81.99696	83.87689	88.31656	84.36006	84.10894	83.94973	83.56319	82.08402	81.65176	81.83265	79.27458
หน้า/4	85.8043	85.56901	85.71132	84.95829	85.92454	80.94687	79.93722	74.08292	77.26037	77.0856	77.30966
หน้า/5	76.65774	83.6634	76.59114	79.25086	78.57575	78.94219	78.26205	77.59689	77.13334	81.95709	76.45529
หล่อ/1	69.65798	85.80977	81.90386	81.88013	79.4349	77.87046	77.67467	75.13622	77.99636	80.98499	82.70004
หล่อ/2	76.3353	79.76033	80.80516	81.06702	79.31265	77.20196	76.64212	75.35014	75.70484	75.59499	73.46805
หล่อ/3	78.70496	79.79835	79.9532	80.53432	80.10863	78.09684	78.46379	75.64185	75.78859	78.13589	73.2154
หล่อ/4	77.43111	81.06347	80.70432	79.79185	81.00163	79.55634	78.46866	75.90718	75.86369	74.60237	74.79083
หล่อ/5	77.73149	80.33406	79.71089	80.06713	79.57079	78.7114	77.65824	76.35142	75.94759	75.63621	74.30981
หมี/1	77.19316	87.09743	90.50769	88.93687	86.92313	84.02734	80.82321	80.66515	81.4589	81.39862	71.12244
หมี/2	76.91163	87.1077	89.03115	89.22855	84.65848	81.9069	79.55942	77.26057	78.30082	77.75253	75.22465
หมี/3	85.92044	83.12753	85.33921	84.25704	81.91498	80.67103	79.86884	78.41242	78.635	79.04041	74.48447
หมี/4	78.54077	94.55513	93.03909	92.76095	90.24649	88.42726	85.18	82.88414	81.69446	81.18656	75.03757
หมี/5	78.3418	86.0746	86.45606	86.77652	86.37304	84.46987	82.91027	78.08038	75.67774	76.83623	71.91024
ข	78.98848	85.13809	84.42223	84.23116	83.16395	81.33811	80.26178	77.9141	78.02489	78.28758	75.44909
s.d.	4.132189	4.36551	4.587475	3.952689	3.4651	3.11017	2.536384	2.636428	2.174553	2.650192	2.886872

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1	108.0076	115.659	122.1722	122.4695	127.9394	128.6521	124.0524	119.6701	115.1535	102.5289	90.0994
หน้า/2	128.7942	120.3354	126.2553	136.9615	126.5004	124.1087	121.3258	114.8572	102.3603	89.3242	83.70896
หน้า/3	143.4913	125.0436	127.5116	131.7599	132.6351	130.4352	126.6089	121.6664	115.8135	100.6611	84.00717
หน้า/4	118.2698	114.9302	119.5015	121.3858	121.746	120.9971	119.9708	115.4578	107.5845	94.62618	86.38154
หน้า/5	145.5047	121.8784	124.8768	127.0113	129.4116	126.5099	124.6892	118.8782	113.7151	104.606	90.32671
ล่อ/1	107.8859	112.5395	113.8826	116.2706	116.6142	112.4506	109.3534	104.6707	99.32844	86.72859	83.24433
ล่อ/2	113.8316	122.0016	126.3635	125.8545	127.7642	128.3075	125.1142	118.3357	106.1667	92.34763	80.08502
ล่อ/3	128.3873	120.1656	122.5786	124.4197	123.0995	121.6768	120.0143	116.0741	109.8144	98.20721	88.41867
ล่อ/4	127.3058	115.6087	118.0992	119.4113	121.6031	122.7971	119.9361	113.0385	103.4866	89.98424	87.22951
ล่อ/5	140.6552	125.1686	135.9788	137.0964	139.1012	139.0996	134.0102	125.3585	106.7782	91.15391	81.23711
หนี/1	137.7763	143.6725	158.5369	159.8953	159.9679	161.9174	157.2118	143.5371	118.5051	102.6063	80.3298
หนี/2	139.4363	125.7008	133.5276	129.152	131.1326	132.8574	131.4111	119.3924	107.9054	100.2193	81.82268
หนี/3	136.5814	120.1369	125.737	132.6476	136.1901	130.3098	129.6554	126.8068	115.2928	95.39409	85.80723
หนี/4	120.6245	148.5193	161.8664	162.1453	175.5574	179.0563	178.6902	171.2247	151.4172	114.4813	88.23096
หนี/5	155.2715	137.6359	146.0544	150.2884	152.4515	149.9975	143.3582	131.5606	111.4506	96.5202	88.44845
x	130.1216	124.5997	130.8628	133.1179	134.7809	133.9449	131.0268	124.0353	112.3182	97.29261	85.29184
s.d.	14.2381	10.62085	14.21874	14.1201	16.14976	17.41249	17.30832	15.80153	12.13434	7.207601	3.490874

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1	187.7733	163.0376	159.8557	157.8266	161.4779	158.9468	148.7043	133.3454	120.4082	111.6428	113.7587
หน้า/2	195.077	166.6942	164.4365	165.9455	164.5115	155.602	143.6796	128.0137	120.6959	113.6665	122.5506
หน้า/3	175.6816	157.3296	160.5953	162.1629	159.2859	151.1559	139.9241	126.7119	118.3608	111.7952	110.2432
หน้า/4	200.6902	159.6027	161.282	160.8325	153.3899	149.4156	140.9784	129.1162	118.9809	111.1372	124.92
หน้า/5	189.7549	163.9133	166.0736	166.1358	159.2354	149.5203	139.38	128.9487	119.1182	114.4084	116.173
ล่อ/1	191.8376	148.5723	143.7611	144.3229	143.9851	139.4678	135.4055	125.5422	115.9086	112.6084	121.9976
ล่อ/2	198.1895	162.1198	166.9682	171.1092	167.9272	160.9652	152.0732	134.6591	121.5178	116.7237	117.091
ล่อ/3	208.5144	168.1313	168.4735	169.0496	162.3648	154.1261	142.1685	128.5047	119.163	114.1348	114.3214
ล่อ/4	168.0509	160.8503	163.9251	164.8862	158.5214	150.1651	137.7858	123.5306	114.5855	111.1226	117.6812
ล่อ/5	199.1943	154.7047	155.2164	154.9313	151.7627	147.2385	139.5063	127.995	123.978	118.9379	120.5704
หนี/1	178.8107	166.4844	171.2446	174.3353	174.7989	167.7178	151.8904	135.4971	120.9756	109.5192	114.0812
หนี/2	212.6179	169.458	171.2139	169.7262	168.1601	159.8271	150.4453	131.8016	118.5991	111.7322	112.419
หนี/3	197.4342	178.4212	167.3433	165.8851	161.3914	151.2123	139.8668	127.8588	118.4956	111.7603	111.5305
หนี/4	206.0892	172.5104	172.1301	172.7584	163.412	153.2127	142.338	127.2256	113.7493	111.1493	119.6071
หนี/5	216.5168	176.26	177.0681	177.1272	174.335	164.9157	151.8056	134.8662	117.894	115.3244	116.5852
\bar{x}	195.0822	164.5393	164.6392	165.1356	161.6373	154.2326	143.7301	129.5745	118.8287	113.0442	116.902
s.d.	13.61782	7.969887	8.029792	8.362196	8.136028	7.295864	5.694655	3.6276	2.647695	2.49772	4.32597

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1	75.64487	85.89983	90.33881	92.77297	93.68723	92.986	90.37965	87.44262	82.64155	78.01433	74.94193
หน้า/2	75.99384	98.2399	97.99821	99.00831	101.5574	101.2388	96.71659	93.22911	87.57772	80.56041	77.43572
หน้า/3	75.89357	77.84914	98.60691	101.181	103.2141	103.076	97.30712	88.54189	83.00882	82.89636	81.98022
หน้า/4	99.42156	105.6942	107.3998	108.2202	106.4282	101.1825	93.73992	89.21688	84.22378	79.04821	70.83446
หน้า/5	93.24205	96.13414	97.07254	96.8169	97.06515	95.14097	93.78892	88.74361	85.30817	81.55074	80.21059
ล่อ/1	86.37179	96.49777	98.75297	90.6752	76.33477	72.8931	72.8426	67.7621	64.7906	62.9882	65.4248
ล่อ/2	90.92825	86.00775	89.56527	94.99108	96.83786	96.09057	93.41515	91.05005	85.7356	81.57985	82.62601
ล่อ/3	71.85381	89.26462	92.95465	94.3058	95.0248	96.59071	95.05454	90.16989	86.4393	78.44232	70.70917
ล่อ/4	80.57667	94.27728	99.35164	103.3017	105.6422	107.6088	102.7591	96.0698	92.1602	85.54545	72.34804
ล่อ/5	92.87925	94.47467	95.01107	94.48754	94.35387	93.71224	93.38181	90.09705	88.28076	80.94894	78.05562
หนี/1	97.42167	110.6161	108.8609	108.7692	105.8005	98.60515	92.14466	83.42152	80.28405	75.55932	77.88424
หนี/2	80.99024	92.26353	102.5556	108.0615	110.4111	110.1453	103.6859	95.3169	86.60273	79.68064	72.47358
หนี/3	73.99693	100.7325	105.9341	110.7867	110.7761	108.7039	104.28	94.63613	84.87801	77.68544	70.44347
หนี/4	87.85124	100.8939	105.5891	108.4114	109.8888	104.6377	100.1704	97.96706	89.22951	79.93768	73.14471
หนี/5	83.04051	95.85978	102.7429	108.2791	109.7067	106.4963	102.0141	91.82714	83.71641	79.00712	74.93054
x	84.40708	94.98034	99.51563	101.3379	101.1153	99.27387	95.44536	89.69945	84.32515	78.89633	74.89621
s.d.	8.932707	8.192309	5.997032	7.014018	9.229467	9.183656	7.707281	7.132871	6.138068	4.998786	4.799791

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน(Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
น้ำ/1	100.5114	98.62708	97.99952	98.57899	100.6418	102.8369	103.999	107.2592	112.895	113.4552	105.3593
น้ำ/2	135.62	109.4858	107.7978	106.622	107.5707	114.4892	118.9352	122.9659	123.5105	118.8962	99.05384
น้ำ/3	129.9145	108.8296	109.0695	108.0822	110.6365	113.3382	117.2699	122.6931	127.0663	129.7476	120.6344
น้ำ/4	102.2237	109.2847	100.3091	100.1893	104.057	105.4331	109.3298	114.8518	119.6487	115.4893	90.77528
น้ำ/5	114.359	98.8024	103.7787	105.583	104.1092	105.6016	109.4783	117.189	121.2308	122.5246	112.6809
ล้อย/1	98.59646	113.9053	115.9675	124.2774	127.2774	135.7618	143.8296	151.4519	155.7641	145.7896	97.99173
ล้อย/2	135.3392	112.4159	111.3693	109.1095	110.4874	112.7999	115.7457	119.136	124.6131	120.8756	105.4283
ล้อย/3	125.2488	108.3016	108.9129	104.4948	108.3034	111.1403	114.2195	117.6064	122.6459	122.0876	144.4105
ล้อย/4	128.212	107.015	104.3685	102.2879	104.5928	106.7341	108.1956	115.7664	120.616	116.9478	86.5006
ล้อย/5	118.3423	110.8666	110.4215	110.857	114.7692	118.1454	120.9597	125.7202	131.0351	117.5264	89.05774
น้ำ/1	138.0427	135.0612	134.8417	144.2804	158.1308	166.6144	174.636	175.9513	162.6365	118.7309	88.89875
น้ำ/2	116.3884	115.5272	122.8233	126.3774	129.5406	137.6648	153.9709	161.3133	160.1211	137.2463	105.4955
น้ำ/3	123.0666	113.6128	113.8663	116.3658	119.9286	125.2546	134.5844	144.1165	141.4102	119.9675	88.56711
น้ำ/4	128.6716	110.3175	114.1909	116.0242	118.0675	124.2705	132.9103	139.3899	137.8956	115.0421	85.46961
น้ำ/5	137.5488	130.2529	132.5775	132.5622	136.3122	142.7728	147.0602	152.6394	153.5414	137.4709	91.53084
\bar{x}	122.139	112.1537	112.5529	113.7128	116.9617	121.5238	127.0083	132.5367	134.3087	123.4532	100.7903
s.d.	13.42587	9.646906	10.61988	13.0354	15.45718	17.65055	20.28866	20.28694	16.48387	9.641596	15.96133

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
น้ำ/1	187.5416	145.7449	139.1506	140.7957	143.0048	144.7505	148.6947	153.7548	153.3966	160.654	155.5811
น้ำ/2	183.4578	152.4922	145.1774	145.5036	145.4059	147.287	151.2393	153.3204	154.5682	160.2751	159.2026
น้ำ/3	203.3685	155.8989	143.7908	139.727	141.3109	143.5839	146.9137	153.1022	155.2233	153.1526	149.6258
น้ำ/4	162.3185	146.5406	145.8523	146.0172	147.6237	151.8143	154.9545	156.9344	160.0727	161.4068	159.9474
น้ำ/5	206.7339	154.3232	144.4419	142.1517	141.7852	142.9748	144.3395	149.6884	151.9192	155.5744	149.0823
ล้อย/1	193.5814	145.4886	137.2426	136.5216	137.3088	138.0724	143.2162	146.8188	151.1045	151.1522	152.5094
ล้อย/2	195.8188	157.3199	148.1816	143.0753	148.2738	150.4899	153.0101	155.4669	135.0272	174.0933	181.4
ล้อย/3	184.1691	145.4163	138.5624	139.582	142.9925	146.0782	153.6356	159.2461	156.6416	150.6399	145.5314
ล้อย/4	163.9357	143.4219	141.4542	139.576	141.2636	143.767	148.8303	149.7735	155.6414	153.6769	168.9142
ล้อย/5	193.5001	148.9844	140.8959	140.6564	140.6179	144.9652	149.7303	155.5412	157.6082	161.2302	161.1769
นี่/1	185.9089	152.2001	147.1415	145.1415	144.7449	147.3359	149.3181	151.491	154.9773	160.6832	160.2507
นี่/2	209.6452	167.7019	165.0994	160.0032	159.7371	159.5665	163.0357	163.3486	165.2919	172.4666	169.1781
นี่/3	196.418	164.8141	176.0499	160.3322	152.0675	151.3065	151.4331	154.2373	161.8931	168.0102	151.0714
นี่/4	190.208	155.0905	151.3566	152.6629	152.0224	153.2416	159.3568	164.6985	165.2229	165.71	160.0771
นี่/5	181.1684	151.1844	143.0823	142.4806	144.9025	145.3824	149.1277	153.8605	157.3664	159.3523	164.0392
\bar{x}	189.1849	152.4415	147.1653	144.9485	145.5374	147.3744	151.1224	154.7522	155.7303	160.5385	159.1725
s.d.	13.51737	7.094156	10.43459	7.237456	5.696035	5.206885	5.216426	4.853194	7.159277	7.189706	9.340057

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
น้ำ/1	80.8953	91.90909	92.43785	93.06984	96.8602	100.1967	103.9856	105.2221	106.8461	104.0291	101.1546
น้ำ/2	78.83232	89.05085	89.32903	91.14883	92.59533	94.13068	95.75018	98.11842	100.284	91.80367	73.15116
น้ำ/3	91.26976	83.14357	88.44121	91.04606	92.63226	96.50047	98.49795	99.34836	100.2866	98.78147	90.01744
น้ำ/4	60.443	87.97681	92.60856	88.93634	88.09434	89.05688	89.70848	90.71074	89.2808	86.78611	76.01763
น้ำ/5	82.70833	88.64	90.26439	92.87879	93.83571	95.20155	97.08192	100.1303	101.3362	96.83586	81.81942
ล้อย/1	83.73729	91.57256	96.69645	103.2504	109.365	112.6494	116.3339	117.2437	116.2533	112.0294	106.2463
ล้อย/2	73.80206	86.91154	86.49575	87.94201	91.94559	94.77247	97.06119	100.3545	101.8546	100.4533	94.39719
ล้อย/3	86.96142	89.20497	90.89056	93.06575	95.41252	96.2459	97.50483	99.14859	100.1748	96.67624	85.61024
ล้อย/4	86.03836	90.32186	91.88012	93.65246	94.3338	96.62519	98.15198	98.47473	97.51405	93.00123	69.26901
ล้อย/5	75.29506	88.49915	88.72269	91.07022	95.12296	97.6932	100.6183	103.9403	106.7612	104.6171	83.54054
น้ำ/1	88.73766	107.2988	104.4745	108.7896	112.9005	117.2953	121.8049	126.2331	124.8835	112.1872	75.33134
น้ำ/2	64.00706	94.13397	96.75587	97.67774	100.0182	102.6946	103.8171	105.6832	103.9103	97.78792	80.49719
น้ำ/3	83.20944	97.37952	99.71952	100.7043	104.4293	107.6288	111.23	114.6665	113.0814	108.4975	87.1332
น้ำ/4	78.21533	91.57993	98.09366	98.8234	100.5353	102.5207	105.5949	106.0241	103.2857	98.82501	80.18001
น้ำ/5	84.29387	95.71265	95.64364	99.35033	100.1947	101.792	102.3301	104.6516	104.0181	102.3289	84.39626
ข	79.89642	91.55568	93.49692	95.42707	97.88505	100.3336	102.6314	104.6633	104.6514	100.3093	84.5841
s.d.	8.628474	5.619625	4.944929	5.824904	6.800727	7.464834	8.38831	8.867662	8.414552	7.20503	10.16412

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หนา/1	126.0566	91.21028	91.98183	92.31801	93.44408	96.40419	101.8061	109.5397	118.447	127.9052	134.1267
หนา/2	103.7788	95.74183	93.77152	93.43486	93.79958	94.95187	100.0358	104.9417	111.7113	125.3364	126.4003
หนา/3	104.0194	99.11667	97.46847	98.24069	98.77863	102.8438	105.7121	116.4029	127.1635	136.9097	138.1899
หนา/4	92.62257	95.9414	94.15118	94.61192	95.47305	97.04254	101.1774	108.7443	122.2493	131.2885	128.2264
หนา/5	105.1186	94.64863	92.66018	93.37849	92.35815	91.8265	94.98571	99.99896	105.501	120.7441	119.8596
หลอ/1	104.691	99.09339	98.33412	96.07927	96.71098	99.34535	104.7015	112.4544	123.1411	136.2313	137.2928
หลอ/2	119.2069	99.98074	96.87567	95.58876	96.60849	100.7347	108.0645	117.6828	131.1286	139.516	139.0883
หลอ/3	104.5908	106.2503	105.94	107.737	111.563	114.2577	124.8449	140.4026	155.6728	162.2281	153.8435
หลอ/4	97.29118	99.25269	97.20928	96.82488	96.19369	100.7071	108.9374	118.2496	132.354	138.5762	136.2307
หลอ/5	105.2551	103.803	98.51475	96.75805	98.71626	101.4621	105.5248	115.1041	125.1318	136.1446	133.8751
หมี/1	126.6498	107.4481	109.5566	109.998	110.2488	113.4129	119.8095	127.6755	142.7662	154.4637	143.0524
หมี/2	119.8427	103.9472	104.46	104.1683	106.7459	112.3786	115.9847	126.1765	141.4591	151.2694	139.0817
หมี/3	106.8789	105.5537	108.5515	106.4348	106.7267	109.928	116.3927	126.3132	141.0733	154.075	146.0076
หมี/4	110.5598	104.6878	109.0469	108.5436	109.4696	113.1398	119.3658	128.2322	145.0208	155.0289	141.7888
หมี/5	106.8654	104.0771	102.8656	103.6355	107.7937	113.5319	120.7535	133.866	145.5418	146.6975	130.3719
หนี/1	130.2945	101.9124	102.4986	102.0114	103.2358	106.8158	112.872	126.5989	136.8745	145.1705	136.1379
หนี/2	107.7277	101.9875	102.4852	102.1469	101.9615	104.0348	109.0476	115.1994	122.5389	136.7745	140.012
หนี/3	105.2686	104.821	104.9731	106.8839	110.6935	114.7577	124.328	140.5366	152.4067	155.8094	144.4733
หนี/4	113.7232	106.7629	107.5363	107.3744	109.8551	114.2484	118.0392	128.188	142.7236	155.799	142.5306
หนี/5	130.5171	110.3724	108.244	108.3979	110.2099	114.6931	121.2101	131.6647	144.7954	154.4081	146.8505
∑	111.0479	101.8305	101.3562	101.2283	102.5293	105.8258	111.6797	121.3986	133.385	143.2188	137.872
s.d.	10.83506	4.887411	5.871064	6.0223	6.814305	7.735865	8.843697	11.31076	13.59878	11.88773	7.808045

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หนา/1	187.2028	151.321	136.0982	133.2964	127.7782	129.688	129.1118	142.1401	156.4155	162.1582	143.7013
หนา/2	206.1137	156.2844	142.6933	133.9053	128.8043	126.1543	128.4194	132.9471	139.111	156.5254	145.1525
หนา/3	194.605	154.4362	142.4192	135.0333	132.9999	132.5985	132.8821	144.8215	160.9361	171.4407	153.3183
หนา/4	205.4728	154.8766	142.3853	135.1428	131.0217	125.8948	127.0399	133.3092	156.838	171.2869	157.2801
หนา/5	182.8867	156.4557	144.0414	134.6108	129.9086	125.1024	124.0828	130.1576	138.4785	152.8668	146.4649
หลอ/1	198.9036	155.6805	147.8227	135.7384	126.0444	124.6083	120.5021	128.6864	138.6393	149.6339	154.5066
หลอ/2	204.575	152.2701	138.9124	131.758	128.3964	126.6471	128.851	142.0469	163.9714	169.7392	162.2697
หลอ/3	195.2924	148.1321	136.317	129.0593	124.6947	121.377	122.8333	127.2628	133.4896	143.3035	131.0065
หลอ/4	159.3577	140.7147	129.6872	125.9661	125.4622	121.182	117.6999	126.9262	172.1865	182.8515	178.7151
หลอ/5	187.3617	147.221	135.124	124.24	121.9151	117.8082	116.7108	118.6645	121.8759	145.3699	143.4134
หมี/1	179.4099	146.9749	138.9672	135.4945	132.6724	131.7496	127.2714	130.2613	149.435	164.5925	163.3087
หมี/2	188.9381	157.6107	147.3413	138.142	133.8209	132.4287	132.3287	144.4771	165.5918	165.1165	164.3991
หมี/3	189.1131	155.5693	148.5454	139.9481	135.283	133.4788	140.2222	148.4014	169.1917	175.5956	162.4663
หมี/4	178.8998	147.364	143.2149	136.8901	132.9505	131.8442	136.3696	147.1899	160.4185	157.7766	146.8801
หมี/5	212.7203	157.9969	149.6047	141.297	136.9693	132.9939	130.9147	134.2064	153.0295	170.73	171.2521
หนี/1	203.619	166.057	155.3924	147.3743	140.3375	136.6712	137.5158	147.5304	159.2159	168.7389	167.5498
หนี/2	195.2697	154.5213	144.8194	136.4568	130.8172	128.6005	129.781	138.2308	154.9732	163.5776	156.3588
หนี/3	177.8077	171.85	157.7835	137.7391	129.9585	127.6336	124.4429	127.4421	141.6241	164.6287	157.563
หนี/4	216.7174	162.2268	145.4862	131.4433	128.497	131.1745	134.0409	143.1468	164.2587	167.1181	166.2014
หนี/5	201.2657	163.5962	150.0556	140.1279	129.5715	126.5064	128.5124	136.5905	161.556	168.7942	146.3154
x	193.2766	155.058	143.8356	135.1832	130.3952	128.2071	128.4766	136.222	153.0618	163.5922	155.9062
s.d.	13.73761	7.285886	6.883937	5.265868	4.368067	4.803114	6.259611	8.473127	13.37229	10.08984	11.52689

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/เครื่องที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หนา/1	76.15205	78.3943	74.281	75.16341	77.09389	80.9538	83.66538	87.47375	91.5129	93.04594	94.9337
หนา/2	85.85084	78.40873	78.65209	78.28378	77.44273	78.87351	80.71988	91.5528	101.4002	107.7196	105.6603
หนา/3	81.75451	81.02958	83.39395	80.85303	76.54159	77.49032	79.91188	86.7286	100.0626	105.737	102.5089
หนา/4	79.44146	79.59171	79.87183	78.87113	78.52621	79.46991	86.24267	99.13406	111.7973	113.9697	103.003
หนา/5	78.66072	79.16234	78.14487	78.84442	76.03737	75.85398	79.4192	88.30906	94.3214	101.0958	106.8555
หลอ/1	76.98874	83.58459	82.01949	74.77633	76.89215	78.42974	84.21358	92.34855	96.89765	99.79259	98.69306
หลอ/2	79.96408	77.79559	78.18116	79.52459	78.78847	78.88168	83.1989	92.22074	101.4947	108.9679	113.692
หลอ/3	75.8529	76.2927	78.56205	77.18123	75.07267	76.5466	81.33821	88.26675	97.03437	102.2833	105.1443
หลอ/4	65.03243	82.22528	77.71039	77.41323	77.77594	79.13871	84.83786	92.48554	100.7715	102.763	106.7396
หลอ/5	77.70066	79.25665	78.91003	77.56723	77.82823	74.96497	77.70221	84.81984	92.8448	93.59747	100.5197
หมี/1	82.38161	88.17469	90.05195	90.34368	90.0761	90.62122	94.49936	105.1581	115.0266	122.9851	120.7553
หมี/2	104.5908	90.30164	90.47709	89.32817	87.46013	88.17141	92.71543	103.9667	113.3027	118.8218	108.5334
หมี/3	79.47536	85.36688	85.46865	83.32209	82.62379	83.98366	90.49325	103.5632	107.8377	110.8405	106.8611
หมี/4	74.12108	95.19477	87.03874	84.50773	80.98845	82.31515	89.00647	100.0155	103.5183	105.9516	101.3209
หมี/5	84.35072	90.26224	88.69076	87.1052	85.31781	91.71271	99.81267	108.0966	111.6417	111.2996	105.209
หนี/1	73.30184	91.51482	88.40951	87.40431	85.54752	89.89929	92.60205	100.1717	105.689	105.4674	97.91212
หนี/2	85.51082	86.47194	86.21458	83.91441	81.70531	89.2226	100.5858	111.7363	119.7094	118.5436	107.6899
หนี/3	72.46911	79.29439	80.96017	80.89131	78.27523	79.04845	82.41467	93.71209	104.7775	105.7033	111.314
หนี/4	86.8958	87.9581	88.10096	86.79685	87.45325	89.51028	93.60953	102.3802	112.6384	118.0709	118.8404
หนี/5	80.8567	87.05898	85.85695	86.76341	88.91433	88.74294	91.60445	100.1562	114.1843	118.3342	119.0057
\bar{x}	80.06761	83.867	83.04981	81.94278	81.01806	82.69155	87.42967	96.61481	104.8232	108.2495	106.7596
s.d.	7.793702	5.482056	4.895438	4.817641	4.780197	5.673746	6.773445	7.813132	8.173381	8.40618	7.088694

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1(N1)	112.71	109.22	108.5	108.26	108.86	109.4	109.42	108.39	103.79	93.4	82.707
2(N2)	185.04	151.73	143.82	140.49	138.12	137.84	134.01	130.58	128.51	125.61	114.4
3(N3)	81.276	86.066	89.707	87.297	86.448	85.308	83.593	82.171	79.705	78.202	75.125
- \bar{x}	126.34	115.67	114.01	112.02	111.14	110.85	109.01	107.05	104	99.07	90.744
s.d.	53.206	33.302	27.472	26.796	25.909	26.297	25.212	24.23	24.401	24.205	20.835

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1(N1)	109.9	103.71	102.8	101	99.55	98.706	98.274	98.142	98.159	98.074	96.246
2(N2)	191.48	148.26	140.77	135.68	132.42	128.36	125.09	122.35	119.07	117.25	112.74
3(N3)	78.988	85.138	84.422	84.231	83.164	81.338	80.262	77.914	78.025	78.288	75.449
- \bar{x}	126.79	112.37	109.33	106.97	105.04	102.8	101.21	99.47	98.418	97.869	94.811
s.d.	58.118	32.439	28.738	26.238	25.083	23.78	22.558	22.249	20.524	19.48	18.686

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1(N1)	130.12	124.6	130.86	133.12	134.78	133.94	131.03	124.04	112.32	97.293	85.292
2(N2)	195.08	164.54	164.64	165.14	161.64	154.23	143.73	129.57	118.83	113.04	116.9
3(N3)	84.407	94.98	99.516	101.34	101.12	99.274	95.445	89.699	84.325	78.896	74.896
- \bar{x}	136.54	128.04	131.67	133.2	132.51	129.15	123.4	114.44	105.16	96.411	92.363
s.d.	55.616	34.907	32.569	31.899	30.325	27.791	25.029	21.601	18.333	17.091	21.878

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1(N1)	122.14	112.15	112.55	113.71	116.96	121.52	127.01	132.54	134.31	123.45	100.79
2(N2)	189.18	152.44	147.17	144.95	145.54	147.37	151.12	154.75	155.73	160.54	159.17
3(N3)	79.896	91.556	93.497	95.427	97.885	100.33	102.63	104.66	104.65	100.31	84.584
- \bar{x}	130.41	118.72	117.74	118.03	120.13	123.08	126.92	130.65	131.56	128.1	114.85
s.d.	55.111	30.969	27.207	25.041	23.983	23.559	24.246	25.098	25.65	30.382	39.231

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1(N1)	111.05	101.83	101.36	101.23	102.53	105.83	111.68	121.4	133.39	143.22	137.87
2(N2)	193.28	155.06	143.84	135.18	130.4	128.21	128.48	136.22	153.06	163.59	155.91
3(N3)	80.068	83.867	83.05	81.943	81.018	82.692	87.43	96.615	104.82	108.25	106.76
- \bar{x}	128.13	113.59	109.41	106.12	104.65	105.57	109.2	118.08	130.42	138.35	133.51
s.d.	58.506	37.023	31.184	26.955	24.757	22.759	20.636	20.011	24.255	27.99	24.862

ภาคผนวก ข.1.2 ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
นา/1	73.61	69.01	61.34	58.11	61.34	64.95	58.11	58.11	55.2	69.01	
นา/2	70.71	70.71	62.39	62.39	75.76	75.76	66.29	66.29	70.71	75.76	70.71
นา/3	72.34	63.29	84.39	77.9	72.34	77.9	77.9	67.51	59.57	63.29	63.29
นา/4	78.95	74.02	69.66	65.79	69.66	65.79	84.59	74.02	62.33	62.33	78.95
นา/5	81.01	81.01	94.51	87.24	81.01	94.51					
ลอ/1	62.74	68.45	68.45								
ลอ/2			97.74	89.59	97.74			89.59	89.59	71.67	67.19
ลอ/3				50.65	48.12	53.46	50.65	50.65			
ลอ/4	73.7	85.98	93.8								
ลอ/5											
มี/1	97.62	82.21	91.88	78.1	82.21						
มี/2	78.86	67.59	63.09	63.09	52.57	63.09	67.59	49.14	41.14		
มี/3	81.95	73.22	78.45	84.48	68.64	64.6	57.8	61.01	57.8	57.8	54.91
มี/4	78.59	72.54	85.74	67.35	62.87	67.36	67.36	62.87	52.39	49.63	55.47
มี/5	86.84	80.64	86.84	70.56	75.26	75.26	70.56	70.56	66.41	59.42	53.76
\bar{x}	78.077	74.056	79.868	71.271	70.627	70.268	66.761	64.975	61.682	63.614	63.469
s.d.	8.7671	6.9359	13.362	12.232	13.524	11.175	10.442	11.786	13.477	8.3686	9.4646

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
นา/1	60.3	55	55	51.1	57.6	55	55	51.1	55	48.5	
นา/2	57.6	66.8	60.3	61.6	66.8	66.8	62.9	65.5		56.3	
นา/3	54.87	54.87	54.87	54.87	51.98	51.98	54.87	51.98	49.38	51.98	49.38
นา/4	61.42	52.21	69.61	58.81	54.95	58.01	61.42	65.26	52.21	45.4	43.5
นา/5	51.87	51.87	57.63	54.6	57.63	57.63	49.4	49.4	51.87	54.6	43.22
ลอ/1											
ลอ/2	55.59	48.34	65.41	52.95							
ลอ/3	38.51	38.51	55.52	30.14					52.74	45.86	42.19
ลอ/4							60.93	56.86	56.86	53.31	50.17
ลอ/5								51.61	44.88	35.59	
มี/1	56.3	60.3	61.6	62.9	64.2	64.2	61.6	60.3	57.6	53.7	
มี/2	66.8	66.8	64.2	64.2	64.2	64.2	60.3	59			
มี/3									66.03	51.36	42.02
มี/4	41.94	58.25	58.25	58.25	55.18	49.92	54.42	55.18	55.18		
มี/5							55.89	53.1	53.1		
\bar{x}	54.52	55.295	60.239	54.942	59.068	58.468	57.673	56.299	54.077	49.66	45.08
s.d.	8.611	8.4993	4.9599	9.7369	5.3318	6.1323	4.3652	5.6154	5.3183	6.131	3.6897

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 3

คำ/ครั้งที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
นา/1									114.7	117.5	106.2
นา/2	159	146.4	148.7	144	140	140.9	135.6	140.5		113.9	99.9
นา/3											
นา/4											
นา/5	129.61	127.04	127.3	127.61	127.08	129.66	130.28	125.97	119.13	101.5	101.62
ลอ/1			146.5	145.8	144.2	141.2	139.3	127.5	115.4	105.6	101.4
ลอ/2	137.22			134.41	138.04	132.55	134.4	136.15	128.04	115.82	95.19
ลอ/3	154.34	150.26						137.79			
ลอ/4	148.53	149.43	139.52	134.84	140.62	132.91	139.37	141.02			
ลอ/5	136.45	134.39	133.12	137.66	140.98	145.25	139.1	136.93	130.18	118.27	113.92
มี/1	166.27	141.45	156.09	156.1	166.51	151.2	150.76	145.77	139.45	143.02	133.43
มี/2	149.43	153	157.62	153.56	150.8	151.05	149.37	144.77	125.13	105.27	99.59
มี/3	134.3	137.98	130.64	138.06	130.39	133.51	131.02	130.38	122.52	106.15	103.24
มี/4	146.95	143.34	143.22	145.29	152.25	147.63	142.22	135.8	120.25	105.4	90.08
มี/5	149.3	145.1	148.2	156.6	148.7	145.1	148.9	136.4	126.17	110.36	103.02
= x	146.49	142.84	143.09	143.08	143.6	141	140.03	136.58	124.1	112.98	104.33
s.d.	11.183	7.9326	10.359	9.5511	10.885	7.7812	7.178	6.1974	7.45	11.473	11.357

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 1

คำ/ครั้งที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1	62.94	56.31	56.31	59.44	59.44	53.49	48.63	59.44	42.79		
หน้า/2	77.81	84.3	91.96	84.3			91.96	91.96	84.3	77.81	
หน้า/3				80.86	87.08	75.47	78.45	67.25			
หน้า/4	64.93	60.87	54.1	48.69	48.69	48.69	46.37	46.37	57.29	54.1	54.1
หน้า/5	84.72	90.47	82.93	90.47	90.47	99.52	82.93	90.47	90.47	82.93	76.55
หลอ/1	67.13	67.13	75.03	63.77	67.13						
หลอ/2	72.97	67.75	67.75	47.43	59.28	59.28			59.28	79.05	
หลอ/3											
หลอ/4	69.05	94.15	86.31	92.96	92.96		91.11	92.36			
หลอ/5			90.45	84.42	90.45	84.42	97.4				
หมี/1	77.67	67.31	63.11	63.11	67.31	63.11	53.14	45.89	48.08	53.14	
หมี/2	79.55	63.65	53.04	53.04	46.72	41.82			47.73	53.4	53.04
หมี/3	93.55	71.96	66.82	66.82	62.37	55.03	49.24	46.77	44.55	42.52	40.67
หมี/4											
หมี/5	76.5	87.43	64.42	76.5	72	64.42	61.2	58.28	58.28	53.22	58.28
= x	75.165	73.757	71.019	70.139	70.325	64.525	70.043	66.532	59.197	62.021	56.528
s.d.	9.0806	13.003	14.039	15.752	16.39	17.474	20.344	20.09	17.144	15.354	12.976

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1	70.8	55	61.6	57.6	59	51.3	61.6	56.3	51.1		
หน้า/2	49.94	52.57	62.43	55.49	55.49	55.49	52.57	52.57	55.49	55.49	52.57
หน้า/3	45.88	50.05	50.05	52.44	50.05	55.06	50.05	55.06	50.05	42.35	36.7
หน้า/4						48.2	56.24	48.2	44.01	48.2	48.2
หน้า/5				31.87	55.42	55.42	55.42	53.11	53.11	55.42	53.11
หล่อ/1	60.3	57.6	57.6	56.3	56.3	57.6		53.7			
หล่อ/2	53.67	67.99	63.74	53.67	56.65	48.56	53.67	46.35	48.56	46.35	42.49
หล่อ/3						55.3	58.99	55.3	49.16	48.47	42.13
หล่อ/4	54.24	54.24	47.73	49.72	56.82	48.49	47.73	45.89	44.19	38.49	38.49
หล่อ/5				56.54				38.55			
หมี/1				57.6	66.8	55					
หมี/2	57.76	55.13				52.73	52.73				
หมี/3					63.83	58.1	58.03	58.03			
หมี/4	45.02	46.69	57.3	57.3	45.02	54.81	52.52	45.02			
หมี/5								51.45	57.51		
≡ x	54.701	54.909	57.207	52.853	56.538	53.543	54.505	50.733	50.353	47.824	44.813
s.d.	8.4122	6.2734	6.1975	7.8047	6.1626	3.3943	4.0498	5.57	4.5923	6.2754	6.5686

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1					115.1	112.4	112.1		101.6	98.1	
หน้า/2		121.3	117.6	118	118.88	112.38	110.19	111.92		105.62	100.06
หน้า/3		121.61	122.75	124.78	124.06	123.96	121.01	115.11	112.56	99.94	94.84
หน้า/4				111.95					109.11		
หน้า/5	133.42	128.31	124.57	126.23	122.44	120.17	115.44			110.06	98.34
หล่อ/1											
หล่อ/2											
หล่อ/3	144.1	42.7	141.9	136.8	131.3	124.9	122.1	125.5	132.5	125.9	102.4
หล่อ/4	128.26	125.73	124.4	123.55	127.68	126.66	126.44	121.22	111.95	102.81	94.14
หล่อ/5	147.54	137.58	131.51	130.4	131.53	134.19	132.44	130.2	127.05	123.21	117.33
หมี/1	117.5	136.7	143.7	147.8	137.1	134.3	126	120.2	118	119.1	116.8
หมี/2	143.52	144.72	142.71	139.72	134.6	130.62	127.24	126.14	124.84	112.91	104.32
หมี/3	133.81	140.37	138.81	139	135.22	130.1	131.16	130.65	119.35	115.86	111.3
หมี/4	131.17	135.38	138.63	137.85	139.03	138.08	136.22	125.62	121.5	110.5	107.85
หมี/5	151.29	152.78	148.66	148.46	148.74	141.65	150.11	148.88	143.86	125.23	103.08
≡ *	136.73	126.11	134.11	132.05	130.47	127.45	125.87	125.54	120.21	112.44	104.59
s.d.	10.731	29.319	10.366	11.457	9.4213	9.2931	11.079	10.189	11.757	9.6652	7.9877

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)											
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	93.2	93.2	87.72	99.41								
หน้า/2						68	64.42					
หน้า/3												
หน้า/4	97.63	102.28	107.39	113.04								
หน้า/5	79.6	79.6	70.23	79.6	74.62	85.28	74.62	79.6	74.62	74.62	74.62	
ล่อ/1				67.91	67.91	73.57	63.06	58.85				
ล่อ/2	74.59	88.58	94.48						94.74	98.96	96.12	
ล่อ/3					57.84	52.05	65.07					
ล่อ/4				99.45	93.6	99.45						
ล่อ/5	83.24	72.14	72.14	83.24								
หนี/1	66.28	60.51	55.76	42.17	43.49	46.62	40.93	43.94	40.25	38.99	40.25	
หนี/2	83.46	100.15	83.46						62.59	55.64		
หนี/3	44.69	43.2	48.27	48.27	39.27							
หนี/4	77.91	60.59	60.59	60.59	64.16	68.17	57.4	68.17	57.4	51.94	59.94	
หนี/5	75.15	75.15	60.83	55.54	55.54	60.83	67.23	51.1	49.13			
= x	77.575	77.54	74.087	74.922	62.054	69.246	61.819	60.332	63.122	64.03	67.733	
s.d.	14.686	19.108	18.79	23.941	17.385	17.193	10.551	14.043	19.41	23.323	23.589	

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)											
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1						65.5	56.3	53.7				
หน้า/2					93.15	62.1	63.61	59.27	56.7	50.15	48.3	
หน้า/3							57.56	60.06	53.13	47.64	36.35	
หน้า/4				55.03	60.03	69.47	69.47	62.86	57.39	50.77	45.51	
หน้า/5	72.21	75.1	62.58	58.67	56.89	53.64	56.89	55.22	58.67	55.22	50.74	
ล่อ/1	94.4	61.6	62.9	61.6	53.7	57.6	57.6	57.6	55	55	51.1	
ล่อ/2								57.21	54.92	49.03	44.29	
ล่อ/3					59.59	54.4	56.88	54.4	52.14	48.13	44.69	
ล่อ/4									75.41	49.3	47.48	
ล่อ/5	59.73	63.24						76.8	46.74			
หนี/1		60.3	57.6									
หนี/2									59.98	51.41	11.99	
หนี/3						68.93	62.94	68.93	57.9	51.7	48.25	
หนี/4												
หนี/5							62.61	60.37	65.19	54.53	52.82	
= x	75.447	65.06	61.027	58.433	64.672	61.663	60.429	60.584	57.764	51.171	43.775	
s.d.	17.56	6.8006	2.9719	3.2914	16.119	6.6119	4.4906	6.8886	7.1599	2.7144	11.436	

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หน้า/1	141.9	149.6	149.3	146.7	149.9	144.7	140.9	131.7	122.63	115.78	113.12
หน้า/2											
หน้า/3					169.35	167.48					
หน้า/4								109.87	107.52		
หน้า/5			153.93	155.25			144.66	137.14		113.35	102.39
ล่อ/1											
ล่อ/2	152.7	152.2	162.4	166.9	161.4	159.8	153.9	145.6	133.2	124.2	113.7
ล่อ/3					162.79	161.87	153.89				
ล่อ/4				160.86	153.34						
ล่อ/5					170.31	163.03	160.54	150.33			
หนี/1		173.6	187.8	173				119	114.7	106.2	
หนี/2	92.1	89.5	92.7	89.5	87	80.7	78.3	150	136.3	127.4	113.2
หนี/3	156.6	164.6	165.1	171.6	166.4	164.4	155.9	146	127.3	110	100.6
หนี/4	161.2	167.1	171.1	166.6	175.4	151.7	153.9	141.4	135.2	116.4	101.6
หนี/5	155.14	160.78	164.18	166.71	157.76	159.52	145.58	138.56	121.25	104.21	83.19
- x	143.27	151.05	155.81	155.24	155.37	150.36	143.06	139.97	125.06	113.9	103.97
s.d.	25.881	28.391	27.994	25.995	25.27	27.025	25.075	9.976	9.7021	7.965	10.915

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน(Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
น้ำ/1	57.95	81.14	76.06	86.93	76.06	76.06	76.06	71.59	67.61	86.93	60.85
น้ำ/2	75.62	70.58	75.62	75.62	81.44	88.23	75.62	75.62	88.23	96.25	75.62
น้ำ/3	76.86	76.86	76.86	76.86	71.73	63.29	76.86	82.77	76.86	76.86	63.29
น้ำ/4	73.25	64.63	64.63	78.48	73.25	78.48	68.07	84.52	68.67	78.48	73.25
น้ำ/5	83.25	64.75	89.66	72.85	77.7	72.85	83.25	77.7	83.25	77.7	50.67
ล้อ/1	70.21	73.91	70.21	66.87	61.05	78.02		82.6			
ล้อ/2	69.65	81.26	60.95	75.01	69.65	54.17	88.65	46.43	51.32		
ล้อ/3				52.61	56.11	56.11					
ล้อ/4	70.35	70.35	57.94	70.35	61.56	61.56	98.49				
ล้อ/5											
หนี/1	62.27	62.27	56.85	56.85	52.31	59.44	56.85	56.85			
หนี/2	78.12	72.91	64.33	68.36	52.08	54.68	54.68	57.56	68.36	68.36	54.68
หนี/3	62.76	52.3								85.59	72.42
หนี/4	60.66	53.92	48.53	46.22	53.92	51.08	48.53	60.66	74.66	88.23	53.92
หนี/5											
= x	70.079	68.74	67.422	68.918	65.572	66.164	72.706	69.63	72.37	82.3	63.088
s.d.	7.8365	9.4922	11.623	11.715	10.626	12.063	15.81	13.313	11.281	8.633	9.7204

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 2

คำ/ครั้งที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
น้ำ/1	70.8	72.1	52.4	59	59	64.2	68.2	68.2	66.8	56.3	73.4
น้ำ/2	63.5	59.76	59.76	63.5	63.5	59.76	63.5	78.15	67.73	67.73	56.44
น้ำ/3				63.74	50.99	56.66	56.66	56.66	59.99	53.67	44.34
น้ำ/4											
น้ำ/5		66.82	62.89	62.89	59.4	62.89					
ลือ/1		68.2	66.8	64.2					59	55	
ลือ/2									76	72.1	
ลือ/3								63.67	59.69	47.75	43.41
ลือ/4					50.31	47.8	56.223	56.23	59.75	56.23	56.23
ลือ/5						55.86	55.86	55.86	64.68	64.68	68.27
นึ/1											
นึ/2										57.82	61.43
นึ/3											
นึ/4									70.47	61.66	
นึ/5		63.69	63.69	67.43	63.69	57.32	60.34	67.43	60.34	63.69	81.89
= \bar{x}	67.15	66.114	61.108	63.46	57.815	57.784	60.131	63.743	64.445	59.694	60.676
s.d.	5.1619	4.6618	5.4747	2.7057	5.8933	5.416	4.9409	8.2642	5.7466	7.0085	13.485

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 3

คำ/ครั้งที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
น้ำ/1			133.22	132.77				170.83	171.58		
น้ำ/2					83.58	83.5	172.63	180.34	83.4		
น้ำ/3			134.1	144.3	151.2	157.6	160.5	160.4	156.1	148.5	141
น้ำ/4											
น้ำ/5											
ลือ/1		142.8	140.7				157.8	152.3	154.8	148.7	142.8
ลือ/2	157.18	154.66	157.03	162.18	180.4	181.3	177.79	176.91	161.74	129.13	105.46
ลือ/3				146.6	144.05	151.38	166.87	168.05	165.64	165.28	
ลือ/4											
ลือ/5	147.73	138.71	144.78	145.3	148.13	153.12	158.67	165.94	162.45	157.89	137.7
นึ/1	134.8	137.4	139.9	139.3	146.3	151.9	168.1	152.9	151.1	123.1	119.1
นึ/2	139.2	141.4	146.41	149.25	155.56	166.17	167.26	166.83	151.7	128.74	102.78
นึ/3	151.94	138.18	146.17	155.19	168.83	167.79	163.46	156.99	138.86	106.71	93.378
นึ/4		142.04	145.78	148.36	157.44	160.78	161.06	161	151.25	128.88	109.74
นึ/5	151.15	150.05	155.36	161.71	165.03	171.38	172.07	172.72	165.57	136.86	108.9
= \bar{x}	147	143.16	144.35	148.5	150.05	154.49	166.02	165.43	151.18	137.38	117.87
s.d.	8.4317	6.1177	7.8447	9.2529	25.941	26.718	6.3924	9.0002	23.07	17.672	18.301

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)											
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หนา/1												
หนา/2	69.55	79.48	79.48	69.55	85.6	65.46	92.73	79.48	69.55	74.18	65.46	
หนา/3	77.04	71.11	71.11	66.03	71.11	71.11	77.04	71.11	66.03	54.38	51.36	
หนา/4	86.18	70.02	74.69	86.18	86.18	70.02	93.36	50.92	93.36	86.18	62.24	
หนา/5	67.89	88.79	67.89	88.79	82.44	88.79	67.89	72.14	72.14	76.95	60.75	
หลอ/1								75.54	96.14			
หลอ/2	65.75	55.63	51.66	48.21	62.89	85.08	85.08	96.43	62.89	57.86	51.66	
หลอ/3												
หลอ/4	69.66	75.02	81.27									
หลอ/5												
หมี/1	77.27	63.22	66.23	63.22	55.63	51.51	55.63	47.59	47.59	45.66	48.63	
หมี/2	93.05	93.05	84.59	84.59	93.05	71.58	66.46	54.73				
หมี/3	75.54	75.54				55.66	52.88	70.51				
หมี/4	87.12	92.57	70.53	67.32	61.71	67.32	56.96	54.85	54.85	49.37	57.77	
หมี/5	87.82	80.71	76.76	64.82	64.82	68.24	51.86	58.93	72.03	48.02	48.02	
หนี/1	90.17	75.14				41.55	42.86	44.29				
หนี/2	94.98	94.98	87.07	87.07	69.65		80.37	87.07	74.623			
หนี/3												
หนี/4			84.41	75.03								
หนี/5					57.26	49.08	73.62	79.29				
\bar{x}	80.155	78.097	74.641	72.801	71.849	65.45	68.98	67.349	70.92	61.575	55.736	
s.d.	10.205	11.924	9.9753	12.763	12.922	14.017	16.327	15.731	15.088	15.363	6.6754	

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 2

คำ/ครั้งที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
หนา/1	56.3	66.8	57.6	60.3	69.5	59	68.2	68.2	65.5	59	56.3
หนา/2	62.93	55.06	55.06	58.73	51.82	51.82	58.73	62.93	58.73	58.73	46.37
หนา/3		60.82	57.02	65.16	53.66	60.82	65.16				
หนา/4	47.26	62.03	55.14	52.24	49.63	49.63	52.24	66.17	66.17		
หนา/5											
หลอ/1	69.5	55	61.6	56.3	56.3	61.6	62.9	68.2	65.5	61.6	
หลอ/2					50.82	59.79	67.76	63.53	63.53	59.79	53.5
หลอ/3			51.39	46.25	51.39						
หลอ/4											
หลอ/5											
หมี/1											
หมี/2											
หมี/3											
หมี/4	70.29	57.89	61.5	65.6			57.89	65.6			
หมี/5		59	57.6	65.5							
หนี/1		61.6	66.8	60.3							
หนี/2	64.71	55.88									
หนี/3						60.92	60.92	60.929	64.3	60.92	
หนี/4	60.66	53.08									
หนี/5											
= x	61.664	58.716	58.19	58.931	54.731	57.654	61.725	65.08	63.955	60.008	52.057
s.d.	7.9995	4.1743	4.5294	6.5452	6.864	4.8486	5.4224	2.7442	2.7306	1.2312	5.1199

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)											
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หนา/1									171.5	169		
หนา/2			117.8	115.3	114.9	124.1	140	156.6	158.5	134.6	102.2	
หนา/3									160.62	171.83		
หนา/4								76.35	75.05			
หนา/5				121.91		124.6	129.99				124	114.4
หลอ/1								78.7	81.3	80	127.2	116.2
หลอ/2					130.8	133.3	132.7	136.8				
หลอ/3						130.67	138.78	153.68	151.35	116.54	103.17	
หลอ/4											77.34	
หลอ/5	128.46	135.44	134.95	131.02	135.98	134.85	134.13	139.56	147.77	159.5	162.05	
หมี/1	140	134	134.4	134.4	140	142.8	148.4	155.7	159.7	156.9	142.8	
หมี/2		152.04	141.97	126.79	127.36	135.71	138.92	155.25	173.54	168.49	158.32	
หมี/3	171.9	138.3	132.4	127.1	141	139.5	154.1	167.3	178.5	160.4	150.7	
หมี/4		142.77	130.45	131.16	132.48	136.67	152.9	168.93	171.37	149.33	159.18	
หมี/5	142.9	134.34	138.77	135.2	130.66	131.46	141.36	163.61	181.44	180.11	163.19	
หนี/1			130.96	126	125.8	126.2	146.9	161.8	165.1	165.8	140.2	
หนี/2	141.4	144.3	138.4	143.9	149.8	156.5	171.1	183.4	181.4	150.5	127.4	
หนี/3	128.87	123.2	130.83	124.83	134.35	145.1	163.64	172.49	162.12	124.13	107.47	
หนี/4				147.28	141.21	143.96	159.13	181.78	193.71	181.25	156.51	
หนี/5	130.18	134.37	134.84	138.52	135.84	138.87	154.27	168.5	162.35	132.9	121.75	
\bar{x}	140.53	137.64	133.25	131.03	133.86	136.29	142.81	151.44	157.3	147.21	135.04	
s.d.	15.163	8.1137	6.3098	8.8616	8.6296	8.6919	20.66	31.056	32.207	26.803	22.85	

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (TE)

คนที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	78.077	74.056	79.868	71.271	70.627	70.268	66.761	64.975	61.682	63.614	63.469
2	54.52	55.295	60.239	54.942	59.068	58.468	57.673	56.299	54.077	49.66	45.08
3	146.49	142.84	143.09	143.08	143.6	141	140.03	136.58	124.1	112.98	104.33
\bar{x}	93.029	90.73	94.399	89.766	91.097	89.911	88.154	85.952	79.952	75.418	70.958
s.d.	47.774	46.092	43.295	46.892	45.832	44.633	45.154	44.061	38.419	33.27	30.325

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (TE)

คนที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	75.165	73.757	71.019	70.139	70.325	64.525	70.043	66.532	59.197	62.021	56.528
2	54.701	54.909	57.207	52.853	56.538	53.543	54.505	50.733	50.353	47.824	44.813
3	136.73	126.11	134.11	132.05	130.47	127.45	125.87	125.54	120.21	112.44	104.59
\bar{x}	88.867	84.924	87.446	85.012	85.779	81.84	83.473	80.936	76.587	74.094	68.643
s.d.	42.698	36.89	41	41.638	39.316	39.88	37.531	39.431	38.037	33.956	31.675

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (TE)

คนที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	77.575	77.54	74.087	74.922	62.054	69.246	61.819	60.332	63.122	64.03	67.733
2	75.447	65.06	61.027	58.433	64.672	61.663	60.429	60.584	57.764	51.171	43.775
3	143.27	151.05	155.81	155.24	155.37	150.36	143.06	139.97	125.06	113.9	103.97
\bar{x}	98.765	97.885	96.976	96.197	94.03	93.755	88.437	86.962	81.981	76.365	71.826
s.d.	38.56	46.467	51.372	51.789	53.134	49.164	47.313	45.907	37.401	33.132	30.307

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (TE)

คนที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	70.079	68.74	67.422	68.918	65.572	66.164	72.706	69.63	72.37	82.3	63.088
2	67.15	66.114	61.108	63.46	57.815	57.784	60.131	63.743	64.445	59.694	60.676
3	147	143.16	144.35	148.5	150.05	154.49	166.02	165.43	151.18	137.38	117.87
\bar{x}	94.743	92.67	90.958	93.625	91.146	92.813	99.619	99.602	95.999	93.124	80.546
s.d.	45.28	43.741	46.342	47.598	51.161	53.579	57.847	57.088	47.954	39.958	32.349

ค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (TE)

คนที	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	80.155	78.097	74.641	72.801	71.849	65.45	68.98	67.349	70.92	61.575	55.736
2	61.664	58.716	58.19	58.931	54.731	57.654	61.725	65.08	63.955	60.008	52.057
3	140.53	137.64	133.25	131.03	133.86	136.29	142.81	151.44	157.3	147.21	135.04
\bar{x}	94.117	91.484	88.694	87.588	86.814	86.463	91.173	94.623	97.39	89.598	80.943
s.d.	41.245	41.13	39.455	38.257	41.633	43.323	44.869	49.219	51.996	49.901	46.882

ภาคผนวก ข.2 ค่าความเข้มและค่าระยะเวลา

ภาคผนวก ข.2.1 ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/คร่งที	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
นา/1	61.93	66.57	68.82	70.38	70.69	71.47	71.42	71.31	68.55	64.09	56.53	551.46
นา/2	59.67	65.11	67.08	67.51	68.01	67.97	67.71	67.19	64.81	60.62	53.79	517.26
นา/3	68.06	72.11	71.92	71.79	72.66	73.31	73.22	72.38	70.68	67.93	62.75	513.85
นา/4	63.32	67.38	67.81	68.83	68.39	68.17	68.79	67.78	66.09	59.76	54.27	559.87
นา/5	64.14	68.65	69.35	69.5	69.26	68.9	67.64	67.29	65.06	60.83	53.84	576.43
ลอ/1	72.62	76.06	76.4	75.68	74.39	74.04	74.82	74.2	73.05	70.7	64.4	590.4
ลอ/2	74.97	79.35	79.28	79.55	79.99	79.72	79.94	79.9	78.31	74.31	71.07	477.72
ลอ/3	74.1	80.6	81.21	81.34	82.27	81.73	81.3	80.27	77.49	74.12	68.67	428.86
ลอ/4	76.21	78.54	79.27	80.08	80.2	80.49	80.33	79.97	78.11	72.79	61.16	520.87
ลอ/5	71.77	75.02	75.5	74.94	74.65	74.93	74.47	73.5	71.12	63.1	57.15	509.91
มี/1	65.57	68.64	70.25	71.7	71.7	71.22	69.51	67.91	62.93	57.01	50.41	572.11
มี/2	64.94	68.63	68.41	68.09	67.98	68.39	67.9	67.57	66.05	62.51	54.68	400.7
มี/3	66.14	67.89	68.49	68.04	67.82	67.66	67.44	66.66	65.34	61.36	51.44	562.23
มี/4	69.52	70.99	69.78	70.1	70.11	70.38	70.53	69.77	67.95	64.37	53.68	567.29
มี/5	62.97	65.48	64.93	65.09	64.72	64.95	64.89	64.06	63	58.93	50.57	492.08
x	67.73	71.4	71.9	72.17	72.19	72.22	71.99	71.32	69.24	64.83	50.57	522.736
s.d.	5.189	5.234	5.101	5.02	5.194	5.111	5.203	5.285	5.361	5.733	50.57	55.15999233

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/คร่งที	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
นา/1	71.46	73.18	74.98	74.48	74.96	74.67	74.92	74.62	72.64	70.65	64.65	456.49
นา/2	69.23	75.89	75.92	74.84	74.78	74.23	74.01	72.7	70.33	67.44	60.45	440.38
นา/3	69.34	75.88	75	74.73	74.36	73.21	72.51	71.59	67.82	66.51	62.77	532.76
นา/4	74.9	77.41	77.36	77.02	76.67	75.8	75.17	73.71	72.85	69.53	65.77	463.73
นา/5	68.48	73.92	73.47	72.83	73	73.06	72.29	71.2	69.36	67.4	64.14	438.13
ลอ/1	68.42	71.47	76.42	76.33	77.44	77.62	77.86	78.36	77.19	74.18	68.07	412.24
ลอ/2	76.8	79.61	78.5	80.02	80.74	81.71	81.44	79.52	75.65	70.4	60.5	435.75
ลอ/3	78.91	81.22	81.43	81.57	81.33	80.67	79.69	78.3	76.73	74.24	68.59	481.39
ลอ/4	74.85	80.28	81.29	81.9	81.97	82.54	81.71	80.33	79.33	77.53	72.76	424.77
ลอ/5	75.71	78.12	78.34	78.02	77.31	76.15	73.59	70.93	71.45	67.98	59.82	435.94
มี/1	74.66	78.16	79.16	81.1	81.06	81.19	80.06	81.05	79.51	76.73	63.83	578.8
มี/2	68.98	73.93	74.24	74.02	73.2	73.09	72.47	71.71	70.25	66.19	57.91	433.52
มี/3	72.04	74.99	74.5	74.76	75.34	75.22	73.66	71.39	68.16	65.8	58.76	481.52
มี/4	71.89	77.12	77.21	77.95	77.72	77.07	76.02	75.2	73.52	70.35	61.91	449.42
มี/5	67.84	72.62	71.86	71.68	71.18	70.74	70.68	70.67	69.5	66.48	60.5	486.62
x	72.23	76.25	76.65	76.75	76.74	76.46	75.74	74.75	72.95	70.09	63.36	463.4306667
s.d.	3.526	2.923	2.769	3.252	3.348	3.613	3.571	3.771	3.911	3.895	4.113	44.11988545

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
นา/1	72.19	72.06	72.53	71.93	71.87	71.26	69.68	69.37	67.06	60.86	59.08	329.39
นา/2	67.01	68.6	69.67	70.23	69.65	68.99	67.77	65.31	62.56	59.47	53.88	402.02
นา/3	68.07	69.12	69.95	70.84	69.98	68.71	67.83	67.44	65.23	64.39	56.15	323.11
นา/4	67.58	68.45	69.72	70.58	70.98	70.12	70.47	69.7	66.1	65.04	58.26	350.34
นา/5	70.67	69.43	69.95	71.23	70.08	68.51	66.82	65.36	62.15	57.18	52.23	362.92
ลอ/1	74.35	78.01	79.34	80.44	79.8	79.32	78.96	76.26	72.1	65.9	58.85	398.65
ลอ/2	63.77	67.55	69.28	69.13	70.02	69.76	69.97	69.17	66.45	63.44	57.92	339.44
ลอ/3	74.27	78.29	79.62	79.2	79.17	77.99	76.43	74.24	71.22	68.29	61.12	355.03
ลอ/4	66.53	69.25	71.06	71.6	71.9	70.6	70.11	70.05	65.94	64.56	58.46	346.46
ลอ/5	63.95	69.91	70.69	72.1	72.49	72.98	72.51	70.8	68.81	65.37	60.77	354.89
มี/1	71.96	73.77	73.08	72.69	71.21	71.13	71.26	71.22	67.52	59.62	51.31	331.95
มี/2	73.96	71.98	72.65	72.41	71.82	71.72	71.16	70.98	68.04	61.53	53.12	365.93
มี/3	70	71.82	72.08	71.08	70.32	70.22	70.26	69.41	66.67	60.93	55	331.15
มี/4	60.74	66.77	67.37	65.56	63.37	61.94	60.88	60.26	61.49	61.39	53.1	311.65
มี/5	70.21	72.45	72.93	72.44	71.55	71.17	70.35	70.31	68.49	61.58	54.54	363.61
x	69.02	71.16	71.99	72.1	71.61	70.96	70.3	69.33	66.66	62.64	56.25	351.1026667
s.d.	4.134	3.451	3.435	3.601	3.842	3.993	4.08	3.78	3.023	2.954	3.174	25.54219715

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	68.58	73.69	72.72	72.51	72.9	72.81	72.77	72.69	72.73	70.98	61.67	500.13
หน้า/2	69.38	73.76	74.81	74.75	74.33	74.15	73.77	73.32	72.1	71.53	63.33	529.57
หน้า/3	64.58	68.49	66.45	66.42	66.54	66.55	66.7	67.61	66.74	65.71	58.7	504.2
หน้า/4	71.79	76.27	76.48	76.45	75.48	74.77	73.64	72.36	70.5	69.4	63.06	412.21
หน้า/5	64.42	69.27	69.62	68.63	67.94	68.02	68.6	68.74	68.73	66.25	60.49	520.5
หล่อ/1	72.57	75.98	75.78	75.2	75.3	74.33	73.73	74.31	73.4	69.61	59.42	462.82
หล่อ/2	74.44	75.69	75.55	75.43	75.1	75.18	75.15	75.36	75.07	73.2	67.36	409.83
หล่อ/3	72.06	73.4	73.24	73.89	73.95	73.72	73.06	72.66	72.03	69.23	65.65	430.77
หล่อ/4	74.58	77.47	78.11	78.51	77.93	77.87	77.92	77.23	77.27	77.14	73.24	411.88
หล่อ/5	71.3	75.83	75.57	74.6	74.5	73.98	73.89	73.9	73.36	71.93	65.35	476.43
หมี/1	65.1	65.7	65.15	64.48	62.47	61.68	62.31	61.95	61.32	59.94	52.32	514.7
หมี/2	67.67	67.37	66.04	66.79	67.35	66.82	65.86	65.73	66.09	65.26	59.41	399.85
หมี/3	61.51	65.8	66.9	66.73	66.7	66.63	66.15	66.29	66.24	61.65	52.98	522.87
หมี/4	61.85	64.23	64.99	64.86	65.34	65.32	65.65	65.86	65.75	64.13	55.68	531.34
หมี/5	62.2	64.86	65.05	64.93	64.1	63.76	63.23	62.67	62.6	61.59	56.14	442.19
x	68.14	71.19	71.1	70.95	70.66	70.37	70.16	70.05	69.6	67.84	60.99	471.286
s.d.	4.598	4.788	4.907	4.932	5.006	5.002	4.863	4.786	4.668	4.856	5.626	49.54922773

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	73.8	78.29	78.83	78.05	77.79	77.45	75.81	74.16	72.46	69.62	61.65	428.57
หน้า/2	71.86	77.3	76.12	73.84	73.51	74.06	73.23	72.44	69.98	66.32	60.36	447.73
หน้า/3	70.95	76.37	75.49	72.91	72.47	70.94	68.7	66.99	65.32	62.21	61.24	453.61
หน้า/4	70.58	76.11	76.55	75.68	75.19	73.66	72.72	69.82	67.61	66.37	63.04	436.99
หน้า/5	73.92	75.87	75.8	75.34	74.39	73.57	73.04	68.89	67.73	65.67	62.53	478.81
หลัง/1	80.96	81.97	82.66	82.53	82.43	80.56	78.89	72.55	75.43	75.26	70.09	406.08
หลัง/2	74.61	78.6	77.61	78.03	78.31	77.2	75.42	75.1	74.09	71.22	67.66	420.47
หลัง/3	78.87	79.67	78.79	77.82	77.3	76.14	74.05	72.38	68.87	66	61.5	435.39
หลัง/4	74.36	79.55	78.42	77.64	77.03	76.36	75.54	73.08	69.16	66.06	62.5	364.6
หลัง/5	75.15	78.47	79.64	78.64	77.66	75.74	73.35	76.7	65.56	61.91	58.52	389.16
หมี/1	68.26	72.58	72.37	72.46	72.09	71.79	72.04	71.45	69.49	66.72	59.81	377.22
หมี/2	68.28	75.92	74.66	74.39	74.77	73.68	71.37	69.47	66.6	63.41	57.49	457.51
หมี/3	71.03	75.5	75.86	77.39	78.06	76.76	73.66	70.73	68.68	65.6	59.25	497.66
หมี/4	68.92	75.35	74.29	72.75	71.98	70.49	69.2	66.8	64.92	62.26	57.13	429.73
หมี/5	70.29	74.17	75.27	74.66	72.4	69.77	67.47	66.48	64.55	60.78	55.92	470.47
x	72.79	77.05	76.82	76.14	75.69	74.54	72.97	71.14	68.7	65.96	61.25	432.9333333
s.d.	3.7	2.404	2.546	2.775	3.001	3.005	2.973	3.074	3.277	3.837	3.777	37.38930551

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	62.08	68.88	69.69	68.44	68.35	67.25	66.22	64.78	64.26	59.37	53.03	304.37
หน้า/2	67.04	71.5	71.18	71.73	72.34	72.11	71.96	71.11	69.19	64.62	57.18	363.86
หน้า/3	66.28	68.88	69.57	70.82	70.41	70.25	69.88	69.53	69.85	67.06	56.79	318.96
หน้า/4	62.15	63.96	65.62	65.21	66.41	66.38	64.99	63.68	60.44	55.68	57.99	335.7
หน้า/5	66.61	68.68	68.94	70.23	70.23	70.68	71.85	69.64	70.81	70.03	58.55	367.81
หลัง/1	71.4	74.33	75.18	76.71	76.46	76.17	75.81	75.8	75.34	73.59	67.82	272.02
หลัง/2	68.6	73.89	75.73	75.7	74.52	74.06	73.2	73.92	71.37	64.52	56.58	333.24
หลัง/3	68.5	72.56	74.13	75.05	74.93	75.01	74.74	73.91	72.84	67.8	58.68	355.61
หลัง/4	66.82	70.11	70.91	72.19	71.51	69.99	70.61	70.75	68.02	62.07	56.35	344.31
หลัง/5	67.47	71.03	72.8	73.01	72.44	72.39	72.73	72.62	71.64	67.83	58.69	322.31
หมี/1	72.5	72.88	71.51	67.09	65.29	65.72	65.1	67.11	69	62.27	53.19	352.3
หมี/2	69.4	69.54	68.31	65.15	64.62	65.93	65.84	66.3	63.68	58.14	52.32	377.94
หมี/3	67.18	69.47	70.2	70.08	68.94	68.6	68.99	68.75	66.05	59.89	53.32	321.68
หมี/4	66.57	68.6	69.52	69.38	68.79	67.82	65.64	64.87	62.49	60.71	52.42	338.92
หมี/5	67.35	69.41	70.26	69.63	66.64	66.09	63.82	65.88	66.85	63.81	55.43	361.73
x	67.33	70.25	70.9	70.69	70.13	69.9	69.43	69.24	68.12	63.83	56.56	338.0506667
s.d.	2.772	2.6	2.681	3.497	3.593	3.461	3.924	3.768	4.146	4.829	3.901	27.59172145

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	62.75	67.46	70.14	70.33	70.45	70.8	71.6	70.64	69.98	65.16	57.75	271.71
หน้า/2	71.19	76.98	77.65	77.83	78.07	77.84	77.6	76.57	75.37	72.66	67.15	378.02
หน้า/3	69.31	74.86	76.57	77.02	77.24	76.7	75.99	75.47	73.8	68.63	61.61	412.56
หน้า/4	63.27	68.74	69.51	70.97	70.69	70.67	69.81	69.16	67.38	64.48	58.02	425.68
หน้า/5	63.8	69.01	71.09	71.67	71.76	71.05	70.54	69.99	68.98	64.42	57.63	382.12
ล่อ/1	69.39	72.85	73.29	73.64	73.44	72.15	69.74	63.34	60.63	56.97	51.09	370.92
ล่อ/2	68.98	71.52	71.76	71.86	71.35	71.21	70.45	68.25	65.24	60.42	54.13	385.14
ล่อ/3	64.38	67.42	68.07	67.63	67.86	67.51	66.73	66.91	63.34	61.58	55	314.43
ล่อ/4	69.3	73.98	74.88	73.94	75.22	75	74.3	73.05	69.17	60.82	55.34	380
ล่อ/5	64.3	69.38	70.01	70.12	70.35	70.01	68.69	63.74	60.72	57.28	48.96	338.7
หนี/1	72.31	74.73	73.69	73.98	74.33	75.03	74.14	71.11	67.39	59.24	51.91	478
หนี/2	67.6	70.2	69.93	71.08	71.28	70.32	67.26	66.71	65.75	62.58	55.48	385.38
หนี/3	62.51	66.9	67.94	70.19	70.4	69.6	69.25	66.09	63.01	55.62	51.12	476.2
หนี/4	62.99	67.06	66.72	66.8	67.5	66.71	66.18	65.82	61.53	56.05	51.94	323.01
หนี/5	60.67	64.84	66.39	66.72	67.33	68.12	66.46	63.86	61.74	57.01	51	385.56
x	66.18	70.4	71.18	71.59	71.82	71.51	70.58	68.71	66.27	61.53	55.21	380.4953333
s.d.	3.675	3.582	3.438	3.302	3.287	3.288	3.535	4.118	4.611	4.905	4.759	55.52246236

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	70.89	75.4	75.78	75.6	75.48	73.58	69.03	63.34	56.47	53.61	52.51	420.08
หน้า/2	64.34	68.34	69.91	70.19	70.25	69.79	65.32	61	53.72	48.7	48.44	458.68
หน้า/3	63.16	68.33	70.04	71.94	72.98	72.55	70.53	64.54	58.95	54.27	46.16	483.16
หน้า/4	70.32	75.1	75.04	74.08	73.69	73.4	71.62	67.4	66.07	54.73	49.92	486.36
หน้า/5	66.21	71.21	73.04	73.12	74.03	73.21	73.52	71.86	67.33	62.01	59.61	403.53
ล่อ/1	69.78	70.97	70.12	71.4	72.05	71.97	69.39	66.81	62.54	57.19	50.3	436.25
ล่อ/2	69.29	70.71	70.65	70.3	71.79	70.52	68.68	65.52	54.41	52.28	45.21	356.59
ล่อ/3	69.43	71.52	71.66	72.06	72.05	70.92	68.16	65.12	59.45	52.83	45.56	390.81
ล่อ/4	77.73	81.64	81.92	82.86	81.7	78.99	76.42	73.16	67.92	62.71	58.19	400.81
ล่อ/5	76.82	80.52	81.06	80.69	79.96	77.33	74.93	73.24	68.16	60.81	54.39	432.06
หนี/1	72.53	78.3	77.45	77.74	78.41	77.18	74.22	69.36	63.25	57.99	50.88	451.38
หนี/2	72.5	74.21	76.28	76.93	76.76	75.31	73.2	66.03	61.29	56.68	51.79	428.03
หนี/3	69.06	77.37	77.19	77.87	78.46	72.1	69.54	65.56	59.67	55.61	51.9	398.42
หนี/4	71.45	78.28	77.69	76.94	77.37	74.69	71.77	66.8	62.44	57.53	54.08	483.95
หนี/5	69.72	75.55	75.82	75.38	76.43	74.22	72.86	66.12	62.45	60.02	54.08	419.73
x	70.22	74.5	74.91	75.14	75.43	73.72	71.28	67.06	61.61	56.46	51.53	429.9893333
s.d.	3.93	4.218	3.907	3.762	3.363	2.638	2.978	3.497	4.601	3.901	4.23	37.71949732

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	68.02	72.7	74.27	74.71	74.84	73.46	70.33	65.26	64.86	63.18	59.36	341.7
หน้า/2	66.09	67.68	69.04	70.38	70.79	70.35	70.49	68.78	65.78	61.61	60.89	233.97
หน้า/3	67.38	72.11	74.53	75.28	76.04	74.34	70.45	69.31	68.87	67.33	57.05	352.15
หน้า/4	62.61	69.52	71.22	72.34	73.47	72.68	71.45	68.35	65.7	60.61	56.31	281.86
หน้า/5	65.88	69.37	70.45	71.03	71.98	68.63	66.77	62.89	62.12	58.81	54.63	340.25
ล่อ/1	65.2	78.32	79.22	79.1	78.02	72.95	72.59	65.29	63.14	60.26	59.05	306.41
ล่อ/2	69.18	76.03	78.26	79.29	79.59	78.76	75.32	70.71	67.95	61.39	58.15	330.25
ล่อ/3	67.78	75.3	77.14	78.19	78.94	77.78	74.58	70.47	68.78	66.21	62.78	339.3
ล่อ/4	70.51	75.3	77.34	79.36	79.41	79.21	78.61	76.44	74.3	69.04	60.81	326.13
ล่อ/5	68.87	73.25	75.11	75.86	76.99	75.85	70.25	67.84	67.32	65.02	64.69	301.34
หนี/1	70.52	71.17	75.57	73.9	75.2	68.44	67.09	65.56	60.42	56.21	50.04	309.04
หนี/2	69.87	75.61	76.56	76.91	75.62	70.57	66.27	65.01	58.25	56.65	52.94	353.67
หนี/3	71.61	75.51	76	76.03	77.12	75.66	71.96	67.32	61.52	58.38	54.12	332.76
หนี/4	72.49	73.47	74.71	75.05	76.76	75.03	72.32	68.95	65.88	61.86	54.97	343.34
หนี/5	70.46	71.06	71.41	71.35	72.39	66.65	64.35	58.79	55.33	53.4	52.02	358.41
x	68.43	73.09	74.72	75.25	75.81	73.36	70.86	67.4	64.68	61.33	57.19	323.372
s.d.	2.676	2.963	2.992	3.021	2.731	3.848	3.74	3.998	4.737	4.346	4.149	32.82479968

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
น้ำ/1	59.94	61.28	61.69	64.6	66.54	67.28	68.8	69.42	68.08	55.06	51.18	484.64
น้ำ/2	66.54	71.06	71.22	71.6	72.63	74.23	75.65	75.49	74.68	68.61	56.86	501.9
น้ำ/3	69.74	72.75	72.83	72.95	72.94	73.54	74.31	76.83	74.31	71.96	56.86	501.54
น้ำ/4	61.52	64.98	66.75	68.29	69.51	70.11	71.54	73.92	73.08	70.67	56.34	505.22
น้ำ/5	66.13	71.38	72.77	73.36	73.63	74.27	74.41	75.15	72.3	63.67	51.66	302.55
ล้อ/1	68.48	71.23	72.22	73.59	73.68	75.34	75.43	77.51	76.4	68.31	57.04	462.88
ล้อ/2	61.93	68.19	72.36	71.97	71.93	72.26	72.62	73.54	73.08	67.71	51.8	551.32
ล้อ/3	64.18	66.22	66.41	67.23	68.25	68.95	69.04	69.65	68.12	56.22	49.42	398.73
ล้อ/4	67.39	70.22	70.44	71.85	73.22	72.91	73.26	74.9	75.28	74.2	59.65	505.58
ล้อ/5	63.89	65.81	64.84	64.13	65.71	65.93	66.67	67.42	66.79	64.66	50.26	531
นี่/1	63.55	68.93	70.74	72.18	72.85	70.96	71.07	71.45	68.43	64.03	56.61	443.82
นี่/2	64.41	68.97	69.12	69.79	70.75	71.87	71.2	72.32	69.16	65.97	54.51	432.87
นี่/3	62.34	66.13	66.69	67.18	67.95	69.55	72.28	72.54	71.7	67.88	57.33	476.11
นี่/4	61.51	63.51	63.89	63.94	63.48	65.89	68.21	68.85	66.01	62.57	53.29	518.16
นี่/5	60.4	63.38	63.93	64.68	64.31	63.95	65	67.85	62.5	58.78	51.4	408.77
x	64.13	67.6	68.39	69.16	69.83	70.47	71.3	72.46	70.66	65.35	54.28	468.3393333
s.d.	2.982	3.438	3.73	3.626	3.559	3.491	3.201	3.253	3.989	5.524	3.168	63.45141048

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
น้ำ/1	60.95	62.11	64.87	65.81	67.25	67.13	67	66.91	66.35	62.23	48.65	464.71
น้ำ/2	65.48	65.87	66.07	67.38	66.65	66.59	67.54	68.53	66.31	67.86	50.68	407.31
น้ำ/3	60.27	62.84	62.54	63.05	63.13	62.57	62.79	62.95	62.95	57.31	49.27	409.58
น้ำ/4	63.45	72.78	73.07	74.18	73.05	74.6	74.5	74.73	73.33	70.32	62.48	438.21
น้ำ/5	69.74	73.88	74.09	75.34	75.39	75.66	75.76	76.5	75.74	73.37	60.48	445.8
ล้อย/1	71.78	79.37	79.45	79.98	81.03	81.19	81.85	82.49	81.77	77.46	65.9	376.13
ล้อย/2	70.87	74.76	75.31	75.52	75.72	76.14	76.53	75.96	73.75	70.63	58.06	330.4
ล้อย/3	70.08	73.67	75.11	76.04	76.72	77.1	77.5	75.91	71.09	60.39	55.19	416.78
ล้อย/4	72.39	75.09	78.04	77.85	77.16	78.03	78.45	77.95	77.51	71.44	58.58	418.29
ล้อย/5	69.62	70.62	73.47	74.14	74.94	75.7	76.73	76.35	75.13	65.94	57.52	373.48
นี่/1	66.6	71.7	71.76	71.15	73.38	75.11	75.46	76.32	75.86	73.58	60.43	369.79
นี่/2	68.76	72.21	70.83	70.66	70.38	70.43	71.9	72.46	72.22	70.22	55.26	431.53
นี่/3	70.76	75.81	77.55	80.05	80.91	80.3	79.47	77.93	76.54	72.44	55.08	405.88
นี่/4	69.09	73.83	74.25	74.93	75.21	75.35	75.68	75.63	74.33	72.62	56.57	441.93
นี่/5	66.43	70.78	71.32	71.46	73.09	74.1	74.48	74.43	73.29	69.79	52.6	387
x	67.75	71.69	72.52	73.17	73.6	74	74.38	74.34	73.08	69.04	56.45	407.788
s.d.	3.791	4.763	4.852	4.947	5.017	5.185	5.104	4.885	4.831	5.453	4.865	35.43834751

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
น้ำ/1	70.07	71.39	71.63	72.63	74.34	75.06	75.44	74.97	71.59	61.99	54.99	312.54
น้ำ/2	67.24	69.25	71.08	71.54	72.38	73.24	74.54	75.47	74.52	70.4	61.36	289.75
น้ำ/3	64.73	66.65	69.85	71.21	73.12	75.12	75.93	75.92	73.18	64.96	54.93	313.5
น้ำ/4	65.52	63.71	66.37	69.19	70.83	72.13	72.94	71.89	67.54	62.91	56.22	326.39
น้ำ/5	66.11	68.45	70.61	72.24	73.42	74.19	75.26	76.09	74.77	71.49	61.36	322.81
ล้อย/1	69.59	73.07	76.05	77.43	77.65	77.84	78.08	79.89	77.17	73.17	61.68	296.54
ล้อย/2	66.46	73.68	75.26	76.84	79.37	80.71	81.16	81.84	80.37	77.39	67.8	291.59
ล้อย/3	67.42	71.39	72.65	74.85	76.24	76.96	77.31	77.84	77.53	74.63	63.12	305.55
ล้อย/4	70.93	74.73	77.02	78.72	79.61	80.03	80.39	81.7	76.96	66.56	61.76	336.72
ล้อย/5	68.67	72.46	75.1	77.12	77.63	78.8	78.92	79.93	78.96	75.35	60.51	318.97
นี่/1	69.19	70.2	71.65	72.23	72.06	72.23	72.61	73.29	67.66	61.76	52.2	296.2
นี่/2	68.88	72.35	74.31	75.68	76.58	76.9	76.88	75.39	69.58	60.73	55.95	301.99
นี่/3	67.36	70.2	72.02	72.92	73.78	73.85	73.93	74.81	70.06	60.57	52.13	343.99
นี่/4	68.37	72.55	73.98	74.23	75.13	75.18	74.9	73.86	69.75	62.34	53.29	337.97
นี่/5	72.26	72.6	73.29	73.52	74.02	74.84	75.09	76.75	71.41	61.14	51.25	318.8
x	68.19	70.85	72.72	74.02	75.08	75.81	76.23	76.64	73.4	67.03	57.9	314.2206667
s.d.	2.069	2.893	2.734	2.698	2.673	2.662	2.545	3.011	4.142	6.071	4.931	17.3169704

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หนา/1	61.12	61.94	61.44	61.25	62.99	66.72	70.63	70.02	71.02	70.28	64.57	521.89
หนา/2	66.04	69.28	70.05	70.71	70.88	71.52	72.94	71.68	71.59	70.92	66.27	383.08
หนา/3	72.76	77.81	77.42	76.97	76.23	76.4	77.12	76.7	75.87	74.6	69.41	453.39
หนา/4	62.24	65.58	65.69	66.34	65.31	70.18	71.56	72.37	71.83	70.22	65.71	355.05
หนา/5	62.03	66.68	67.99	68	68.09	69.33	69.34	69.26	68.79	65.19	58.51	383.01
หลอ/1	63.51	67.56	67.02	65.13	65.01	64.66	67.35	67.21	66.93	64.21	53.8	505.41
หลอ/2	71.41	76.66	76.91	76.06	75.24	75.32	76.09	76.63	75.86	74.08	60.58	458.96
หลอ/3	63.15	64.22	65.32	65.89	67.6	68.62	68.92	70.09	68.16	64	56.03	404.4
หลอ/4	67.53	72.87	73.52	73.14	73.24	73.62	74.37	74.75	74.44	73.81	68.75	432.91
หลอ/5	63.25	64.31	65.07	65.49	65.55	65.38	65.26	65.74	65.1	61.27	52.54	417.98
หมี/1	62.2	64.88	65.41	65.67	65.38	67.21	68.43	68.46	66.03	63.67	54.1	435.85
หมี/2	68.78	71.05	69.68	68.64	69.5	70.09	70.23	71.14	72.08	70.53	63.26	468.05
หมี/3	65.47	67.89	67.03	67.76	67.44	67.66	69.2	71.63	73.01	70.1	61.74	376.85
หมี/4	72.02	74.25	73.65	73.17	73.16	73.77	74.64	76.37	75.57	70.62	60.01	443.45
หมี/5	60.76	63.48	63.94	63.59	65.38	66.93	68.99	71.99	70.6	65.83	54.36	403.77
หนี/1	63.43	65.4	65.4	64.69	64.03	64.43	65.98	67.8	68.57	65.97	59.51	497.08
หนี/2	63.45	67.07	65.75	64.67	62.43	61.45	63.34	66.51	66.57	66.46	58.53	604.94
หนี/3	62.11	64.9	64.37	63.29	63.71	64.06	65.23	69.44	69.27	69.43	50.42	501.65
หนี/4	64.63	70.87	70.89	70.45	72.18	72.87	73.58	74.83	73.55	69.17	58.7	577.17
หนี/5	68.3	71.18	70.8	70.35	70.3	71.94	72.1	73.3	73.36	70.3	62.83	510.67
= \bar{x}	65.21	68.39	68.37	68.06	68.18	69.11	70.27	71.3	70.91	68.53	59.98	456.778
s.d.	3.713	4.472	4.385	4.318	4.19	4.104	3.799	3.365	3.371	3.75	5.402	67.11746142

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หนา/1	63.18	67.17	65.29	65.1	65.92	66.47	65.22	65.76	66.1	64.23	58	370.43
หนา/2	69.21	74.73	73.75	72.71	72.36	72.8	74.79	76.05	76.6	75.84	70.94	406.08
หนา/3	68.76	75.67	74.46	74.19	75.22	74.74	74.62	75.77	75.65	73.27	63.06	442.61
หนา/4	70.57	73.8	73.46	72.12	71.22	70.37	70.46	71.27	71.74	72.83	68.75	423.34
หนา/5	71.76	77.38	76.46	74.27	72.05	69.86	69.35	71.45	70.71	66.86	61.11	429.5
หลอ/1	66.5	69.35	68.67	66.56	66.51	64.98	66.72	67.81	68.48	64.15	56.64	346.15
หลอ/2	74	76.38	75.69	75.36	75.13	76.26	77.05	78.52	77.39	75.03	69.23	335.64
หลอ/3	74.6	76.83	76.39	75.22	75.41	76.04	77.78	78.82	79	74.95	65.43	355.69
หลอ/4	67.26	69.03	70.47	69.04	68.24	67	67.09	69.11	69.14	65.79	60.84	428.68
หลอ/5	73.09	74.88	74.17	72.91	73.21	74.85	75.52	74.21	76.15	73.09	63.91	370.04
หมี/1	69.54	73.61	73.37	73.58	72.26	72.75	73.91	74.11	71.9	70.33	63.34	363.74
หมี/2	66.4	73.56	73.3	72.06	72.31	73.09	73.01	73.22	71.98	69.74	64.15	395.67
หมี/3	71.07	76.03	75.62	75.06	76.3	76.98	77.12	79.23	77.98	73.72	66.98	395.63
หมี/4	68.95	72.94	72.71	71.05	73.56	74.11	75.18	76.21	76.44	74.24	70.07	357.76
หมี/5	73.09	78.37	77.72	77.11	77.41	76.97	76.52	76.5	76.39	73.28	67.07	403.34
หนี/1	71.24	77.73	78.83	79.04	79.09	79.56	80.19	82.27	82.04	81.86	74.79	330.14
หนี/2	69.4	73.86	72.5	71.56	71.19	70.59	70.89	72.38	73.32	70.75	66.79	355.11
หนี/3	69.34	74.25	73.39	73.16	73.12	71.94	70.79	71.99	72.02	69.17	62.84	433.79
หนี/4	72	75.08	71.78	72.05	72.39	74.32	75.94	76.7	77.74	75.57	70.34	446.11
หนี/5	70.03	74.33	73.98	73.66	73.42	74.75	75.8	77.34	77.69	75.56	69.62	412.69
x	70	74.25	73.6	72.79	72.82	72.92	73.4	74.44	74.42	72.01	65.7	390.107
s.d.	2.808	2.91	3.066	3.238	3.298	3.795	4.074	4.129	4.053	4.43	4.617	37.26333235

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติคนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หนา/1	66.24	70.31	66.05	64.38	65.54	66.33	69.79	72.48	73.34	69.98	57.1	338.68
หนา/2	65.16	67.17	67.48	67.31	68.4	68.79	71.21	73.15	74.79	73.37	65.13	325.51
หนา/3	65.97	64.64	65.08	65.43	64.63	65.78	67.27	72.78	73.7	69.2	61.3	356.2
หนา/4	72.69	70.68	71.69	72.15	71.98	73.92	75.79	77.42	77.37	71.14	60.53	350.16
หนา/5	65.01	68.56	66.67	67.31	68.69	69.06	67.33	68.1	68.84	71.31	61.61	378.97
หลอ/1	67.49	70.38	69.53	65.76	63.12	68.44	72.65	75.38	76.34	70.67	58.73	282.67
หลอ/2	66.47	69.54	69.95	68.39	68.47	70.78	73.07	75.99	75	64.14	55.97	282.54
หลอ/3	67.14	71.87	73.87	73.69	74.87	74.17	71.34	74.83	77.99	76.03	64.63	305.88
หลอ/4	61.84	64.13	70.68	70.52	72.66	71.69	72.76	75.4	77.89	77.8	65.48	349
หลอ/5	68.6	71.36	72	71.87	69.95	70.51	71.1	72.8	75.81	71.63	57.2	318.58
หมี/1	66.2	65.09	64.01	62.53	62.43	65.89	70.36	71.3	74.67	64.44	55.02	302.58
หมี/2	70.48	70.14	69.63	68.27	68.06	68.42	71.52	74.6	69.4	63.1	57.55	315.32
หมี/3	64.92	67.77	68.88	69.05	69.8	69.33	70.6	74.68	72.8	62.28	54.65	354.22
หมี/4	66.8	68.92	67.85	67.27	67.4	68.75	70.68	71.75	69.97	63.4	57.05	336.33
หมี/5	70.35	71.4	71.15	70.79	70.39	72.32	73.56	75.44	74.03	68.76	61.89	335.57
หนี/1	70.78	71.41	70.75	68.47	69.02	72.04	74.87	76.86	69.95	62.88	58.56	368.17
หนี/2	72.32	72.96	72.67	71.85	72.55	74.22	73.68	77.22	74.94	67.09	59.5	313.02
หนี/3	64.32	67.16	68.55	66.58	67.73	69.24	71.26	73.44	73	65.06	55.74	336.99
หนี/4	57.3	62.3	63.13	62.59	61.31	62.74	63.18	64.3	68.36	70.72	63.28	302.88
หนี/5	64.07	65.88	66.26	65.26	67.32	68.48	70.13	73.31	71.67	66.35	55.64	335.24
x	66.71	68.58	68.79	67.97	68.22	69.55	71.11	73.56	73.49	68.47	59.33	329.4255
s.d.	3.629	2.962	2.946	3.162	3.532	3.015	2.842	3.127	2.988	4.492	3.474	26.48509183

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1(N1)	67.729	71.401	71.9	72.175	72.189	72.222	71.994	71.317	69.236	64.829	57.627	522.736
2(N2)	72.234	76.254	76.645	76.75	76.737	76.465	75.739	74.752	72.953	70.094	63.362	463.43067
3(N3)	69.017	71.164	71.995	72.097	71.614	70.961	70.297	69.325	66.655	62.637	56.253	351.10267
- x	69.66	72.94	73.513	73.674	73.514	73.216	72.677	71.798	69.615	65.853	59.081	445.75644
s.d.	2.3204	2.8724	2.7128	2.6642	2.8067	2.8832	2.7842	2.7451	3.1657	3.8328	3.7709	87.171004

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1(N1)	68.135	71.187	71.098	70.945	70.662	70.373	70.162	70.045	69.595	67.837	60.987	471.286
2(N2)	72.789	77.048	76.824	76.142	75.692	74.545	72.966	71.136	68.697	65.961	61.246	432.93333
3(N3)	67.33	70.248	70.903	70.695	70.125	69.897	69.425	69.243	68.122	63.826	56.556	338.05067
- x	69.418	72.828	72.942	72.594	72.16	71.605	70.851	70.142	68.805	65.874	59.596	414.09
s.d.	2.9471	3.6848	3.3636	3.0752	3.0707	2.5572	1.8682	0.95	0.7426	2.0067	2.6361	68.587294

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1(N1)	66.183	70.395	71.176	71.585	71.818	71.515	70.583	68.714	66.269	61.528	55.209	380.49533
2(N2)	70.215	74.497	74.91	75.14	75.427	73.717	71.279	67.057	61.608	56.465	51.535	429.98933
3(N3)	68.431	73.093	74.722	75.252	75.811	73.357	70.855	67.398	64.681	61.331	57.187	323.372
- x	68.277	72.662	73.603	73.992	74.352	72.863	70.906	67.723	64.186	59.774	54.644	377.95222
s.d.	2.0204	2.0844	2.1037	2.0854	2.2029	1.1816	0.3511	0.8749	2.3695	2.868	2.8684	53.354142

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1(N1)	64.13	67.603	68.393	69.156	69.825	70.469	71.299	72.456	70.661	65.353	54.281	468.33933
2(N2)	67.751	71.688	72.515	73.169	73.601	74	74.376	74.337	73.078	69.04	56.45	407.788
3(N3)	68.187	70.845	72.725	74.023	75.077	75.805	76.225	76.643	73.403	67.026	57.903	314.22067
- x	66.689	70.045	71.211	72.116	72.834	73.425	73.967	74.478	72.381	67.14	56.211	396.78267
s.d.	2.2271	2.1568	2.4425	2.5989	2.7085	2.7141	2.4884	2.0969	1.498	1.846	1.8231	77.646499

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1(N1)	65.21	68.394	68.368	68.063	68.183	69.108	70.265	71.296	70.91	68.533	59.982	456.778
2(N2)	70	74.249	73.601	72.791	72.816	72.922	73.398	74.436	74.423	72.013	65.695	390.107
3(N3)	66.708	68.584	68.794	67.974	68.216	69.545	71.108	73.562	73.493	68.468	59.328	329.4255
- x	67.306	70.409	70.254	69.609	69.738	70.525	71.59	73.098	72.942	69.671	61.668	392.1035
s.d.	2.4504	3.327	2.906	2.7556	2.6655	2.087	1.621	1.6205	1.8202	2.0284	3.5026	63.69972

ภาคผนวก ข.2.2 ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวอร์รณยุกต์ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวอร์รณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
นา/1	60.13	63.82	62.63	63.01	63.48	63.19	62.72	62.66	60.57	60.8	56.67	500.59
นา/2	68.05	65.42	63.58	61.64	60.2	60.47	60.48	60.53	60.6	60.69	56.6	513.23
นา/3	64.71	66.32	65.96	65.65	65.36	64.81	64.49	64.35	61.86	56.22	51.31	625.94
นา/4	65.72	69.95	66.39	68.59	66.29	65.85	64.74	64.59	63.11	62.32	60.42	491.17
นา/5	63.1	64.19	66.5	63.87	63.81	63.65	62.44	62.02	60.16	59.1	54.58	607.46
ลข/1	63.26	65.65	66.85	65.69	66.15	68.11	65.84	67.45	66.03	64.48	61.02	617.84
ลข/2	71.8	72.61	69.45	68.41	69.7	71.45	66.57	65.93	69.2	67.43	59.87	603.72
ลข/3	61.89	67.26	68.5	69.99	69.28	69.03	70.12	64.24	62.27	67.43	58.56	589.25
ลข/4	67.23	71.05	69.84	69.32	68.22	68.33	68.62	66.79	64.01	67.43	62.22	646.53
ลข/5	71.32	75.05	76.02	79.48	79.67	73.81	73.36	70.15	70.9	67.43	60.8	618.64
มี/1	67.72	70.62	72.73	71.49	69.98	68.35	69.52	65.14	66.77	67.43	53.86	584.63
มี/2	65.15	67.39	65.82	63.76	71.21	65.12	66.81	63.81	64.55	67.43	63.04	512.79
มี/3	67.43	71.31	72.2	70.75	69.38	69.18	68.58	67.57	66.47	67.43	61.56	582.16
มี/4	68.38	66.35	63.09	61.66	60.78	59.74	62.77	60.01	59.47	67.43	56.09	624.98
มี/5	67.84	65.99	66.99	65.77	63.6	63.44	69.71	65.41	63.71	67.43	60.78	523.1
x	66.249	68.199	67.77	67.272	67.141	66.302	66.451	64.71	63.979	67.43	58.492	576.13533
s.d.	3.2789	3.3377	3.7594	4.6768	4.851	3.9277	3.5554	2.7248	3.3794	67.43	3.4597	52.846749

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวอร์รณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
นา/1	71.39	75.78	77.83	77.97	76.21	77.19	77.14	76.01	76.78	65.51	58.58	642.22
นา/2	69.91	77.14	77.63	78.61	79.27	78.07	79.84	78.56	75.75	70.63	63.98	671
นา/3	72.19	73.89	71.56	70.74	70.58	75.25	76.46	75.59	75.83	70.41	66.5	659.2
นา/4	74.04	75.1	75.07	74.19	75.05	73.75	72.23	72.02	71.03	69.22	61.49	660.31
นา/5	69.53	73.79	74.47	77.1	79.89	78.87	76.49	76.78	73.69	69.57	63.23	656.96
ลข/1	79.18	78.13	84.34	80.77	81.18	81.89	77.44	75.85	73.94	66.58	57.76	677.07
ลข/2	76.57	80.93	82.24	81.84	80.96	79.14	79.45	77.95	78.66	70.65	61.8	624.6
ลข/3	72.91	78.5	80.27	79.34	81.7	81.39	83.67	78.23	72.53	71.01	57.95	652.23
ลข/4	79.95	81.8	81.46	80.42	76.21	82.04	80.78	80.29	79.63	72.97	58.15	684.81
ลข/5	72.49	79.24	80.56	79.31	80.83	81.98	82.24	81.49	78.31	70.56	57.46	650
มี/1	70.68	78.74	78.66	77.59	78.92	79.6	77.56	80.53	80.5	77.29	67.74	515.07
มี/2	73.97	80.26	78.77	83.51	83.36	80.21	83.63	80.51	76.01	65.45	55.74	646.21
มี/3	64.75	69.04	69.5	67.88	69.31	70.64	71.36	75.85	72.97	68.08	57.3	767.21
มี/4	70.19	79.35	78.75	78.15	76.5	74.65	73.83	71.34	69.35	64.19	52.67	674.64
มี/5	73.69	78.01	72.05	76.65	77.98	77.62	77.88	79.41	77.85	75.48	67.74	557.34
x	72.763	77.313	77.544	77.605	77.863	78.153	78	77.361	75.522	69.84	60.539	649.258
s.d.	3.8484	3.3189	4.2314	4.0764	3.9909	3.3781	3.739	3.0115	3.2322	3.6325	4.549	56.365491

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
นา/1	60.91	67.89	67.52	68.33	67.81	66.59	67.14	67.25	67.5	63.53	58.29	437.28
นา/2	63.87	70.44	68.94	68.75	68.16	70.72	70.29	69.28	68.74	64.44	58.19	471.58
นา/3	72.03	70.28	72.8	64.38	68.69	66.02	67.12	65.59	63.87	63.96	61.93	440.48
นา/4	64.38	71.16	73.15	74.75	75.56	76.31	74.98	75.29	74.44	72.34	65.43	470.15
นา/5	64.95	65.75	65.72	65.14	67.05	67.11	67.32	66.66	66.25	64.39	59.95	393.12
ลอ/1	63.2	64.07	64.99	64.69	66.7	67.6	68.3	66.11	67.64	67.65	63.79	418.9
ลอ/2	63.59	68.06	67.66	68.26	71.01	71.56	70.39	70.69	70.3	65.48	62.74	392.47
ลอ/3	67.08	70.62	68.22	68.81	69.46	68.2	67.66	67.62	68.33	68.19	60.76	486.89
ลอ/4	66.05	70.56	68.9	68.16	69.27	70.39	70.07	69.02	68.29	64.72	60.06	474.56
ลอ/5	61.64	64.8	64.57	65.21	65.13	65.55	65.16	64.76	64.01	61.27	57.55	356.75
มี/1	59.56	66.02	64.05	63.89	63.9	62.56	65.53	63.93	62.9	61.33	57.1	422.61
มี/2	62.02	65.82	65.4	64.36	64.76	64.78	65.11	66.08	65.44	63.78	59.76	401.73
มี/3	62.94	64.41	64.87	64.77	64.52	65.08	65.44	64.14	63.86	61.44	58.74	455.32
มี/4	60.67	64.7	66.36	66	66.86	68.25	68.07	67.66	65.6	64.11	61.42	395.98
มี/5	62.48	66.23	67.44	67.92	68.48	68.7	69.25	69.12	69.68	68.04	68.38	359.43
x	63.691	67.387	67.373	66.895	67.824	67.961	68.122	67.547	67.123	64.978	60.939	425.15
s.d.	3.0693	2.6087	2.7637	2.8443	2.9497	3.3462	2.6262	2.914	3.0552	3.0105	3.1274	41.629983

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารคนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	65.07	68.58	67.52	64.29	67.21	66.16	66.2	65.78	64.4	61.99	58.72	630.31
หน้า/2	63.25	65.18	64.75	64.25	64.23	64.66	62.65	64.53	62.05	57.54	55.64	638.89
หน้า/3	67.86	68.79	67.69	68.25	68.92	67.63	68.51	65.7	64.32	63.69	57.77	563.61
หน้า/4	69.31	71.37	72.92	72.96	73.35	71.53	73.41	70.21	67.21	65.73	64.35	623.2
หน้า/5	69.86	75.69	77.33	75.38	75.56	75.94	75.38	71.89	70	66.79	62.32	699.91
หลอ/1	59.12	66.2	65.3	63.26	61.98	62.52	64.77	60.72	58.98	59.16	52.16	604.95
หลอ/2	67.07	66.75	66.51	63.98	64.45	65.53	68.36	66.23	67.2	60.53	59.9	717.92
หลอ/3	62.48	63.29	65.29	63.87	63.29	63.48	64.87	64.71	61.15	60.69	57.24	491.87
หลอ/4	70.52	72.56	71.11	67.75	71.76	68.46	64.77	65.29	65.65	60.88	54.22	581.42
หลอ/5	58.52	58.25	59.56	63.41	63.19	59.58	61.58	64.31	58.84	61.55	53.77	651.14
หมี/1	60.8	58.72	56.31	54.98	52.91	54.74	52.75	54.53	53.55	56.45	53.14	515.52
หมี/2	66.39	62.66	66.81	67.37	63.23	69.89	60.95	62.93	62.48	61.41	62.49	433.54
หมี/3	65.89	65.91	65.12	62.68	63.02	60.36	59.41	57.19	55.79	56.26	55.48	639.2
หมี/4	61.59	69.78	59.71	59.65	59.2	73.57	71.32	66.91	64.93	58.4	55.71	546.53
หมี/5	61.03	62.52	60.78	55.91	56.8	55.19	54.49	54.5	53.49	59.6	52.05	550.67
x	64.584	66.417	65.781	64.533	64.607	65.283	64.628	63.695	62.003	60.711	56.997	592.57867
s.d.	3.9304	4.9051	5.433	5.4612	6.0662	6.2105	6.3634	5.0687	5.0262	3.0579	3.8849	77.324289

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	71.09	78.4	78.6	79.33	76.68	77.49	80.09	77.26	74.47	68.27	58.91	619.28
หน้า/2	71.18	75.42	78.06	78.4	76.83	75.36	75.12	75.91	76.53	72.76	64.77	670.47
หน้า/3	74.48	79.65	78.91	78.43	79.75	77.66	78.04	76.95	74.59	70.68	66.83	540.38
หน้า/4	72.19	74.18	77.43	70.58	76.88	74.93	74.1	74.16	74.98	68.88	61.42	648.36
หน้า/5	76.14	75.28	74.86	73.82	76.24	75.08	74.06	74.34	76.43	71.1	62.83	506.49
หลัง/1	80.59	77.14	77.2	79.43	79.73	80.46	79.64	78.73	74.73	72.41	64.28	574.6
หลัง/2	79.01	80.69	81.81	83.34	82.28	83.13	80.68	79.51	75.85	72.5	67.31	618.51
หลัง/3	75.43	76.36	79.64	80.4	81.93	82.87	82.72	79.8	73.06	64.81	55.07	772.76
หลัง/4	73.93	78.07	78.06	77.31	76.43	74.99	74.22	77.54	73.24	69.63	60.24	581.91
หลัง/5	74.46	74.03	72.12	77.61	75.47	77.07	78.36	77.71	76.69	69.96	59.79	659.93
หมี/1	68.19	75.16	72.35	71.14	70.69	71.78	72.08	71.23	69.47	65.81	57.65	530.86
หมี/2	74.003	74.65	74.68	77.88	76.13	74.12	74.22	71.8	70.61	65.89	57	539.91
หมี/3	69.89	74.83	70.28	70.91	72.39	73.51	71.19	73.75	72	66.25	56.89	532.38
หมี/4	73.13	76.56	73.71	76.12	76.28	75.05	74.44	71.61	69.45	69.36	63.13	721.29
หมี/5	68.86	73.45	66.38	67.73	67.96	77.16	73.14	73.17	71.17	67.9	63.05	500.72
x	73.505	76.258	75.606	76.162	76.378	76.711	76.14	75.565	73.551	69.081	61.278	601.19
s.d.	3.479	2.1473	4.0866	4.3693	3.8624	3.2698	3.4854	2.9037	2.5099	2.5818	3.7376	81.16909

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	68.23	69.27	70.53	69.81	69.34	68.66	68.97	66.35	66.75	64.24	57.29	455.43
หน้า/2	60.37	65.96	65.03	65.53	65.99	65.22	65.78	66.59	65.39	63.4	59.95	407.62
หน้า/3	60.13	67.69	66.7	66.98	65.25	66.33	66.9	66.81	65.81	62.66	59.16	429.62
หน้า/4	56.9	64.94	67.25	67.65	68.13	69.93	68.35	68.57	67.01	64.26	60.85	474.002
หน้า/5	64.55	66	67.55	66.42	67.66	67.43	66.26	65.3	63.33	59.73	56.17	438.79
หลัง/1	63.66	66.06	73.98	69.07	70.4	69.01	66.65	67.91	66.22	63.42	57.19	445.46
หลัง/2	65.01	67.73	71.86	73.03	69.96	68.78	69.98	68.49	67.28	62.43	62.86	474.79
หลัง/3	67.24	69.54	71.25	71.7	69.53	69.11	71.22	69.58	68.32	65.29	62.44	473.13
หลัง/4	63.98	72.07	72.6	71.42	71.29	73.32	71.9	73.14	72.62	67.36	62.17	369.704
หลัง/5	66.06	69.28	68.46	70.44	67.01	66.88	65.81	66.36	64.9	62.29	57.22	453.57
หมี/1	53.59	60.54	65.39	65.17	66.15	66.26	63.63	62.67	61.9	60.47	53.67	582.18
หมี/2	60.4	62.73	64.16	63.07	61.86	61.17	59.21	58.7	58.26	57.65	56.12	385.82
หมี/3	63.58	66.27	66.66	65.81	65.29	65.87	64.94	64.08	62.25	60.46	59.07	454.38
หมี/4	60.54	66.22	66.57	66.16	67.45	68.16	68.65	67.26	65.54	63.52	61.11	450.291
หมี/5	67.06	66.15	65.07	65.13	65.11	64.69	64.22	65.79	64.4	61.08	56.61	512.96
x	62.753	66.697	68.204	67.826	67.361	67.388	66.831	66.507	65.332	69.15%	58.792	453.8498
s.d.	4.0722	2.818	3.0895	2.9167	2.5111	2.7645	3.2326	3.2496	3.2523	70.11	2.7351	50.656081

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	64.04	69.32	67.55	68.84	69.84	66.66	68.69	67.67	65.54	62.27	58.02	408.51
หน้า/2	67.17	77.09	74.995	72.86	67.22	67.63	67.2	67.02	64.82	60.57	54.06	542.48
หน้า/3	64.79	70.06	71.43	69.41	68.16	67.51	66.69	64.93	64	58.85	56.86	582.24
หน้า/4	67.57	74.22	69.44	70.51	66.34	66.85	63.8	65.02	63.98	61.15	56.69	348.458
หน้า/5	65.03	68.97	67.25	69.58	70.89	68.59	64.38	62.43	61.57	59.09	55.26	607.02
ล่อ/1	63.59	65.43	65.12	66.99	67.29	66.02	68.25	69.58	68.15	61.97	56.89	553.57
ล่อ/2	67.7	70.27	68.79	73.14	71.91	68.41	68.53	67.34	63.93	63.55	55.99	578.46
ล่อ/3	68.1	69.57	69.45	70.67	74.1	71.63	71.01	65.7	64.7	64.29	59.25	624.51
ล่อ/4	66.88	71.39	70.5	68.06	68.9	65.8	66.05	64.06	59.59	60.4	54.13	417.3
ล่อ/5	65.72	64.57	69.11	69.31	63.17	61.62	62.53	62.67	62.46	60.94	58.76	541.03
หนี/1	67.44	72.32	69.55	69.08	69.42	68.18	68.25	71.93	68.31	70.35	64.37	469.33
หนี/2	63.78	67.57	68.34	66.16	65.52	63	60.27	59.23	59.16	54.09	53.34	647.945
หนี/3	56.66	58.48	57.44	58.25	56.76	55.66	53.93	54.92	53.81	66.28	53.02	478.99
หนี/4	66.39	67.68	64.57	61.5	63.01	61.93	62.21	63.65	64.99	64.5	61.07	476.91
หนี/5	70.77	72.64	68.65	67.75	69.76	67.55	68.18	65	64.14	61.58	61.37	455.57
x	65.709	69.305	68.146	68.141	67.486	65.803	65.331	64.743	63.277	61.992	57.272	515.4882
s.d.	3.1613	4.4019	3.8539	3.9008	4.2326	3.8599	4.3195	4.0956	3.6594	3.68	3.2553	87.254371

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	72.59	76.31	76.62	76.61	80.7	78.65	78.76	77.89	73.53	69.33	59.99	562.77
หน้า/2	77.52	79.37	80.22	82.87	82.85	80.53	77.89	74.45	74.14	68.31	60.23	554.85
หน้า/3	75.31	76.15	78.53	78.26	77.97	78.09	73.39	72.84	72.86	70.19	63.22	479.47
หน้า/4	68.38	78.64	78.93	80.21	82.38	82.69	81.16	78.74	76.72	72.82	65.86	527.17
หน้า/5	71.38	77.65	78.37	79.99	77.21	77.83	78.58	70.67	68.54	70.58	63.71	412.94
ล่อ/1	76.07	81.64	80.56	81.91	81.02	79.92	78.6	78.2	79.84	72.7	57.81	511.23
ล่อ/2	78.6	79.96	80.89	77.04	79.78	76.28	74.02	73.53	70.93	66.89	53.7	508.3
ล่อ/3	74.01	80.39	80.44	79.26	78.94	77.93	76.69	76.13	77.48	70.89	58.27	531.24
ล่อ/4	75	79.35	81.65	82.36	80	78.08	75.4	77.92	76	74.41	57.23	508.52
ล่อ/5	76.16	81.4	82.18	83.66	81.51	78.79	78.33	78.25	71.49	70.45	62.21	514.99
หนี/1	65.49	69.7	71.12	75.7	75.75	76.61	77.46	69.92	68.2	66.18	53.86	547.76
หนี/2	65.3	71.02	74.01	70.34	71.32	72.48	72.95	72.34	77.52	70.1	59.14	620.88
หนี/3	72.74	78.29	81.53	79.63	81.76	81.3	79.13	72.55	62.26	59.86	55.21	532.51
หนี/4	64.35	73.89	76.67	77.33	78.23	81.2	80.58	77.91	71.11	65.19	64.16	556.36
หนี/5	66.39	78.54	79.12	81.31	80.92	75.1	77.8	75.48	69.29	61.53	54.4	480.57
x	71.953	77.487	78.723	74.499	79.356	73.859	77.383	75.121	72.661	68.629	59.267	523.304
s.d.	4.8071	3.5436	3.0551	18.804	2.9873	18.519	2.464	3.0022	4.5684	4.0807	3.969	46.685636

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หน้า/1	60.85	65.89	66.2	67.3	69.12	66.77	66.19	64.23	62.81	61.05	57.66	322.03
หน้า/2	64.39	70.17	71.09	69.23	67.37	68.53	67.87	67.55	67.15	60	59.63	362.92
หน้า/3	61.39	68.9	69.29	70.42	71.47	70.7	68.47	64.39	66.78	61.29	56.39	422.25
หน้า/4	69.79	76.01	77.96	74.99	73.2	71.5	71.22	70.53	67.48	66.37	63.04	316
หน้า/5	65.39	68.7	68.74	68.83	68.74	67.04	68.92	66.92	66.64	63.45	58.81	354.61
ล่อ/1	67.28	72.2	75.78	74.22	74.12	72.03	70.45	71	69.46	65.31	57.72	406.26
ล่อ/2	64.68	70.13	69.8	72.12	70.96	71.17	70.13	69.27	69.01	63.8	59.81	394.98
ล่อ/3	71.52	72.89	74.58	74.88	72.83	73.8	72.88	71.52	69.47	66.88	62.13	339.71
ล่อ/4	66.47	71.57	71.52	72.4	71.2	70.58	71.3	73.25	68.8	65.34	59.29	377.02
ล่อ/5	66.89	70.78	72.29	72.45	72.02	72.75	71.51	69.8	68.64	67.11	61.3	342.05
หนี/1	65.8	73.12	71.15	71.81	70.9	69.89	68.7	67.83	65.6	63.69	58.34	372.3
หนี/2	66.2	71.46	71.51	70.07	69.33	69.2	67.79	65.97	63.18	60.26	65.11	366.89
หนี/3	61.47	64.03	64.07	65.12	67.59	67.81	67.87	66.78	64.19	61.43	58.12	331.9
หนี/4	66.05	71.32	72.65	73.72	73.71	73.49	73.2	70.5	69.8	66.19	61.36	357.12
หนี/5	62.41	65.11	67.2	68.63	67.69	66.55	65.47	65.25	63.19	60.82	58.31	314.34
x	65.372	70.152	70.922	71.079	70.683	70.121	69.465	68.319	66.813	63.533	59.801	358.692
s.d.	3.0183	3.2187	3.6247	2.8976	2.272	2.4089	2.3007	2.7612	2.4841	2.5608	2.3571	32.440447

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
น้ำ/1	59.86	54.91	63.76	60.6	62.65	61.21	62.35	60.92	60.45	59.33	56.87	546.41
น้ำ/2	64.12	64.08	62.62	61.88	61.54	59.27	55.31	57.29	56.46	56.65	55.25	573
น้ำ/3	63.1	67.9	65.84	68.15	65.88	66.66	65.01	54.48	52.2	53.31	53.29	566.61
น้ำ/4	63.21	65.84	64.05	65.07	65.62	64.6	61.35	60.9	58.98	56.9	53.3	567.26
น้ำ/5	59.21	60.08	59.92	55.44	54.95	52.97	55.41	53.17	54.41	53.68	51.33	516.78
ลื้อ/1	61.9	64.58	66.52	65.82	65.19	66.07	63.83	65.61	65.48	63.82	56.1	476.84
ลื้อ/2	65.12	66.59	71.44	66.14	66.96	68.15	65.2	63.01	60.47	62.04	55.87	584.93
ลื้อ/3	58.39	61.75	64.75	70.72	70.4	67.88	64.17	65.51	62.54	61.23	52.8	601.89
ลื้อ/4	66.92	66.29	63.83	65.92	66.2	65.19	66.97	63.81	63.01	61.72	53.53	571.32
ลื้อ/5	65.71	65.8	65.34	64.26	65.3	70.96	71.42	64.16	60.52	54.02	51.01	670.48
นี่/1	59.7	61.28	60.35	62.13	63.31	64.81	63.67	62.85	59.18	62.77	54.77	506.68
นี่/2	56.41	59.31	52.95	52.68	51.71	53.06	51.75	51.96	51.66	50.3	51.01	697.3
นี่/3	69.46	70.42	68.51	68.79	68.95	69.32	73.56	70.03	69.22	67.09	53.76	676.29
นี่/4	68.04	68.78	69.07	66.28	64.94	63.77	64.64	63.63	64.2	62.72	63.58	574.15
นี่/5	60.51	54.1	57.86	54.22	54.24	56.59	57.66	69.8	61.52	59.3	51.24	705.79
x	62.777	63.447	63.787	63.207	63.189	63.367	62.82	61.809	60.02	58.992	54.247	589.04867
s.d.	3.7995	4.8113	4.6643	5.4149	5.4505	5.6269	5.8963	5.4925	4.8335	4.7029	3.2127	69.672263

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
น้ำ/1	66.98	74.32	76.1	76.77	79.34	77.29	78.78	80.57	79.8	78.58	59.83	597.62
น้ำ/2	75.33	73.82	74.68	76.37	76.13	78.49	77.91	76.73	78.93	76.49	65.88	654.59
น้ำ/3	74.74	76.73	74.55	74.62	74.62	79.5	79.26	78.11	77.11	74.1	61.09	648.87
น้ำ/4	72.39	72.27	74.25	73.17	73.17	78.66	78.09	77.95	74.52	77.29	60.74	647.86
น้ำ/5	78.51	76.4	75.58	75.57	75.57	78.61	78.13	76.29	73.9	71.15	64.5	617.88
ล้อย/1	74.99	81.14	78.8	79.35	79.86	81.71	81.6	78.24	76.09	69.68	58.11	649.02
ล้อย/2	82.71	83.46	85.23	83.23	84.17	84.17	87.71	88.36	86.31	79.07	63.57	622.69
ล้อย/3	74.32	77.23	76.78	78.53	77.7	82.09	81.71	78.66	78.82	75.67	63.94	679.15
ล้อย/4	72.87	79.36	81.45	79.29	81.75	82.45	82.59	78.25	78.94	77.76	59.88	698.37
ล้อย/5	75.61	78.97	79.69	79.13	77.85	79.99	82.05	80.79	78.72	74.6	59.31	574.27
নী/1	69.01	72.32	74.92	77.16	78.39	79.43	79	75.82	70.04	65.23	57.28	560.67
নী/2	63.54	69.57	69.61	72.52	73.78	77.69	76.36	75.88	72.41	67.72	58.85	694.17
নী/3	66.8	71.66	74.13	68.04	76.48	75.3	73.37	71.76	68.78	65.83	64.42	601.11
নী/4	71.98	75.8	76.15	71.35	70.21	71.18	71.83	72.67	75.22	74.24	56.57	674.72
নী/5	71.93	73.57	74.2	74.35	75.87	77.11	78.08	78.14	76.21	71.06	62.6	554.93
x	72.781	75.775	76.408	75.963	76.993	78.911	79.098	77.881	76.387	73.231	61.105	631.728
s.d.	4.8371	3.8246	3.687	3.8031	3.5043	3.1668	3.8343	3.81	4.3103	4.557	2.8958	46.626139

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
น้ำ/1	62.91	65.53	66.75	67.5	67.9	68.56	72.99	69.27	68.31	61.75	57.81	456.15
น้ำ/2	62.9	67.03	67.35	67.93	68.8	69.23	71.77	70.85	69.03	65.03	58.73	449.59
น้ำ/3	58.35	63.79	65.01	63.77	65.16	66.14	67.84	68.37	65.15	65.15	61.82	423.7
น้ำ/4	68.37	66.72	69.2	68.76	69.22	69.38	70.84	68.22	65.92	65.92	59.67	467.61
น้ำ/5	62.37	61.96	63.64	65.64	65.91	66.29	67.64	68.53	62.96	62.96	56.11	472.93
ล้อย/1	73.04	72.66	73.53	73.02	73.59	74.76	73.54	73.11	71.62	67.74	59.85	467.89
ล้อย/2	62.47	71.81	74.6	72.89	73.67	72.99	73.01	72.52	70.27	66.29	58.73	471.67
ล้อย/3	62.5	66.59	72.23	72.93	70.42	71.29	73.89	72.64	71.55	70.2	61.37	525.98
ล้อย/4	58.91	65.46	68.11	71.8	70.03	72.97	70.23	70.63	71.53	68.47	64.33	446.87
ล้อย/5	61.41	62.97	65.83	67.17	67.56	66.96	69.79	69.13	68.75	66.03	62.42	400.98
নী/1	63.5	64.03	64.35	64.98	65.19	66.47	67.98	68.29	69.97	63.24	56.37	477.32
নী/2	60.33	63.3	62.82	62.63	63.57	64.37	63.86	64.83	62.75	60.12	57.64	402.82
নী/3	60.42	65.46	66.08	66.04	67.34	68.45	68.58	67.41	65.1	59.91	53.03	475.21
নী/4	64.14	65.25	65.92	66.28	67.54	67.53	67.71	68.67	69.03	65.8	61.03	432.6
নী/5	63.47	64.05	68.89	69.37	70.7	71.57	72.17	72.93	71.57	66.76	59.94	456.54
x	63.006	65.774	67.621	68.047	68.44	69.131	70.123	69.693	68.234	65.025	59.257	455.19067
s.d.	3.6549	3	3.5348	3.3747	2.9362	3.0099	2.8455	2.3708	3.1137	2.9454	2.8433	31.724485

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 1

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หนา/1	64.46	70.01	72.44	68.41	67.23	60.35	57.47	60.99	66.51	59.19	58.23	590.02
หนา/2	67.17	72.86	72.3	70.71	69.79	69.2	73.96	70.05	66.42	64.97	61.37	651.82
หนา/3	64.96	67.82	68.44	67.47	65.07	65.79	64.25	62.91	59.08	59.59	54.35	680.73
หนา/4	63.12	69.09	70.02	71.57	65.05	63.58	63.34	61.36	59.51	59.57	59.41	637.85
หนา/5	67.91	71.03	67.38	68.42	70.47	68.16	70.02	68.62	68.4	63.42	60.87	542.93
หลอ/1	74.58	78.34	76.23	76.2	73.61	74.91	72.07	66.09	62.88	66.24	59.08	701.6
หลอ/2	72.69	70.39	69.4	70.67	67.72	69.66	72.85	68.83	70.57	64.34	62.35	460.82
หลอ/3	73.26	74.75	71.75	75.25	72.55	74.5	72.67	70.73	72.67	64.77	55.64	657.39
หลอ/4	58.4	61.49	59.78	61.82	63.62	59.95	60.19	61.55	61.52	58.65	52.99	572.67
หลอ/5	60.4	66.53	68.94	65.88	63.87	65.91	68.23	67.29	73.21	64.61	56.08	679.7
หมี/1	67.56	66.58	65.79	63.87	62.23	62.47	62.73	61.08	65.21	63.53	61.96	521.3
หมี/2	62.24	64.33	63.13	63.87	64.5	61.63	59.5	57.5	57.21	53.38	53.8	539.04
หมี/3	64.43	64.62	60.69	59.87	60.73	57.73	60.25	58.9	60.09	58.76	55.6	554.72
หมี/4	56.34	58.34	60.51	58.39	54.74	52.27	52.55	50.61	52.14	54.65	52.29	631.83
หมี/5	71.56	72.13	69.95	62.03	63.58	60.96	60.76	61.58	64.54	64.45	62.4	531.22
หนี/1	67.77	67.62	64.18	61.28	57.95	58.07	58.93	58.69	56.02	56.26	55.11	661.64
หนี/2	60.33	62.42	60.23	61.57	62.02	57.37	54.47	56.11	61.35	56.31	53.41	512.57
หนี/3	64.02	68.66	65.96	62.45	60.41	58.83	57.95	57.64	60.21	58.09	56.61	590.42
หนี/4	64.33	64.74	61.59	60.73	56.63	55.54	58.97	58.5	60.04	58.7	56.66	521.23
หนี/5	57.82	67.82	57.05	57.57	61.66	62.52	63.96	60.71	58.9	57.01	53.75	596.75
x	65.168	67.979	66.288	65.402	64.172	62.97	63.256	61.987	62.824	60.325	57.098	591.8125
s.d.	5.2076	4.7041	5.224	5.4408	5.027	6.0477	6.3846	5.2206	5.5694	3.8868	3.3669	68.129863

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 2

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หนา/1	70.75	76.92	74.66	71.31	73.32	74.83	78.08	79.13	77.71	71.85	59.09	613.3
หนา/2	74.46	78.61	74.56	75.05	76.6	78.93	76.83	77.52	76.1	69.79	65.3	717.52
หนา/3	74.32	79.1	77.66	78.63	77.52	78.7	79.93	81	80.67	77.98	68.75	681.67
หนา/4	66.29	69.48	72.07	73.22	73.46	71.55	73.73	76.31	73.14	71.49	58.78	666.03
หนา/5	76.56	77.35	78.12	77.46	75.71	76.88	78.22	80.11	79.99	77.43	67.12	632.94
หลอ/1	76.34	76.37	79.64	79.33	79	79.43	81.16	82.44	76.05	72.59	56.05	632.3
หลอ/2	72	77.95	74.97	75.57	75.54	77.12	78.63	77.97	76.46	73.43	62.56	663.41
หลอ/3	68.05	75.68	76.07	73.75	79.7	73.95	76.5	80.83	77.11	71.77	63.29	705.56
หลอ/4	70.9	76.43	78.6	75.91	78.86	79.35	78.89	72.76	69.3	69.77	59.99	707.75
หลอ/5	76.52	80.27	79.79	80.36	80.5	84.72	84.05	82.54	78.39	72.37	59.28	576.46
หมี/1	73.91	74.43	76.47	76.13	78.54	80.2	80.03	74.64	69.91	64.62	53.87	633.05
หมี/2	68.96	72.65	71.34	73.66	74.73	74.06	76.6	72.88	70.37	68.54	57.13	687.61
หมี/3	65.62	72.44	70.18	70.77	72.58	73.05	78.55	72.27	69.41	71.09	58.77	663.73
หมี/4	66.01	71.94	70.98	69.88	73.56	72.17	75.17	73.8	72.89	66.43	55.6	665.15
หมี/5	71.83	75.1	77.56	76.81	75.27	77.12	77.12	77.12	76.07	73.31	70.53	500.72
หนี/1	64.98	74.76	75.05	73.6	74.77	80.12	80.12	78.04	73.49	65.79	55.13	671
หนี/2	72.37	78.02	77.07	75.48	74.83	7.92	76.92	80.28	80.18	73.46	66.25	585.27
หนี/3	69.76	75.76	77.52	80.19	76.81	79.07	79.07	79.75	73.79	71.16	56.58	615.13
หนี/4	74.93	80.28	77.6	77.01	76.07	81.06	81.06	83.88	82.98	75.74	65.93	582.3
หนี/5	79.79	80.14	81.61	81.28	80.46	81.47	81.33	81.52	79.89	71.94	69.24	496.76
x	71.718	76.184	76.076	75.77	76.392	74.085	78.6	78.24	75.695	71.528	61.462	634.883
s.d.	4.1933	2.9751	3.1096	3.2234	2.4531	15.947	2.3913	3.5276	4.0616	3.4709	5.2365	62.207899

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร(TE)คนที่ 3

คำ/ครั้งที่	ค่าความเข้ม (dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
หนา/1	57.89	63.92	61.83	60.83	63.57	64.53	67.34	68.76	70.21	65.2	57.91	492.81
หนา/2	56.79	62.98	65.52	65.1	65.96	64.34	65.61	67.81	65.28	64.26	59.64	460.04
หนา/3	61.54	68.5	68.39	65.69	62.53	65.12	66.12	57.95	68.45	68.98	66.66	454.69
หนา/4	62.82	65.91	61.81	61.86	66.12	62.69	65.06	66.51	66.39	63.67	60.41	493.05
หนา/5	67.75	75.29	71.81	69.28	69.44	71.81	71.07	72.22	74.26	72	61.35	499.04
หลอ/1	61.53	67.06	65.41	64.44	63.78	67.17	68.25	69.5	68.5	66.39	58.97	488.65
หลอ/2	65.04	67.12	67.41	69.73	67.9	70.34	70.56	72.17	70.46	70.43	64.65	459.06
หลอ/3	63.31	65.69	62.15	65.72	68.51	69.01	71.38	71.68	68.34	64.65	59.88	489.13
หลอ/4	64.43	66.43	66.58	68.81	71.07	73.91	74.57	73.55	71.78	70.75	61	473.28
หลอ/5	61	64.28	64.81	64.74	65.06	66.82	66.83	67.92	67.83	64.75	60.14	453.85
หมี/1	64.75	67.08	68.34	68.16	68.83	70.55	71.29	71.86	71.9	68.35	60.08	493.88
หมี/2	60.66	62.41	62.89	61.36	61.32	60.92	62.83	64.86	65.97	66.29	56.84	469.2
หมี/3	61.7	59.67	57.82	58.7	59.74	60.79	62.77	65.05	65.62	62.66	55.39	501.37
หมี/4	60.29	60.56	60.72	61.42	61.72	62.38	64.52	67.01	67.29	64.85	56.73	542.16
หมี/5	55.08	57.06	57.72	57.11	57.17	55.77	58.73	62.19	63.73	60.63	52.08	539.44
หนี/1	54.27	55.53	53.52	53.47	52.65	55.27	55.29	58.25	59.73	59.02	53.86	511.79
หนี/2	63.61	64.34	63.03	63.2	64.08	64.44	65.63	66.89	68.06	65.29	61.24	440.95
หนี/3	55.72	61.15	59.26	58.54	58.76	60.6	62.54	65.2	66.72	64.38	58.08	466.9
หนี/4	65.48	70.18	64.22	64.17	64.13	64.45	66.97	69.96	71.34	69.64	60.06	583.44
หนี/5	57.31	62.22	62.67	63.2	63.54	64.3	66.23	67.14	68.01	66.07	60.27	487.63
x	61.049	64.369	63.296	63.277	63.794	64.761	66.18	67.324	67.994	65.913	59.262	490.018
s.d.	3.7983	4.529	4.2921	4.2567	4.4907	4.8969	4.5199	4.3128	3.2438	3.337	3.3351	34.551619

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์สามัญที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1	66.249	68.199	67.77	67.272	67.141	66.302	66.451	64.71	63.979	62.844	58.492	576.135333
2	72.763	77.313	77.544	77.605	77.863	78.153	78	77.361	75.522	69.84	60.539	649.258
3	63.691	67.387	67.373	66.895	67.824	67.961	68.122	67.547	67.123	64.978	60.939	425.15
\bar{x}	67.568	70.966	70.896	70.59	70.943	70.805	70.858	69.872	68.875	65.887	59.99	550.181111
s.d.	4.6773	5.5115	5.7611	6.0774	6.0032	6.4168	6.2415	6.6383	5.9676	3.5856	1.3128	114.286111

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์เอกที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1	64.584	66.417	65.781	64.533	64.607	65.283	64.628	63.695	62.003	60.711	56.997	515.4882
2	73.505	76.258	75.606	76.162	76.378	76.711	76.14	75.565	73.551	69.081	61.278	523.304
3	62.753	66.697	68.204	67.826	67.361	67.388	66.831	66.507	65.332	62.551	58.792	358.692
\bar{x}	66.947	69.79	69.864	69.507	69.449	69.794	69.2	68.589	66.962	64.114	59.022	465.828067
s.d.	5.7522	5.6028	5.1186	5.9941	6.157	6.082	6.1105	6.2026	5.9444	4.3983	2.1496	92.8648172

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์โทที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1	65.709	69.305	68.146	68.141	67.486	65.803	65.331	64.743	63.277	61.992	57.272	515.4882
2	71.953	77.487	78.723	74.499	79.356	73.859	77.383	75.121	72.661	68.629	59.267	523.304
3	65.372	70.152	70.922	71.079	70.683	70.121	69.465	68.319	66.813	63.533	59.801	358.692
\bar{x}	67.678	72.315	72.597	71.24	72.508	69.928	70.726	69.395	67.584	64.718	58.78	465.828067
s.d.	3.706	FALSE	5.4838	3.182	6.1419	4.0318	6.1239	5.2719	4.7392	3.4734	1.333	92.8648172

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ตรีที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1	62.777	63.447	63.787	63.207	63.189	63.367	62.82	61.809	60.02	58.992	54.247	589.048667
2	72.781	75.775	76.408	75.963	76.993	78.911	79.098	77.881	76.387	73.231	61.105	631.728
3	63.006	65.774	67.621	68.047	68.44	69.131	70.123	69.693	68.234	65.025	59.257	455.190667
\bar{x}	66.188	68.332	69.272	69.072	69.541	70.47	70.68	69.794	68.214	65.749	58.203	558.655778
s.d.	5.7106	6.5497	6.4704	6.4398	6.9672	7.858	8.1533	8.0368	8.1834	7.1473	3.548	92.1094636

ค่าความเข้มและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์จัตวาที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร

คนที	ค่าความเข้ม(dB)											ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1	65.168	67.979	66.288	65.402	64.172	62.97	63.256	61.987	62.824	60.325	57.098	591.8125
2	71.718	76.184	76.076	75.77	76.392	74.085	78.6	78.24	75.695	71.528	61.462	634.883
3	61.049	64.369	63.296	63.277	63.794	64.761	66.18	67.324	67.994	65.913	59.262	490.018
\bar{x}	65.978	69.511	68.553	68.149	68.119	67.272	69.345	69.184	68.838	65.922	59.274	572.237833
s.d.	5.3805	6.0547	6.6846	6.6847	7.1667	5.9679	8.1468	8.2843	6.4769	5.6015	2.182	74.3898026

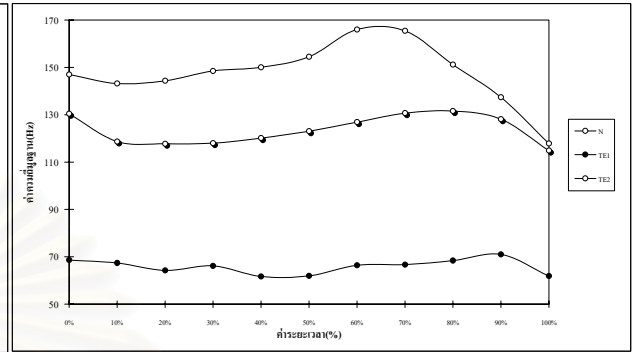
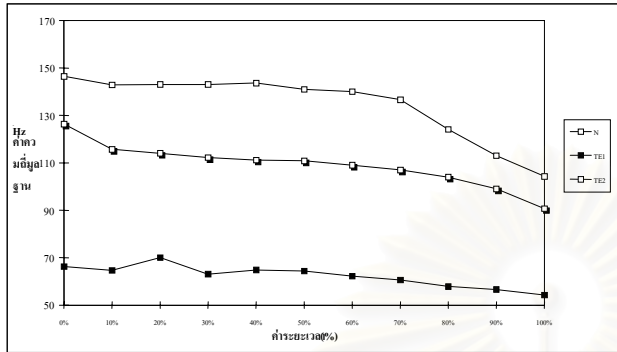
ภาคผนวก ค

กราฟแสดงค่าความถี่มูลฐานและค่าความเข้มของแต่ละวรรณยุกต์เปรียบเทียบผู้พูด 3 กลุ่ม

ค่าความถี่มูลฐาน-วรรณยุกต์สามัญ

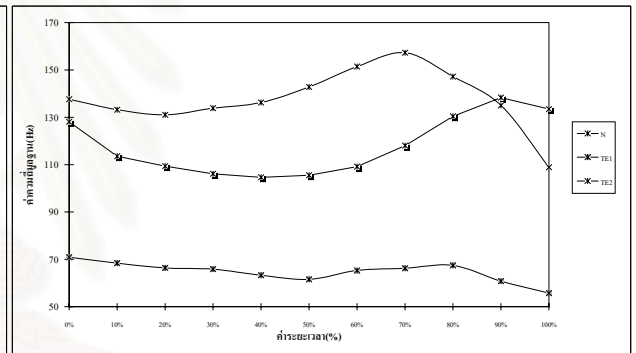
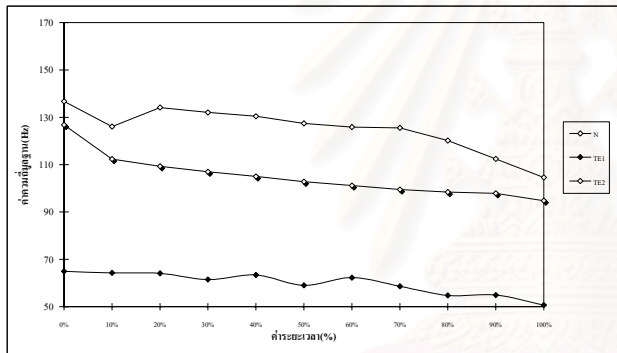
ค่า

ค่าความถี่มูลฐาน-วรรณยุกต์ตรี

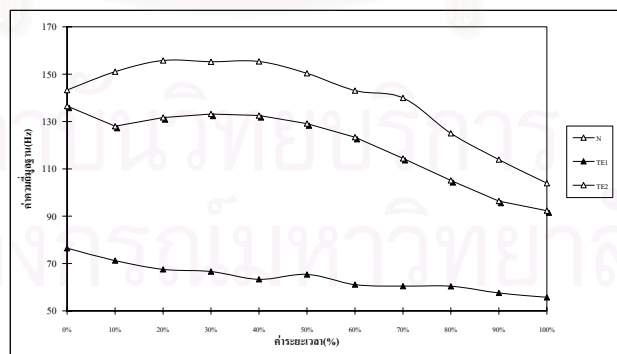


ค่าความถี่มูลฐาน-วรรณยุกต์เอก

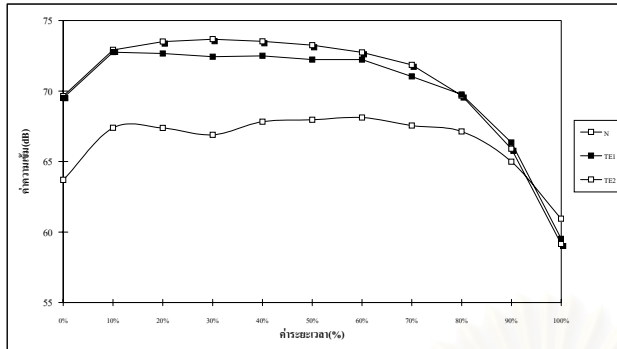
ค่าความถี่มูลฐาน-วรรณยุกต์จัตวา



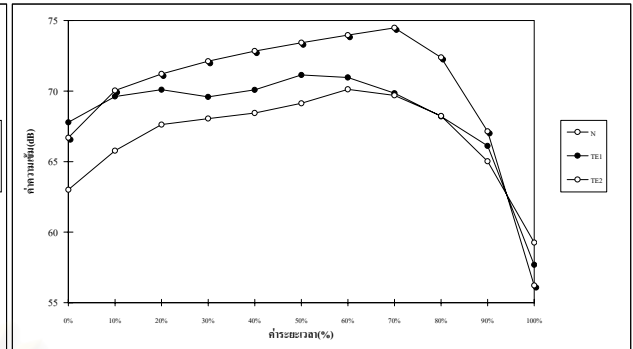
ค่าความถี่มูลฐาน-วรรณยุกต์โท



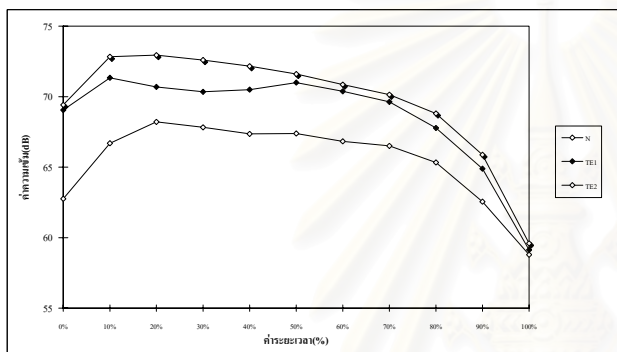
ค่าความเข้ม-วรรณยุกต์สามัญ



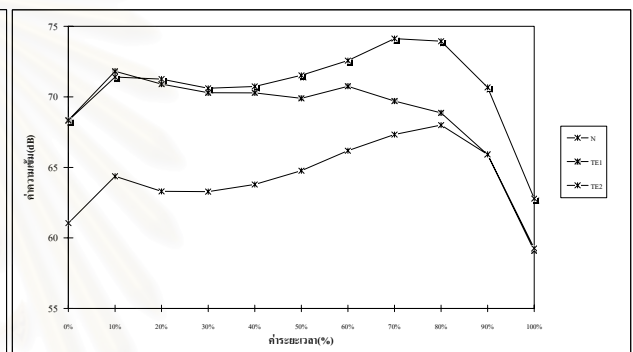
ค่าความเข้ม-วรรณยุกต์ตรี



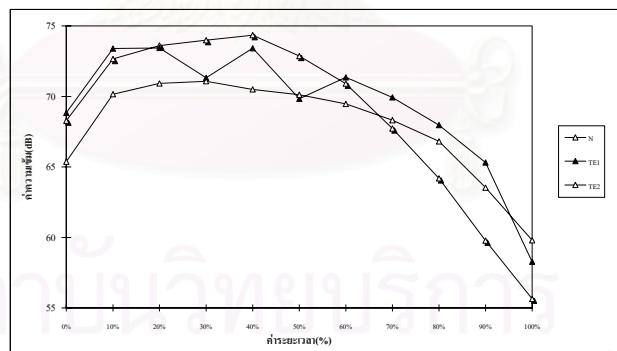
ค่าความเข้ม-วรรณยุกต์เอก



ค่าความเข้ม-วรรณยุกต์จัตวา



ค่าความเข้ม-วรรณยุกต์โท



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
แบบทดสอบการรับรู้

ภาคผนวก ง.1 แบบทดสอบการรับรู้ที่มีตัวเลือกตอบ 2 ตัวเลือก

แบบทดสอบการฟัง

คำอธิบาย แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ตอนละ 40 ข้อ จงตั้งใจฟังคำจากเทป ท่านได้ยินคำใดให้ทำเครื่องหมายกากบาททับตัวเลือกซึ่งอยู่หน้าคำซึ่งอยู่หน้าคำที่ท่านได้ยินในแต่ละข้อ (กรุณาตอบทุกข้อ แม้เสียงที่ได้ยินจะไม่ชัดเจน)

ตอนที่ 1

1. ก.นา	ข.หน้า	21. ก.น้ำ	ข.หนา
2. ก.นา	ข.หน้า	22. ก.น้ำ	ข.หนา
3. ก.นา	ข.หน้า	23. ก.น้ำ	ข.หนา
4. ก.นา	ข.หน้า	24. ก.น้ำ	ข.หนา
5. ก.นา	ข.หนา	25. ก.นา	ข.หน้า
6. ก.นา	ข.หนา	26. ก.นา	ข.หน้า
7. ก.นา	ข.หนา	27. ก.นา	ข.หน้า
8. ก.นา	ข.หนา	28. ก.นา	ข.หน้า
9. ก.หน้า	ข.หน้า	29. ก.นา	ข.น้ำ
10. ก.หน้า	ข.หน้า	30. ก.นา	ข.น้ำ
11. ก.หน้า	ข.หน้า	31. ก.นา	ข.น้ำ
12. ก.หน้า	ข.หน้า	32. ก.นา	ข.น้ำ
13. ก.หน้า	ข.หนา	33. ก.หน้า	ข.น้ำ
14. ก.หน้า	ข.หนา	34. ก.หน้า	ข.น้ำ
15. ก.หน้า	ข.หนา	35. ก.หน้า	ข.น้ำ
16. ก.หน้า	ข.หนา	36. ก.หน้า	ข.น้ำ
17. ก.น้ำ	ข.หน้า	37. ก.หน้า	ข.หนา
18. ก.น้ำ	ข.หน้า	38. ก.หน้า	ข.หนา
19. ก.น้ำ	ข.หน้า	39. ก.หน้า	ข.หนา
20. ก.น้ำ	ข.หน้า	40. ก.หน้า	ข.หนา

ตอนที่ 2

- | | | | |
|------------|-------|------------|--------|
| 1. ก.ลอบ | ข.ล่อ | 21. ก.ลื้อ | ข.หลอ |
| 2. ก.ลอบ | ข.ล่อ | 22. ก.ลื้อ | ข.หลอ |
| 3. ก.ลอบ | ข.ล่อ | 23. ก.ลื้อ | ข.หลอ |
| 4. ก.ลอบ | ข.ล่อ | 24. ก.ลื้อ | ข.หลอ |
| 5. ก.ลอบ | ข.หลอ | 25. ก.ลอบ | ข.หล่อ |
| 6. ก.ลอบ | ข.หลอ | 26. ก.ลอบ | ข.หล่อ |
| 7. ก.ลอบ | ข.หลอ | 27. ก.ลอบ | ข.หล่อ |
| 8. ก.ลอบ | ข.หลอ | 28. ก.ลอบ | ข.หล่อ |
| 9. ก.หล่อ | ข.ล่อ | 29. ก.ลอบ | ข.ลื้อ |
| 10. ก.หล่อ | ข.ล่อ | 30. ก.ลอบ | ข.ลื้อ |
| 11. ก.หล่อ | ข.ล่อ | 31. ก.ลอบ | ข.ลื้อ |
| 12. ก.หล่อ | ข.ล่อ | 32. ก.ลอบ | ข.ลื้อ |
| 13. ก.หล่อ | ข.หลอ | 33. ก.หล่อ | ข.ลื้อ |
| 14. ก.หล่อ | ข.หลอ | 34. ก.หล่อ | ข.ลื้อ |
| 15. ก.หล่อ | ข.หลอ | 35. ก.หล่อ | ข.ลื้อ |
| 16. ก.หล่อ | ข.หลอ | 36. ก.หล่อ | ข.ลื้อ |
| 17. ก.ลื้อ | ข.ล่อ | 37. ก.ลื้อ | ข.หลอ |
| 18. ก.ลื้อ | ข.ล่อ | 38. ก.ลื้อ | ข.หลอ |
| 19. ก.ลื้อ | ข.ล่อ | 39. ก.ลื้อ | ข.หลอ |
| 20. ก.ลื้อ | ข.ล่อ | 40. ก.ลื้อ | ข.หลอ |

ภาคผนวก ง.2 แบบทดสอบการรับรู้ที่มีตัวเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

แบบทดสอบการฟัง

คำอธิบาย แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ตอนละ 15 ข้อ จงตั้งใจฟังคำจากเทป ท่านได้ยินคำใดให้ทำเครื่องหมายกากบาทที่ตัวเลือกซึ่งอยู่หน้าคำซึ่งอยู่หน้าคำที่ท่านได้ยินในแต่ละข้อ (กรุณาตอบทุกข้อ แม้เสียงที่ได้ยินจะไม่ชัดเจน)

ตอนที่ 1

- | | | | | | |
|-----|-------|---------|---------|--------|--------|
| 1. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 2. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 3. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 4. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 5. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 6. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 7. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 8. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 9. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 10. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 11. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 12. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 13. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 14. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |
| 15. | ก. นา | ข. หน้า | ค. หน้า | ง. น้ำ | จ. หนา |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2

1. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
2. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
3. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
4. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
5. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
6. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
7. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
8. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
9. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
10. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
11. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
12. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
13. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
14. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ
15. ก. ลอ ข. หล่อ ค. ล้อ ง. ลั๊อ จ. หลอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.
ผลการทดสอบการรับรู้

ตารางที่ จ.1 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้พูดTE รวมทั้ง 3คน โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

คำ	คำตอบ					
	สามัญ		โท		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
สามัญ	289	80.28	71	19.72	360	100
โท	29	8.06	331	91.94	360	100

คำ	คำตอบ					
	เอก		โท		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
เอก	308	85.56	52	14.44	360	100
โท	31	8.61	329	91.39	360	100

คำ	คำตอบ					
	ตรี		โท		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
ตรี	307	85.28	53	14.72	360	100
โท	24	6.67	336	93.33	360	100

คำ	คำตอบ					
	สามัญ		เอก		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
สามัญ	213	59.17	147	40.83	360	100
เอก	102	28.33	258	71.67	360	100

คำ	คำตอบ					
	เอก		ตรี		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
เอก	309	85.83	51	14.17	360	100
ตรี	84	23.33	276	76.67	360	100

คำ	คำตอบ					
	โท		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
โท	312	86.67	48	13.33	360	100
จัตวา	103	28.61	257	71.39	360	100

คำ	คำตอบ					
	สามัญ		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
สามัญ	294	81.67	66	18.33	360	100
จัตวา	116	32.22	244	67.78	360	100

ตารางที่ จ.2 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้พูด TE คนที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

คำ	คำตอบ					
	สามัญ		โท		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
สามัญ	99	82.5	21	17.5	120	100
โท	10	8.33	110	91.67	120	100

คำ	คำตอบ					
	สามัญ		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
สามัญ	88	73.33	32	26.67	120	100
จัตวา	76	63.33	44	36.67	120	100

คำ	คำตอบ					
	เอก		โท		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
เอก	109	90.83	11	9.17	120	100
โท	9	0.75	111	92.5	120	100

คำ	คำตอบ					
	เอก		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
เอก	93	77.5	27	22.5	120	100
จัตวา	64	53.33	56	46.67	120	100

คำ	คำตอบ					
	ตรี		โท		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
ตรี	88	73.33	32	26.67	120	100
โท	11	9.17	109	90.83	120	100

คำ	คำตอบ					
	ตรี		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
ตรี	89	74.17	31	25.83	120	100
จัตวา	26	21.67	94	78.33	120	100

คำ	คำตอบ					
	สามัญ		เอก		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
สามัญ	44	36.67	76	63.33	120	100
เอก	57	47.5	63	52.5	120	100

คำ	คำตอบ					
	สามัญ		ตรี		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
สามัญ	111	92.5	9	7.5	120	100
ตรี	61	50.83	59	49.17	120	100

คำ	คำตอบ					
	เอก		ตรี		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
เอก	99	82.5	21	17.5	120	100
ตรี	62	51.67	58	48.33	120	100

คำ	คำตอบ					
	โท		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)
โท	87	72.5	33	27.5	120	100
จัตวา	51	42.5	69	57.5	120	100

ตารางที่ จ.3 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้พูดTE คนที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก

คำ ทดสอบ	คำตอบ						คำ ทดสอบ	คำตอบ					
	สามัญ		โท		รวม			สามัญ		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)		คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	
สามัญ	108	90	12	10	120	100	สามัญ	98	81.67	22	18.33	120	100
โท	14	11.67	106	88.33	120	100	จัตวา	33	27.5	87	72.5	120	100

คำ ทดสอบ	คำตอบ						คำ ทดสอบ	คำตอบ					
	เอก		โท		รวม			เอก		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)		คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	
เอก	86	71.67	34	28.33	120	100	เอก	85	70.83	35	29.17	120	100
โท	18	15	102	85	120	100	จัตวา	28	23.33	92	76.67	120	100

คำ ทดสอบ	คำตอบ						คำ ทดสอบ	คำตอบ					
	ตรี		โท		รวม			ตรี		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)		คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	
ตรี	106	88.33	14	11.67	120	100	ตรี	105	87.5	15	12.5	120	100
โท	8	6.67	112	93.33	120	100	จัตวา	84	70	36	30	120	100

คำ ทดสอบ	คำตอบ						คำ ทดสอบ	คำตอบ					
	สามัญ		เอก		รวม			สามัญ		ตรี		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)		คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	
สามัญ	57	47.5	63	52.5	120	100	สามัญ	70	58.33	50	41.67	120	100
เอก	45	37.5	75	62.5	120	100	ตรี	5	4.17	115	95.83	120	100

คำ ทดสอบ	คำตอบ						คำ ทดสอบ	คำตอบ					
	เอก		ตรี		รวม			โท		จัตวา		รวม	
	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)		คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	คะแนน (%)	
เอก	94	78.33	26	21.67	120	100	โท	106	88.33	14	11.67	120	100
ตรี	19	15.83	101	84.17	120	100	จัตวา	45	37.5	75	62.5	120	100

ตารางที่ ๑.4 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้พูด TE ทั้ง 3 คนโดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก

คำ ทดสอบ	คำตอบ											
	สามัญ		เอก		โท		ตรี		จัตวา		รวม	
	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)
สามัญ	223	41.3	133	24.63	120	22.22	57	10.55	7	1.3	540	100
เอก	155	28.7	248	45.93	72	13.33	46	8.52	19	3.52	540	100
โท	64	11.85	80	14.81	350	64.82	32	5.93	14	2.59	540	100
ตรี	56	10.37	37	6.85	54	10	376	69.63	17	3.15	540	100
จัตวา	50	9.26	73	13.52	55	10.19	219	40.55	143	26.48	540	100

ตารางที่ ๑.5 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้พูด TE คนที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก

คำ ทดสอบ	คำตอบ											
	สามัญ		เอก		โท		ตรี		จัตวา		รวม	
	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)
สามัญ	50	27.78	55	30.56	20	11.11	51	28.33	4	2.22	180	100
เอก	48	26.67	41	22.78	44	24.44	39	21.67	8	4.44	180	100
โท	28	15.56	45	25	81	45	21	11.67	5	2.78	180	100
ตรี	28	15.56	22	12.22	9	5	117	65	4	2.22	180	100
จัตวา	34	18.89	66	36.67	42	23.33	21	11.67	17	9.44	180	100

ตารางที่ ๑.6 ผลการทดสอบการรับรู้วรรณยุกต์ของผู้พูด TE คนที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก

คำ ทดสอบ	คำตอบ											
	สามัญ		เอก		โท		ตรี		จัตวา		รวม	
	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)	คะแนน	(%)
สามัญ	52	28.89	72	40	47	26.11	6	3.33	3	1.67	180	100
เอก	40	22.22	98	54.45	24	13.33	7	3.89	11	6.11	180	100
โท	35	19.45	33	18.33	96	53.33	7	3.89	9	5	180	100
ตรี	28	15.55	15	8.33	43	23.89	82	45.56	12	6.67	180	100
จัตวา	16	8.89	4	2.22	13	7.22	108	60	39	21.67	180	100

ตารางที่ จ.7 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนการรับรู้ถูกต้อง

วรรณยุกต์	คะแนนการรับรู้ถูกต้อง(%)			
	TE กลุ่มที่ 1		TE กลุ่มที่ 2	
	แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก	แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก	แบบทดสอบ 2 ตัวเลือก	แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก
วรรณยุกต์สามัญ	67.6	28.33	91.04	67.22
วรรณยุกต์เอก	73.33	38.61	95.63	60.56
วรรณยุกต์โท	87.81	49.17	96.88	96.11
วรรณยุกต์ตรี	95.1	55.28	95.21	98.33
วรรณยุกต์จัตวา	57.6	15.56	86.46	48.33



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

โครงการมหำบัณฑิต สกว. ชุดโครงการ "การพูดของคนไร้กล่องเสียง"

โครงการมหำบัณฑิต สกว. ชุดโครงการ "การพูดของคนไร้กล่องเสียง"

รศ. ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ เป็นผู้ประสานงานชุดโครงการ มีวิทยานิพนธ์ในโครงการทั้งหมด 6 เรื่อง ดังนี้

1. หัวข้อวิทยานิพนธ์ "การจำแนกความแตกต่างระหว่างพยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องพ่นลม

และกักไม่ก้องของภาษาไทยในผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร:

การวิเคราะห์ทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้"

ผู้วิจัย นางสาว นรินทร สมบัตินันท์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. ภัลยา ดิงศภิกษย์

สถานศึกษา ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. หัวข้อวิทยานิพนธ์ "วรรณยุกต์ภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร:

การวิเคราะห์ทางกลศาสตร์และการทดสอบการรับรู้"

ผู้วิจัย นางสาว กุสุมา นะสานี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. ภัลยา ดิงศภิกษย์

สถานศึกษา ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. หัวข้อวิทยานิพนธ์ "ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูด

ที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติ และการรับรู้เสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้

หลอดลม-หลอดอาหาร"

ผู้วิจัย นางสาว ชมนาด อินทจามรวัักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ

สถานศึกษา ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. หัวข้อวิทยานิพนธ์ "เปรียบเทียบจังหวะภาษาไทยในการพูดของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร

กับการพูดของและผู้พูดปกติ

ผู้วิจัย นางสาว ญานินท์ สวณะคุณานนท์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ

สถานศึกษา ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. หัวข้อวิทยานิพนธ์ “การศึกษาช่วงเวลาเริ่มเสียงก้อง (VOT) ของพยัญชนะระเบิดในภาษาไทย
ของผู้ไร้กล่องเสียงประเภทหลอดอาหารตามระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกพูด
และการรับรู้เสียงพยัญชนะระเบิดของคนไทย

ผู้วิจัย นางสาว สุจิตรา จำนงอุดม

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. นันทนา รัตนเกียรติ

สถานศึกษา ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

6. หัวข้อวิทยานิพนธ์ “ค่าความถี่มูลฐานของเสียงวรรณยุกต์ของผู้ไร้กล่องเสียงประเภทหลอดอาหารตามระยะ
เวลาในการฝึกพูด และการรับรู้เสียงวรรณยุกต์ของผู้ฟัง”

ผู้วิจัย นางสาว ชื่นหทัย สุริยโสภานันท์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วริษา กมลนาวิน

สถานศึกษา ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว กุสุมา นະสาณี เกิดเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2518 ที่กรุงเทพมหานคร ได้รับ
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจิตวิทยา คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปี
2541 และเข้าศึกษาต่อที่ภาควิชาภาษาศาสตร์ ในหลักสูตรอักษรศาสตรมหาบัณฑิต ที่
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2542



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย