

ลักษณะทางกลศาสตร์ของสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี



นางสาวกัญญารัตน์ เอี่ยมวันทอง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาภาษาศาสตร์ ภาควิชาภาษาศาสตร์

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF PATTANI MALAY VOWELS



Miss Kanyarat Iemwanthong

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Linguistics

Faculty of Arts

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ลักษณะทางกลศาสตร์ของสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี

โดย

นางสาวกัญญารัตน์ เอี่ยมวันทอง


สาขาวิชา

ภาษาศาสตร์

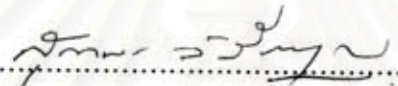
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

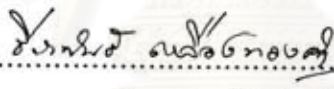
ศาสตราจารย์ ดร. ชีระพันธ์ เหลืองทองคำ

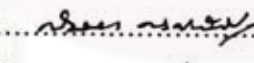
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

  
..... คณบดีคณะอักษรศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประพจน์ อัสววิรุฬหการ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ถักขนิษานวีน)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ศาสตราจารย์ ดร. ชีระพันธ์ เหลืองทองคำ)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ดิงศภัทย์)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กัญญารัตน์ เอี่ยมวันทอง : ลักษณะทางกลศาสตร์ของสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี.

(ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF PATTANI MALAY VOWELS)

อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศ. ดร. ชีระพันธ์ เหลืองทองคำ, 192 หน้า.

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดและพยางค์ปิดในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ในเรื่องค่าความถี่ฟอร์แมนท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม และเปรียบเทียบข้อค้นพบกับผลการศึกษาเสียงสระในเชิงสัทศาสตร์ทั่วไป ในภาษาธรรมชาติอื่นๆ ซึ่งได้มีการศึกษามาแล้ว ในงานวิจัยใช้ผู้บอกภาษาเพศชายจำนวน 10 คน เก็บข้อมูลด้วยการบันทึกเสียงคำตัวอย่างซึ่งปรากฏอยู่ในกรอบประโยค คำตัวอย่างจะครอบคลุมสระทั้งสองประเภท คือ สระเดี่ยวธรรมดา 8 หน่วยเสียง ได้แก่ /i/, /e/, /ɛ/, /o/, /a/, /u/, /ɔ/, /ɔ/ และสระเดี่ยวนาสิก 4 หน่วยเสียง ได้แก่ /ɛ̃/, /ã/, /ĩ/, /õ/ การวัดและวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์จะเลือกเฉพาะเสียงสระที่ปรากฏอยู่ในพยางค์ที่ลงเสียงหนักซึ่งมีโครงสร้างพยางค์เป็น 2 ประเภท คือ พยางค์เปิดและพยางค์ปิด โดยใช้โปรแกรมพราท (Praat) เวอร์ชัน 4.5.06

ผลการวิจัยพบว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 2 และ 3 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด โดยความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ต่ำกว่า แต่มีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 2 และ 3 สูงกว่าในพยางค์ปิด โดยความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดส่วนใหญ่มีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด ผลจากการเปรียบเทียบระหว่างเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกแสดงให้เห็นว่า ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่มีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ต่ำกว่า แต่มีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 2 และ 3 สูงกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมีค่าระยะเวลามากกว่า แต่มีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราส่วนของค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาต่อเสียงสระเดี่ยวนาสิก คือ 1 : 1.18 เมื่อปรากฏในพยางค์ปิด และ 1 : 1.19 เมื่อปรากฏในพยางค์เปิด

นอกจากนี้ ผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานียังมีลักษณะที่สอดคล้องกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ เพราะเป็นลักษณะทางสัทศาสตร์ที่เป็นสากล ในประเด็นต่อไปนี้ เสียงสระนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ต่ำกว่าและมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา แต่เสียงสระนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระธรรมดา เสียงสระในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ต่ำกว่าและมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด ยกเว้น กรณีของค่าความเข้มที่พบว่าเสียงสระในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด ซึ่งไม่เหมือนกับข้อค้นพบในภาษาอื่นๆ

ภาควิชา.....ภาษาศาสตร์.....ลายมือชื่อนิสิต..... กัญญารัตน์ เอี่ยมวันทอง  
สาขาวิชา.....ภาษาศาสตร์.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... ชีระพันธ์ เหลืองทองคำ  
ปีการศึกษา.....2551.....



## 4880104622 : MAJOR LINGUISTICS

KEYWORDS : ACOUSTIC CHARACTERISTICS / PATTANI MALAY / VOWELS

KANYARAT IEMWANTHONG : ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF PATTANI MALAY VOWELS. ADVISOR : PROF. THERAPHAN LUANGTHONGKUM, Ph.D., 192 pp.

The aim of this research is to analyze the acoustic characteristics of the oral and nasal vowels in open and closed syllables in Pattani Malay and to compare the results of this research with studies on vowels in other languages. The data was collected from ten native male speakers pronouncing the test words in sentence frames. The test words covered both types of vowel, i.e. eight oral vowels: /i/, /e/, /ɛ/, /ə/, /a/, /u/, /o/, /ɔ/ and four nasal vowels: /ẽ/, /ã/, /ũ/, /õ/. Only stressed syllables, open and closed, were analyzed using Praat version 4.5.06.

The research results indicate that all oral vowels in open syllables have lower F1, F2 and F3 values than those in closed syllables. Only the difference in F1 is statistically significant. All nasal vowels in open syllables have lower F1 value but higher F2 and F3 values than those in closed syllables; only the difference in F1 is statistically significant. All oral and nasal vowels in open syllables have longer duration than those in closed syllables; this duration difference is statistically significant. Furthermore, most oral and nasal vowels in open syllables have higher intensity value than those in closed syllables. When comparing the oral vowels with nasal vowels, it is noticeable that, both in open and closed syllables, most of the nasal vowels have lower F1 values but higher F2 and F3 values than the oral vowels. The difference between formant frequencies is statistically significant. Generally, the oral vowels have shorter duration but higher intensity than the nasal vowels. The ratio of duration for oral-to-nasal vowels is 1 : 1.8 in closed syllables and 1 : 1.9 in open syllables.

In addition, the findings stated above are similar to those found by previous researchers on vowels in other languages in relation to the following aspects. Nasal vowels have lower F1 and lower intensity but longer duration than the oral vowels. Vowels in open syllables have lower F1 and longer duration than in closed syllables. In relation to intensity, vowels in open syllables have higher intensity than those in closed syllables. This finding is opposite to what has been found in studies of oral and nasal vowels in other languages.

Department : .....Linguistics.....Student's Signature : *Kanyarat Iemwanthong*.....

Field of Study : .....Linguistics.....Advisor's Signature : *Theraphan Luangthongkum*.....

Academic Year : .....2008.....

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ชีระพันธ์ เหลืองทองคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่ดีในการทำงานวิจัยและตลอดเวลาอันมีค่าในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ลักขณียนาวิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ดิงศกัทธิ์ ที่กรุณาเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ลักขณียนาวิน เมื่อครั้งที่ท่านดำรงตำแหน่ง ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยประมวลผลภาษาและวิจนะ ที่ได้ให้โอกาสผู้วิจัยเข้าร่วมทำงานเป็นผู้ช่วยทำวิจัยให้กับโครงการต่างๆหลายโครงการในศูนย์วิจัยแห่งนี้ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้นำความรู้ทางด้านสัตศาสตร์และด้านอื่นๆมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน รวมทั้งได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำงานวิจัยในโครงการต่างๆเหล่านี้ด้วย และขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาภาษาศาสตร์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางภาษาศาสตร์อันเป็นพื้นฐานในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ระวีวรรณ ชุ่มพุกภัย คณบดีคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุสตัน อุทัย อาจารย์ประจำภาควิชาภาษาตะวันออก แผนกวิชาภาษามลายู ที่ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับภาษามลายูถิ่นปัตตานีซึ่งมีค่าและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์พัชรี จำปา อาจารย์ประจำภาควิชาภาษาไทย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน รวมทั้งบุคคลากรทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในระหว่างการเก็บข้อมูล

ขอขอบคุณ ผู้บอกภาษาทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทั้งในด้านการออกเสียงเพื่อนำมาวิเคราะห์ และได้ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับขนบธรรมเนียมประเพณีและศาสนาของคนไทยเชื้อสายมุสลิมที่อาศัยอยู่ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้

ขอขอบคุณ คุณตามใจ อวีรุทธิโยธิน ที่ช่วยให้การไปเก็บข้อมูลที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี มีความสะดวกสบายและปลอดภัย คุณปฐวี ชาญไวยวิทย์ ที่ช่วยเขียนโปรแกรมเสริม คุณสุภาพร ผลิพัฒน์ ที่ให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรมเสริมอื่นๆ ที่ๆ นื่องๆ ในกลุ่ม PPDC (Phonetics, Phonology, Dialectology, Comparative and Historical Linguistics) และในภาควิชาภาษาศาสตร์ ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและกำลังใจ และขอขอบคุณ เพื่อนๆทุกคนในรุ่นเดียวกันที่ช่วยเหลือเกื้อกูลกันตลอดระยะเวลาที่ศึกษาเล่าเรียนและทำวิทยานิพนธ์มาด้วยกัน

ขอขอบคุณ คุณศักดิ์ชัย โพธิ์ทอง สำหรับการสนับสนุนทางด้านกำลังใจ และความช่วยเหลือ นานาประการ รวมทั้งพร้อมรับฟังปัญหาด้วยความเต็มใจและเอาใจใส่ทุกข์สุขของผู้วิจัยเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสายัณฑ์ และคุณแม่ปราณี เอี่ยมวันทอง ที่ให้ความรัก อบรมสั่งสอนให้ผู้วิจัยเป็นคนดี มีความขยันหมั่นเพียรในการศึกษาเล่าเรียน ขอขอบคุณ จิระเดช น้องชายที่คอยช่วยเหลือในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณสำหรับความเข้าใจและความอดทนของทุกคนในครอบครัวที่มีให้ต่อผู้วิจัย และรอจนถึงวันที่ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาในระดับมหาบัณฑิต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐาน.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 คำจำกัดความ การใช้ศัพท์และสัญลักษณ์.....	4
1.5.1 คำจำกัดความ.....	4
1.5.2 การใช้ศัพท์และสัญลักษณ์.....	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาษามลายูถิ่นปัตตานี.....	8
2.1.1 ลักษณะทั่วไปของภาษามลายูถิ่นปัตตานี.....	9
2.1.2 ระบบพยัญชนะ.....	12
2.1.3 ระบบสระ.....	12
2.2 แนวคิดทฤษฎีทางด้านสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ของเสียงสระ.....	13
2.2.1 ด้านสรีรศาสตร์.....	13
2.2.2 ด้านกลศาสตร์.....	18
2.2.2.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์.....	19
2.2.2.2 ค่าระยะเวลา.....	25
2.2.2.3 ค่าความเข้ม.....	31
2.3 แนวคิดทฤษฎีทางด้านสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ของเสียงนาสิก.....	33
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสระนาสิก (nasal vowel) และสระเสียงขึ้นจมูก (nasalized vowel).....	39

	หน้า
2.4.1 งานวิจัยทางด้านกลศาสตร์.....	39
2.4.2 งานวิจัยทางด้านสรีรศาสตร์.....	42
2.5 งานวิจัยสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีและภาษาอื่นๆ ใน ภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีระบบสระคล้ายคลึงกัน.....	44
<b>บทที่ 3</b> วิธีดำเนินการวิจัย.....	<b>48</b>
3.1 การกำหนดจุดในการเก็บข้อมูล.....	48
3.2 การคัดเลือกผู้บอกภาษา.....	48
3.3 การสร้างคำตัวอย่างและจำนวนคำทดสอบ.....	49
3.3.1 การรวบรวมคำศัพท์.....	49
3.3.2 ลักษณะของคำตัวอย่างและรายการคำตัวอย่าง.....	49
3.3.3 จำนวนคำทดสอบ.....	52
3.4 การบันทึกเสียงและการเตรียมเสียงเพื่อวัดค่าทางกลศาสตร์.....	53
3.4.1 การบันทึกเสียง.....	53
3.4.2 การเตรียมเสียงเพื่อวัดค่าทางกลศาสตร์.....	55
3.5 การวัดค่าทางกลศาสตร์.....	56
3.6 การวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์.....	62
3.7 การนำเสนอผลการวิจัย.....	63
<b>บทที่ 4</b> ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา.....	<b>64</b>
4.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์.....	64
4.1.1 บริเวณเสียงสระของแต่ละสระ.....	66
4.1.2 บริเวณเสียงสระโดยรวม.....	69
4.2 ค่าระยะเวลา.....	69
4.3 ค่าความเข้ม.....	73
<b>บทที่ 5</b> ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก.....	<b>77</b>
5.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์.....	77
5.1.1 บริเวณเสียงสระของแต่ละสระ.....	78
5.1.2 บริเวณเสียงสระโดยรวม.....	80
5.2 ค่าระยะเวลา.....	80
5.3 ค่าความเข้ม.....	82



บทที่ 6	เปรียบเทียบลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับของเสียงสระเดี่ยว นาสิก.....	86
6.1	เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนต์.....	86
6.1.1	ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์ปิด.....	86
6.1.1.1	บริเวณเสียงสระของแต่ละสระของสระเดี่ยววรรณดา กับสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด.....	89
6.1.1.2	บริเวณเสียงสระโดยรวมของสระเดี่ยววรรณดา กับสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด.....	89
6.1.2	ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์เปิด.....	91
6.1.2.1	บริเวณเสียงสระของแต่ละสระของสระเดี่ยววรรณดา กับสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด.....	94
6.1.2.2	บริเวณเสียงสระโดยรวมของสระเดี่ยววรรณดา กับสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด.....	94
6.2	เปรียบเทียบค่าระยะเวลา.....	96
6.2.1	ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์ปิด.....	96
6.2.2	ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์เปิด.....	98
6.3	เปรียบเทียบค่าความเข้ม.....	101
6.3.1	ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์ปิด.....	101
6.3.2	ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์เปิด.....	104
6.4	อภิปรายผลการเปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนต์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม ของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก.....	107
บทที่ 7	เปรียบเทียบผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาเสียงสระ ในภาษาอื่นๆ.....	110
7.1	ค่าความถี่ฟอร์เมนต์.....	110
7.2	ค่าระยะเวลา.....	112

	หน้า
7.3 ค่าความเข้ม.....	114
7.4 สรุปผลการเปรียบเทียบ.....	115
บทที่ 8 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	117
8.1 สรุปผลการวิจัย.....	117
8.1.1 ค่าความถี่ฟอร์เมนต์.....	117
8.1.2 ค่าระยะเวลา.....	119
8.1.3 ค่าความเข้ม.....	119
8.1.4 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก.....	120
8.1.5 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก.....	121
8.1.6 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก.....	121
8.1.7 เปรียบเทียบผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี กับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ.....	122
8.1.7.1 ค่าความถี่ฟอร์เมนต์.....	122
8.1.7.2 ค่าระยะเวลา.....	122
8.1.7.3 ค่าความเข้ม.....	123
8.1.8 สรุปข้อค้นพบจากการวิจัยกับสมมติฐาน.....	124
8.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	124
8.3 ข้อเสนอแนะ.....	128
รายการอ้างอิง.....	129
ภาคผนวก.....	140
ภาคผนวก ก: รายการคำตัวอย่างสำรอง.....	141
ภาคผนวก ข: ค่าความถี่ฟอร์เมนต์.....	142
ภาคผนวก ค: ค่าระยะเวลา.....	172
ภาคผนวก ง: ค่าความเข้ม.....	182
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	192

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1	11
ตารางที่ 2.2	13
ตารางที่ 2.3	13
ตารางที่ 2.4	29
ตารางที่ 2.5	46
ตารางที่ 2.6	46
ตารางที่ 2.7	47
ตารางที่ 3.1	51
ตารางที่ 3.2	52
ตารางที่ 3.3	53
ตารางที่ 4.1	64
ตารางที่ 4.2	70
ตารางที่ 4.3	73
ตารางที่ 4.4	76
ตารางที่ 5.1	77
ตารางที่ 5.2	81
ตารางที่ 5.3	83
ตารางที่ 5.4	85
ตารางที่ 6.1	87

ตาราง	หน้า	
ตารางที่ 6.2	เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1-3 (เฮิร์ตซ์) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด.....	92
ตารางที่ 6.3	เปรียบเทียบค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด.....	96
ตารางที่ 6.4	เปรียบเทียบค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด.....	99
ตารางที่ 6.5	เปรียบเทียบค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด.....	101
ตารางที่ 6.6	เปรียบเทียบค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด.....	104
ตารางที่ 6.7	เปรียบเทียบข้อค้นพบกับสมมติฐาน.....	109
ตารางที่ 7.1	เปรียบเทียบผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ.....	115



## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพที่ 2.1 ช่องทางเดินเสียงซึ่งเริ่มต้นที่กระแสดมจากปอด ผ่านหลอดลม เส้นเสียง เข้าสู่ช่องคอ ช่องปาก หรือช่องปากและช่องจมูก (ปรับจาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 6).....	15
ภาพที่ 2.2 พื้นที่สระที่นำมากำหนดสระมาตรฐานหลัก (ปรับจาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 92).....	16
ภาพที่ 2.3 สระมาตรฐานหลัก (ภาพบน) และสระมาตรฐานรอง (ภาพล่าง) (ปรับจาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 95, 96).....	17
ภาพที่ 2.4 สระมาตรฐานโดยสมาคมสัตวศาสตร์สากล (IPA) (ปรับจาก IPA chart 2005).....	17
ภาพที่ 2.5 คลื่นเสียงแบบธรรมดา (ปรับจาก Pickett, 1998 หน้า 18).....	19
ภาพที่ 2.6 การเคลื่อนของลิ้นไปยังตำแหน่งต่างๆ ในขณะออกเสียงสระหน้าและสระหลัง (จาก Pickett, 1998 หน้า 41).....	22
ภาพที่ 2.7 ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ต้นแบบของเสียงสระหน้า กลาง และหลัง (จาก Pickett, 1998 หน้า 41).....	22
ภาพที่ 2.8 ช่องทางเดินเสียงที่ประกอบด้วย ช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูก (ปรับจาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 6).....	34
ภาพที่ 2.9 สภาพของเพดานอ่อนในขณะออกเสียงธรรมดา (ภาพซ้าย) เสียงนาสิก (ภาพกลาง) และเสียงขึ้นจมูก (ภาพขวา) (จาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 46).....	35
ภาพที่ 2.10 ลักษณะของเพดานอ่อนในขณะออกเสียงพยัญชนะ [d] (ภาพซ้าย) และ [ŋ] (ภาพขวา) (ปรับจาก Ashby and Maidment, 2005 หน้า 54).....	35
ภาพที่ 2.11 เปรียบเทียบแผ่นภาพคลื่นเสียงของวลี ‘a buyer’ [əbair] กับ ‘a mire’ [əmair] (จาก Pickett, 1998 หน้า 116).....	38
ภาพที่ 2.12 แผ่นภาพคลื่นเสียงของคำว่า ‘le’ และ ‘lɛ’ ในภาษาฝรั่งเศส (ปรับจาก Ladefoged, 2003 หน้า 136).....	38
ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างการบันทึกเสียงของผู้บอภาษาด้วยโปรแกรม Cool Edit Pro.....	54
ภาพที่ 3.2 การเลือกคำที่ต้องการพร้อมตั้งชื่อไฟล์และบันทึกด้วยโปรแกรม Cool Edit Pro.....	55

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพที่ 3.3 การเลือกพยางค์ที่ลงเสียงหนักพร้อมตั้งชื่อไฟล์และบันทึกด้วยโปรแกรม Cool Edit Pro.....	56
ภาพที่ 3.4 หน้าต่างโปรแกรมพราทซึ่งประกอบด้วย คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง (กลาง) และ tier ที่กำหนดไว้ 1 tier (ล่าง) (ขั้นตอนที่ 3).....	58
ภาพที่ 3.5 การระบุช่วงเสียงสระใน tier ที่ตำแหน่ง 25% (เส้นสีแดง) และ 75% (เส้นสีน้ำเงิน) (ขั้นตอนที่ 4).....	58
ภาพที่ 3.6 การกำหนดชื่อของเสียงสระในตำแหน่งที่ระบุช่วงของเสียงสระและบันทึกไฟล์ (ขั้นตอนที่ 5).....	59
ภาพที่ 3.7 หน้าต่างโปรแกรมพราทซึ่งประกอบด้วย คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง (กลาง) และ tier ที่กำหนดไว้ 3 tiers (ล่าง) (ขั้นตอนที่ 8).....	60
ภาพที่ 3.8 การระบุช่วงของเสียงสระ โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (เส้นสีแดง) และจุดสิ้นสุด (เส้นสีน้ำเงิน) ของเสียงสระ (ขั้นตอนที่ 9).....	61
ภาพที่ 3.9 การกำหนดชื่อของเสียงสระในตำแหน่งที่ระบุช่วงของเสียงสระ (ขั้นตอนที่ 10).....	61
ภาพที่ 4.1 บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด.....	67
ภาพที่ 4.2 บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v:] ในพยางค์เปิด.....	67
ภาพที่ 4.3 บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด.....	68
ภาพที่ 4.4 บริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด.....	68
ภาพที่ 4.5 ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด.....	71
ภาพที่ 4.6 ค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด.....	75
ภาพที่ 5.1 บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [ŋ] ในพยางค์ปิด และ [ŋ:] ในพยางค์เปิด.....	79
ภาพที่ 5.2 บริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [ŋ] ในพยางค์ปิด และ [ŋ:] ในพยางค์เปิด.....	79

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพที่ 5.3 ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [ง] ในพยางค์ปิด และ [ง:] ในพยางค์เปิด.....	82
ภาพที่ 5.4 ค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [ง] ในพยางค์ปิด และ [ง:] ในพยางค์เปิด.....	84
ภาพที่ 6.1 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์ปิด.....	88
ภาพที่ 6.2 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด.....	88
ภาพที่ 6.3 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์เปิด.....	93
ภาพที่ 6.4 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด.....	93
ภาพที่ 6.5 เปรียบเทียบค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด.....	97
ภาพที่ 6.6 เปรียบเทียบค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด.....	100
ภาพที่ 6.7 เปรียบเทียบค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด.....	103
ภาพที่ 6.8 เปรียบเทียบค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด.....	106

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาษามลายูถิ่นปัตตานีเป็นภาษาถิ่นย่อยของภาษามลายูซึ่งเป็นภาษาในตระกูลออสโตรนีเซียน (Austronesian) หรือ ตระกูลมลายู-โพลินีเซียน (Malayo-Polynesian) สาขาออสโตรนีเซียนตะวันตก (Western Austronesian) (นวนิธิ อยู่โพธิ์, 2532; กุสุมา เลาะเด, 2547) เป็นภาษาแม่หรือภาษาที่หนึ่งของชาวไทยมุสลิมที่อาศัยอยู่ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งได้แก่จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส และบางอำเภอในจังหวัดสงขลา คือ อำเภอจะนะ อำเภอเทพา และอำเภอสะบ้าย้อย (Paramal, 1991; วรวิทย์ บารู และคณะ, 2551)

ลักษณะทั่วไปของภาษามลายูถิ่นปัตตานี (รัตติยา สาและ, 2534; อัสตมิง กาแข็ง, 2544; วรวิทย์ บารู และคณะ, 2551; Paramal, 1991) มีดังต่อไปนี้ 1) เป็นเพียงภาษาพูดเท่านั้น ไม่มีภาษาเขียนและไม่มีตัวอักษร ซึ่งแตกต่างจากภาษามลายูมาตรฐาน (Standard Malay) ที่มีการเขียนโดยใช้อักษรโรมัน (Roman-based orthography) 2) มีหน่วยเสียง 2 ประเภท คือ หน่วยเสียงพยัญชนะและหน่วยเสียงสระ ไม่มีหน่วยเสียงวรรณยุกต์ 3) มีพยัญชนะต้นเสียงยาวซึ่งเกิดจากการลดรูปคำและวลี 4) มีหน่วยเสียงสระ 2 ประเภท คือ หน่วยเสียงสระธรรมดาและหน่วยเสียงสระนาสิก 5) ความสั้นยาวของเสียงสระไม่มีนัยสำคัญในทางภาษาศาสตร์ 6) คำพื้นฐาน (base word) ส่วนใหญ่เป็นคำสองพยางค์ 7) ลักษณะของพยางค์มี 2 ประเภท คือ พยางค์เปิดและพยางค์ปิด ซึ่งมีอิทธิพลทำให้เกิดความสั้นยาวของเสียงสระ 8) การลงเสียงหนักเบาไม่ใช่ลักษณะสำคัญในภาษานี้ (ดูรายละเอียดทั้งหมดในบทที่ 2)

จากลักษณะทั่วไปของภาษามลายูถิ่นปัตตานีดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะมีลักษณะที่เด่นอยู่ 2 ลักษณะ คือ 1) ภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีพยัญชนะต้นเสียงยาว ซึ่งเกิดจากการลดรูปคำและวลี ทำให้เป็นภาษาที่มีความแตกต่างระหว่างพยัญชนะต้นเสียงสั้นและเสียงยาวในระดับสัทวิทยา กล่าวคือความสั้นยาวของเสียงพยัญชนะต้นมีผลต่อความหมายของคำ (รัตติยา สาและ, 2534; Paramal, 1991) เช่น /buŋʊ/ แปลว่า ‘ดอกไม้’ แต่ /bbuŋʊ/ แปลว่า ‘ออกดอก’ และ /labʊ/ แปลว่า ‘ทำกำไร’ แต่ /llabʊ/ แปลว่า ‘แมงมุม’ และ 2) ภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีหน่วยเสียงสระนาสิกซึ่งเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเฉพาะในภาษามลายูถิ่นปัตตานีเท่านั้น ไม่ปรากฏว่ามีหน่วยเสียงสระนาสิกอยู่ในภาษามลายูดั้งเดิม (Proto-Malay) หรือภาษาในตระกูลออสโตรนีเซียนดั้งเดิม (Proto-Austronesian) รวมไปถึงภาษามลายูมาตรฐาน (Standard Malay) (อมร ทวีศักดิ์, 2530; รุสลิน อุทัย, 2548)



ในขณะที่ศึกษารายวิชาสัมมนาสาส์นศาสตร์และสัทวิทยา ผู้วิจัยมีความสนใจในภาษามลายูถิ่นปัตตานี โดยเฉพาะในเรื่องของสระ จึงได้ทำโครงการนำร่องเพื่อศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของสระเดี่ยววรรณดาและสระเดี่ยวนาสิก ทำให้ได้ข้อค้นพบ ดังนี้ 1) เสียงสระเดี่ยววรรณดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีลักษณะทางกลศาสตร์ที่แตกต่างกัน ในเรื่องของค่าความถี่ฟอร์เมนต์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม เช่น เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยววรรณดา และ 2) ทั้งเสียงสระเดี่ยววรรณดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิก เมื่อปรากฏในพยางค์ที่มีลักษณะต่างกัน จะมีลักษณะทางกลศาสตร์ที่แตกต่างกันด้วย เช่น เสียงสระเดี่ยววรรณดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด จะมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้มาจากการทำโครงการนำร่องเป็นผลการวิเคราะห์ที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องสระเดี่ยวนาสิกที่ยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ เพราะในการศึกษาครั้งนั้นใช้ผู้บอกภาษาเพียงคนเดียว

จากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีต ผู้วิจัยได้พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาษามลายูถิ่นปัตตานีในแง่มุมต่างๆหลายงานด้วยกัน ดังนี้ งานวิจัยที่ศึกษาเรื่องพยัญชนะต้นเสียงยาว เช่น Paramal (1991) งานวิจัยที่มุ่งศึกษาในระดับคำ เช่น การเปรียบเทียบการสร้างคำ (รูสลัน อุทัย, 2536) คำยืม (อัสสมิง กาเซ็ง, 2544) คำประสม (พนิดา บัวเลิศ, 2536) และคำเน้น (Expressives) (Prapai Ninlapan, 1993) งานวิจัยที่มุ่งศึกษาเรื่องการลงเสียงหนักเบา (stress) เช่น Nawanit Yupho (1989) และ Hajek and Goedemans (2003) และงานวิจัยทางด้านกลศาสตร์ เช่น การศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของพยัญชนะต้นเสียงยาว (Abramson, 1986; 1987; 1991; 1998; 1999; 2003; 2004) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลาของเสียงสระกับเสียงพยัญชนะท้าย (กุสุมา เลาะเด, 2547) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าความถี่มูลฐานของสระสูง-ต่ำกับพยัญชนะต้นก้อง-ไม่ก้อง (Phanintra Teeranon, 2007) นอกจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาษามลายูถิ่นปัตตานีแล้ว ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาภาษามลายูในถิ่นอื่นๆ เช่น ภาษามลายูถิ่นปทุมธานี (Thawika Raiwong, 1990) และ ภาษามลายูถิ่นท่าอิฐ (Phongthep Bunrueng, 1990) ส่วนงานวิจัยที่มุ่งศึกษาเสียงสระนาสิกในภาษาอื่นๆ แง่มุมต่างๆ เช่น ลักษณะทางกลศาสตร์ของสระนาสิกในภาษาฝรั่งเศส (Didier and Bernard, 1997-1998; Delvaux, Metens and Soquet, 2002) และการเคลื่อนที่ของเพดานอ่อนในการออกเสียงนาสิก (Amelot and Rossato, 2007) เป็นต้น

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นถึงงานวิจัยของกุสุมา เลาะเด และ Phanintra Teeranon เป็นเพียงการศึกษาในเรื่องค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลาของสระบางเสียงเท่านั้น มิได้เป็นงานที่มุ่งศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระในระบบสระของภาษามลายูถิ่นปัตตานีโดยตรง (ดูรายละเอียดในบทที่ 2 หัวข้อ 2.5)

จากการทำโครงการนำร่อง ซึ่งเป็นภาคินพนธ์ในรายวิชาสัมมนาสัตวศาสตร์และสัตววิทยารวมทั้งการได้พบทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยต่างๆ ซึ่งเสนอไว้ในบทที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยมีความตั้งใจอย่างมากที่จะศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี โดยมุ่งเน้นที่จะศึกษาเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิก (ภาษามลายูถิ่นปัตตานีไม่มีสระประสม) ในเรื่องค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 2 และ 3 ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ และความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นอย่างไร และจากการที่โครงสร้างพยางค์มีอิทธิพลต่อการออกเสียงสระ กล่าวคือ สระในพยางค์เปิดมักจะยาวกว่าสระในพยางค์ปิด ฯลฯ จึงน่าสนใจว่า ในทางกลศาสตร์ พยางค์ทั้ง 2 ลักษณะนี้จะส่งผลให้พฤติกรรมของค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกเป็นอย่างไร และจะส่งผลต่อพฤติกรรมของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 2 และ 3 และค่าความเข้มด้วยหรือไม่และอย่างไร

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. วิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ทั้งสระเดี่ยวธรรมดาและสระเดี่ยวนาสิก ในบริบทพยางค์เปิดและพยางค์ปิด ในเรื่องค่าความถี่ฟอร์แมนท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม

1.2.2. เปรียบเทียบข้อค้นพบกับผลการศึกษาเสียงสระในเชิงสัตวศาสตร์ทั่วไป ในภาษาธรรมชาติอื่นๆ ที่มีระบบสระคล้ายคลึงกันซึ่งได้มีการศึกษามาแล้ว

## 1.3 สมมติฐาน

1.3.1 เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 สูงกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด

1.3.2 เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด

1.3.3 เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด

1.3.4 เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด

1.3.5 เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด

1.3.6 เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด

1.3.7 ผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีตามสมมติฐานข้อ 1.3.1-1.3.6 มีลักษณะสอดคล้องกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ ที่ได้มีการศึกษามาแล้วเพราะเป็นลักษณะทางสัทศาสตร์ที่เป็นสากล

#### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา คือ จังหวัดปัตตานี

1.4.2 ศึกษาเฉพาะสระเดี่ยว ซึ่งได้แก่ สระเดี่ยวธรรมดา 8 หน่วยเสียง และสระเดี่ยวนาสิก 4 หน่วยเสียง เพราะในภาษามลายูถิ่นปัตตานีไม่มีสระประสม (ดูรายละเอียดในบทที่ 2)

1.4.3 ทำการวัดและแสดงค่าของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 2 และ 3 ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม

1.4.4 ในการเปรียบเทียบจะยึดสระเดี่ยวนาสิกเป็นหลัก ซึ่งสระนาสิกที่ปรากฏในพยางค์เปิดมี 3 สระ ได้แก่ [ɛ:], [ã:], และ [ɔ:] แต่สระนาสิกที่ปรากฏในพยางค์ปิดมี 4 สระ ได้แก่ [ɛ], [ã], [ũ] และ [ɔ] ดังนั้น การเปรียบเทียบเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์เปิดจะเปรียบเทียบได้ 3 คู่เสียงสระ คือ [ɛ:]-[ɛ:], [a:]-[ã:] และ [ɔ:]-[ɔ:] และในพยางค์ปิดเปรียบเทียบได้ 4 คู่เสียงสระ คือ [ɛ]-[ɛ], [a]-[ã], [u]-[ũ] และ [ɔ]-[ɔ]

1.4.5 ในการถอดถอดเสียง หน่วยเสียงพยัญชนะยาวจะใช้สัญลักษณ์แทนเครื่องหมาย [ː] เช่น ใช้ /bb/ แทน /bː/ ฯลฯ

1.4.6 ผู้วิจัยควบคุมตัวแปรทางสังคมของผู้บอกภาษา ในเรื่องภูมิภาค เพศ อายุ ระดับการศึกษา และอาชีพ

#### 1.5 คำจำกัดความ การใช้ศัพท์และสัญลักษณ์

1.5.1 คำจำกัดความ ผู้วิจัยประมวลมาจาก Ball and Rahilly, 1999; Ladefoged, 2000; ชมนาด อินทจามรรักษ์, 2545; กุสุมา เลาะเด, 2547 และ สุภาพร ผลิพัฒน์, 2550

1. สระ (vowel, vowel phoneme) หมายถึง หน่วยเสียงสระที่ได้มาจากการวิเคราะห์ระบบสระในภาษา เช่น ภาษาไทย มีหน่วยเสียงสระ 2 ชุด คือ สระสั้นและสระยาว แต่ในภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีหน่วยเสียงสระเพียงชุดเดียว

2. เสียงสระ หรือ เสียงสระธรรมดา (oral vowel) หมายถึง เสียงสระที่เกิดจากกระแสลมซึ่งเคลื่อนออกจากปอด ผ่านเส้นเสียงออกมาตามช่องทางเดินเสียง โดยไม่มีการกักกั้นกระแสลมที่

บริเวณใดๆในช่องปาก เสียงสระจะทำหน้าที่เป็นแก่นของพยางค์ โดยมีพยัญชนะอยู่ข้างหน้า หรือข้างหลัง หรือทั้งข้างหน้าและข้างหลัง

3. เสียงสระนาสิก (nasal vowel) หมายถึง เสียงสระตามนิยามในข้อ 2 ที่ในขณะที่ออกเสียง เพดานอ่อนจะลดต่ำลง ทำให้กระแสลมสามารถผ่านออกมาได้ทั้งทางช่องปากและช่องจมูก

4. สระเสียงขึ้นจมูก (nasalized vowel) หมายถึง เสียงสระที่เป็นเสียงสระธรรมดาซึ่งได้รับ อิทธิพลจากเสียงพยัญชนะนาสิกที่อยู่ข้างหน้าหรืออยู่ข้างหลัง หรือทั้งสองทาง ทำให้ในขณะที่ออก เสียงมีกระแสลมผ่านออกมาได้ทั้งทางช่องปากและช่องจมูก

5. คุณสมบัติของเสียงสระ (vowel quality) หมายถึง คุณสมบัติของเสียงสระที่ผู้ฟังสามารถ จำแนกได้ว่าเสียงสระที่ได้ยินนั้นเป็นเสียงสระใด คุณสมบัติของเสียงสระนี้จะแตกต่างกันไปในแต่ ละเสียงสระโดยขึ้นอยู่กับความสูงต่ำของลิ้น (tongue height) ตำแหน่งหน้าหลังของลิ้น (tongue advancement) และลักษณะของริมฝีปาก (lip posture)

6. ความสั้นยาวของเสียงสระ (vowel length) หมายถึง ความสั้นยาวของเสียงสระที่ได้จาก การได้ยินหรือการรับรู้ของผู้ฟัง (auditory length) อาจมีหรือไม่มีนัยสำคัญในทางภาษาศาสตร์ ความสั้นยาวของเสียงสระจะมีความสัมพันธ์กับค่าระยะเวลาทางกลศาสตร์ กล่าวคือ ถ้าค่า ระยะเวลาสั้นเสียงสระจะสั้น แต่ถ้าค่าระยะเวลามากเสียงสระจะยาว

7. ค่าระยะเวลา (duration) หมายถึง ค่าระยะเวลาที่วัดได้จากการเปล่งเสียงสระ มีหน่วยวัด เป็นมิลลิวินาที (millisecond, msec.) การวิเคราะห์ค่าระยะเวลาในทางกลศาสตร์สามารถวัดได้ จากแผนภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรอกกว้าง (wide-band spectrogram) และช่วงกรอกแคบ (narrow-band spectrogram) โดยเริ่มวัดจากจุดเริ่มต้นเสียงสระ (onset) จนถึงจุดสิ้นสุดเสียงสระ (offset) ซึ่ง ไม่รวมเสียงพยัญชนะต้นและเสียงพยัญชนะท้าย

8. ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ (formant frequency, F) หมายถึง ค่าความถี่ของคลื่นเสียงซึ่งมีค่า เท่ากับค่าความถี่กำทอนที่เกิดขึ้นในช่องทางเดินเสียง ในการเปล่งเสียงสระและเสียงที่มีช่องทางเดิน เสียงเปิด มีหน่วยวัดเป็นเฮิร์ตซ์ (hertz, Hz) การวิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ในทางกลศาสตร์ สามารถวัดได้จากแผนภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรอกกว้าง (wide-band spectrogram) ค่าความถี่ฟอร์แมนท์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของช่องทางเดินเสียง ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 จะสัมพันธ์กับ ความสูงต่ำของลิ้น (tongue height) และค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 2 จะสัมพันธ์กับตำแหน่งหน้าหลัง ของลิ้น (tongue advancement)



9. ค่าความเข้ม (intensity) หมายถึง พลังในการเปล่งเสียงสระหนึ่งเสียง ซึ่งวัดได้จากความสูงของคลื่นเสียง (amplitude of sound wave) มีหน่วยวัดเป็นเดซิเบล (decibel, dB) ความดังค่อยของเสียงสระที่เป็นลักษณะทางโสตศาสตร์ จะมีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มทางกลศาสตร์ กล่าวคือ ถ้าค่าความเข้มมากเสียงสระจะดัง แต่ถ้าค่าความเข้มน้อยเสียงสระจะค่อย

10. บริเวณเสียงสระโดยรวม (vowel space of the vowel system) หมายถึง บริเวณที่เสียงสระทุกเสียงสามารถเกิดขึ้นได้ในช่องทางเดินเสียงของผู้พูด

11. บริเวณเสียงสระแต่ละเสียง (vowel space of each vowel) หมายถึง บริเวณการแปรของเสียงสระแต่ละเสียงที่สามารถเกิดขึ้นได้ในบริเวณเสียงสระโดยรวม ในการออกเสียงสระแต่ละเสียง ตำแหน่งที่เกิดของเสียงสระจะไม่เกิดในตำแหน่งเดิมทุกครั้ง แต่จะมีการแปรเกิดขึ้นทำให้เกิดเป็นบริเวณเสียงสระ

12. คำตัวอย่าง (test words) หมายถึง คำที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ โดยมีเงื่อนไขในการสร้างคำให้เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระ นำมาจัดทำเป็นรายการคำเพื่อให้ผู้บอกภาษาได้ออกเสียงตามจำนวนคำและจำนวนครั้งที่กำหนด

13. คำทดสอบ (test tokens) หมายถึง คำที่ได้จากการออกเสียงคำตัวอย่างโดยผู้บอกภาษา ซึ่งได้บันทึกเสียงไว้ แล้วนำมาวัดค่าต่างๆ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ คำทดสอบอาจมีจำนวนเท่ากับคำตัวอย่างก็ได้ แต่ปกติแล้วจะมีจำนวนมากกว่าคำตัวอย่างเพื่อความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์และการคำนวณหาค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

### 1.5.2 การใช้ศัพท์และสัญลักษณ์

1. หน่วยเสียงสระ หรือ สระ จะปรากฏอยู่ในเครื่องหมาย / / ซึ่งเป็นเครื่องหมายที่ใช้เพื่อกำกับหน่วยเสียงในระดับสัทวิทยา เช่น ในภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีสระธรรมดา /v/ และสระนาสิก /จ/

2. เสียงสระที่ออกเสียงจริง จะปรากฏอยู่ในเครื่องหมาย [ ] ซึ่งเป็นเครื่องหมายที่ใช้เพื่อกำกับเสียงในระดับสัทศาสตร์ ในภาษามลายูถิ่นปัตตานีสระจะมีความสั้นยาวแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับโครงสร้างพยางค์ เช่น สระ /a/ ในพยางค์ปิดจะเป็นเสียงสระที่สั้น [a] และในพยางค์เปิดจะเป็นเสียงสระที่ยาว [a:]

3. เสียงสระที่ปรากฏในพยางค์ปิดเป็นสระเสียงสั้น ซึ่งอาจเป็นเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] หรือเสียงสระเดี่ยวนาสิก [จ]

4. เสียงสระที่ปรากฏในพยางค์เปิดเป็นสระเสียงยาว ซึ่งอาจเป็นเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [ว:] หรือเสียงสระเดี่ยวนาสิก [จ:]

#### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการศึกษาเสียงสระในเชิงกลศาสตร์ทั่วไป
- 1.6.2 เป็นแนวทางในการศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระ ในภาษาตระกูลออสโตรนีเซียน
- 1.6.3 เป็นประโยชน์ในการสอนภาษาไทยให้กับนักเรียนที่พูดภาษามลายูถิ่นปัตตานี เป็นภาษาแม่



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมและประมวลผลเป็นองค์ความรู้ที่จะนำมาใช้ในการประเมินค่าต่างๆในการศึกษาในงานวิจัยนี้ ดังนั้น ในบทนี้จะนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นหลัก 5 ประเด็น ได้แก่ *ประเด็นที่หนึ่ง* ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาษามลายูถิ่นปัตตานี ซึ่งช่วยให้เข้าใจลักษณะทั่วไปของภาษามลายูถิ่นปัตตานี *ประเด็นที่สอง* แนวคิดทฤษฎีทางด้านสัทศาสตร์ที่อธิบายถึงกระบวนการออกเสียงสระและการสร้างสระมาตรฐาน (cardinal vowels) รวมทั้งลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระ ได้แก่ ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม *ประเด็นที่สาม* แนวคิดทฤษฎีทางด้านสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ของเสียงนาสิกซึ่งจะอธิบายถึงสภาพของเพดานอ่อนที่มีผลต่อค่าทางกลศาสตร์ของเสียงนาสิก ทั้งที่เป็นพยัญชนะและสระ *ประเด็นที่สี่* งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเสียงสระนาสิกและสระเสียงขึ้นจมูกแ่งมุมต่างๆ และ *ประเด็นที่ห้า* งานวิจัยเกี่ยวกับสระในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งจะนำเสนอในรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาษามลายูถิ่นปัตตานี

สาเหตุที่เรียกว่า “ภาษามลายูถิ่นปัตตานี” หรือเรียกอย่างไม่เป็นทางการว่า “ภาษายาวี” “ภาษามลายู” หรือ “ภาษานายู” (อมร ทวีศักดิ์, 2530) มาจากการจำแนกกลุ่มของภาษามลายูถิ่นภาคใต้ในประเทศไทยซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ (อมร ทวีศักดิ์; รัตติยา สาและ, 2534 และ เปรมินทร์ คาระวี, 2544) คือ 1) ภาษามลายูถิ่นฝั่งตะวันตก และ 2) ภาษามลายูถิ่นฝั่งตะวันออก ทั้งสองภาษาดังกล่าวโดยชาวไทยมุสลิมที่อาศัยอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยที่ภาษามลายูถิ่นฝั่งตะวันตกมีภาษามลายูถิ่นสตูลเป็นต้นแบบ จึงเรียกว่า “ภาษามลายูถิ่นสตูล” พูดกันเพียงในบางตำบลของจังหวัดสตูลเท่านั้น ได้แก่ ตำบลเจ๊ะบีลัง ตำบลตำมะลัง ตำบลปยู ตำบลบ้านควน และตำบลลุง (บางหมู่บ้าน) ส่วนภาษามลายูถิ่นฝั่งตะวันออกมีภาษามลายูถิ่นปัตตานีเป็นต้นแบบ จึงเรียกว่า “ภาษามลายูถิ่นปัตตานี” เป็นภาษามลายูถิ่นที่ใช้พูดกันมากที่สุดที่สุดในบริเวณ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา จังหวัดนราธิวาส และบางอำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอจะนะ อำเภอเทพา และอำเภอสะบ้าย้อย (Paramal, 1991; วรวิทย์ บารู และคณะ, 2551) ภาษามลายูถิ่นทั้งสองนี้มีความแตกต่างกันในด้านสำเนียง กล่าวคือ ภาษามลายูถิ่นสตูลจะมีสำเนียงใกล้เคียงกับสำเนียงของภาษามลายูถิ่นปะลิส (Perlis dialect) ในขณะที่ภาษามลายูถิ่นปัตตานีจะมีสำเนียงใกล้เคียงกับสำเนียงของภาษามลายูถิ่นกัลตันตัน (Kelantan dialect) (รัตติยา สาและ; Paramal) เพราะ

มีลักษณะบางอย่างที่เหมือนกัน เช่น มีพยัญชนะท้าย 3 หน่วยเสียง คือ /ʔ/, /h/ และ /ŋ/ มีการเปลี่ยนแปลงทางเสียงเกิดขึ้นทำให้เกิดเป็นสระนาสิก กล่าวคือ สระที่ตามด้วยพยัญชนะนาสิกกลายเป็นสระนาสิก และคำศัพท์ที่ใช้ส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน (Daranee Krisnapan, 1985; Frasher, 1962 อ้างใน Paramal) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าภาษามลายูถิ่นสตูลกับภาษามลายูถิ่นปัตตานีจะมีสำเนียงที่แตกต่างกัน แต่กลุ่มคนที่พูดภาษาถิ่นทั้งสองนี้ก็สามารถติดต่อสื่อสารกันได้

**2.1.1 ลักษณะทั่วไปของภาษามลายูถิ่นปัตตานี** (พิศมัย อินทรจักร, 2527; นวนิธิ อยู่โพธิ์, 2532; รัตติยา สาและ, 2534; อัสสมิง กาแข็ง, 2544; วรวิทย์ บารู และคณะ, 2551; Nawanit Yupho, 1989; Thawika Raiwong, 1990; Phongthep Bunrueng, 1990 และ Paramal, 1991)

1. แม้ว่าภาษามลายูถิ่นปัตตานีจะเป็นภาษาถิ่นย่อยของภาษามาเลย์ แต่ก็ยังเป็นภาษาที่มีเพียงภาษาพูดเท่านั้น ไม่มีภาษาเขียนและไม่มีตัวอักษร ซึ่งแตกต่างจากภาษามาเลย์มาตรฐาน (Standard Malay) ที่มีการใช้ทั้งตัวอักษรโรมัน<sup>1</sup> (Roman-based orthography) และตัวอักษรยาวี (Huruf Jawi) ซึ่งเป็นตัวอักษรในภาษาอาหรับ ในปัจจุบัน ภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีระบบการเขียนที่ใช้ตัวอักษรไทย (Thai-based orthography) และมี “พจนานุกรมมลายูถิ่นปัตตานี-ไทย ไทย-มลายูถิ่นปัตตานี (2551)” ซึ่งจัดทำโดยคณะผู้จัดทำในโครงการจัดตั้งสถาบันสมุทรรัฐเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

2. ภาษามลายูถิ่นปัตตานีประกอบด้วยหน่วยเสียง 2 ประเภท คือ หน่วยเสียงพยัญชนะและหน่วยเสียงสระ แม้ว่าในภาษานี้จะไม่มีหน่วยเสียงวรรณยุกต์ แต่ก็มีเรื่องของระดับเสียง-การลงเสียงหนักเบา (pitch-accent) เกิดขึ้น กล่าวคือ ในการออกเสียงจะมีระดับเสียงและทิศทางการขึ้นตกของเสียงที่แตกต่างกัน แต่ความแตกต่างนี้ไม่ได้มีผลต่อความหมายของคำ เพราะเป็นเรื่องในระดับสัทศาสตร์เท่านั้น โดยทั่วไปแล้ว คำในภาษามลายูถิ่นปัตตานีจะเป็นเสียงระดับ แต่เมื่อคำถูกนำมาสร้างเป็นประโยคจะทำให้เกิดระดับเสียงสูงต่ำที่คำในประโยคนั้นๆ กลายเป็นทำนองเสียงในประโยค (intonation) และจะมีผลทำให้หน้าที่ของประโยคเปลี่ยนแปลง นั่นคือ ถ้าออกเสียงประโยคเดียวกันให้มีทำนองเสียงแตกต่างกัน ประโยคนั้นก็จะมีหน้าที่ต่างกัน เช่น

gi ttaniŋ \ ‘ไปปัตตานี’ (ประโยคบอกเล่า)  
gi ttaniŋ / ‘ไปปัตตานีกันเถอะ’ (ประโยคชักชวน)

<sup>1</sup> ในภาษามาเลย์มาตรฐานจะเรียกตัวอักษรโรมันว่า ตัวอักษรรูมี (Huruf Rumi) (นวนิธิ อยู่โพธิ์, 2532)

ทำนองเสียงในประโยคของภาษามลายูถิ่นปัตตานีมี 2 ประเภท คือ 1) *ทำนองเสียงขึ้น* ใช้ในกรณีที่ เป็นประโยคชักชวน และ 2) *ทำนองเสียงลง* ใช้ในกรณีที่ เป็นประโยคบอกเล่า ประโยคปฏิเสธ ประโยคขอร้อง ประโยคคำสั่ง และประโยคคำถามแบบมีหน่วยคำคำถาม

3. ในภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีพยัญชนะเสียงยาวซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของภาษานี้ พยัญชนะ เสียงยาวเกิดจากการลดรูปของคำและวลี จะปรากฏเฉพาะในตำแหน่งต้นของคำและวลีเท่านั้น กล่าวคือ พยัญชนะเสียงยาวจะนำมาใช้แทนที่พยางค์ต้นของคำเต็มรูปซึ่งอาจเป็นคำหลายพยางค์ คำ ที่มีหน่วยเติมหน้าศัพท์ (prefix) คำประสม และในบางวลี เพื่อให้มีจำนวนพยางค์น้อยลง โดยส่วน ใหญ่แล้ว จะใช้พยัญชนะเสียงยาวแทนที่พยางค์ต้นของคำที่มีหน่วยเติมหน้าศัพท์มากที่สุด ลักษณะ เช่นนี้ทำให้ในภาษามลายูถิ่นปัตตานี มีความแตกต่างในเรื่องความสั้นยาวของเสียงพยัญชนะต้นซึ่ง ส่งผลต่อความหมายของคำ เช่น /katoʔ/ แปลว่า ‘ปะทะ’ แต่ /kkatoʔ/ แปลว่า ‘กบ’ และ /bule/ แปลว่า ‘พระจันทร์’ แต่ /bbule/ แปลว่า ‘หลายเดือน’

4. หน่วยเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีเฉพาะหน่วยเสียงสระเดี่ยว ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ สระเดี่ยวธรรมดา 8 หน่วยเสียง และสระเดี่ยวนาสิก 4 หน่วยเสียง ในภาษามลายูถิ่น ปัตตานีจะไม่มีสระประสม จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่ามีการกล่าวถึงสระประสม ดังนี้

ในภาษามลายูถิ่นปัตตานีไม่มีสระประสมอย่างชัดเจน มีเพียงสระ 2 หน่วยเสียงที่อยู่ประชิด กัน และแต่ละสระจะเป็นแก่นของพยางค์ เมื่อปรากฏในคำจะอ่านออกเสียงเป็นคำสองพยางค์ เช่น [ma-ʔiŋ] แปลว่า ‘เล่น’ และ [ka-ʔeŋ] แปลว่า ‘ฟ้า’ แต่เมื่อออกเสียงเร็ว จะทำให้ได้ยินเหมือนว่า เป็นสระประสม เช่น [main] และ [kaeŋ] (พิศมัย อินทรฉัตร, 2527; รัตติยา สาและ, 2534; Nawanit Yupho, 1989; Paramal, 1991) กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ หากมีสระ 2 สระเกิดร่วมกัน คือ สระ เดี่ยว 2 สระที่เรียงต่อกัน จะเรียกว่า สระเรียง และในการออกเสียงก็จะออกเสียงต่อเนื่องกันไปซึ่ง อาจทำให้ได้ยินเสียงสระคล้ายกับเป็นสระประสม (วรวิทย์ บารู และคณะ, 2551)

สำหรับผู้วิจัยมีความคิดเห็นเช่นเดียวกับงานที่กล่าวถึงสระประสมดังกล่าวข้างต้น และเมื่อ ได้ทบทวนวรรณกรรม พบว่ามีงานวิจัยหลายชิ้นที่วิเคราะห์ให้ไม่มีสระประสม แต่การวิเคราะห์ของ แต่ละงานนั้น วิเคราะห์ห่อออกมาไม่ตรงกันในเรื่องของจำนวนหน่วยเสียง (ดูตารางที่ 2.1) และแม้ว่า ในบางงานจะมีจำนวนหน่วยเสียงที่เท่ากันแต่ก็มีสระประสมที่ต่างกัน เช่น ในงานของ รุสตัน อุทัย (2536) ที่มีสระ /ae/ แต่งานของ Phongthep Bunrueng (1990) เป็นสระ /aɛ/ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมี ความเห็นเพิ่มเติมว่าควรวิเคราะห์ให้ภาษามลายูถิ่นปัตตานีไม่มีสระประสม เพราะหากมีสระ ประสม การวิเคราะห์ก็น่าจะเป็นระบบและมีความชัดเจนมากกว่านี้ นอกจากนี้ การวิเคราะห์ให้มี หน่วยเสียงสระประสมยังเป็นการไม่เข้าเกณฑ์การประหยัด (economy) อีกด้วย



ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบจำนวนสระประสมในภาษามลายูถิ่นปัตตานี

งานวิจัย	จำนวนสระ	สระประสม
รุสลัน อุทัย (2536) และ Prapai Ninlapan (1993)	5	/ai/, /ae/, /æ/, /au/ และ /ao/
อัสสมิง กาเซ็ง (2544)	6	/ai/, /ae/, /æ/, /au/, /ao/ และ /aw/
Pongthep Bunrueng (1990)	5	/ai/, /ae/, /aẽ/, /au/ และ /ao/
Thawika Raiwong (1990)	3	/ai/, /au/ และ /ua/

5) ความสั้นยาวของเสียงสระไม่มีนัยสำคัญในทางภาษาศาสตร์ เพราะเป็นความสั้นยาวที่เกิดจากลักษณะของพยางค์ ซึ่งมี 2 ประเภท คือ พยางค์เปิดและพยางค์ปิด ดังนั้น จึงสามารถคาดเดาการเกิดของสระเสียงสั้นและสระเสียงยาวได้ คือ สระในพยางค์เปิดจะเป็นสระเสียงยาว ในขณะที่สระในพยางค์ปิดจะเป็นสระเสียงสั้น

6) คำพื้นฐาน<sup>2</sup> (base word) ในภาษามลายูถิ่นปัตตานีส่วนใหญ่เป็นคำสองพยางค์ (disyllabic base word) ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมือนกับคำพื้นฐานของภาษาอื่นๆ ในตระกูลออสโตรนีเซียน เช่น /mato/ แปลว่า ‘ดวงตา’ คำพื้นฐานที่เป็นคำพยางค์เดียวมีเป็นส่วนน้อย เช่น /yo/ แปลว่า ‘ใจ’ ส่วนคำที่มีมากกว่าสองพยางค์ส่วนใหญ่เป็นคำที่มาจากคำพื้นฐานร่วมกับหน่วยคำเติมศัพท์ (affix) เช่น /makene/ แปลว่า ‘อาหาร’ มาจากคำพื้นฐาน /make/ แปลว่า ‘กิน’ และหน่วยคำเติมหลังศัพท์ (suffix) /ne/ นอกจากนี้ ยังมีคำยืม เช่น คำยืมจากภาษาสันสกฤต /sapəŋə/ แปลว่า ‘สมบุรณ์แบบ’ และคำประสม เช่น /matchayi/ แปลว่า ‘ดวงอาทิตย์’ มาจากคำพื้นฐาน /mato/ แปลว่า ‘ดวงตา’ และ /hayi/ แปลว่า ‘วัน’

7) ลักษณะของพยางค์มี 2 ประเภท คือ พยางค์เปิดและพยางค์ปิด ซึ่งมีอิทธิพลทำให้เกิดความสั้นยาวของเสียงสระ พยางค์เปิดเป็นพยางค์ที่ไม่มีเสียงพยัญชนะท้าย จะลงท้ายด้วยเสียงสระ เช่น /tido/ แปลว่า ‘นอน’ และพยางค์ปิดเป็นพยางค์ที่มีเสียงพยัญชนะท้าย จะลงท้ายด้วยเสียงพยัญชนะ เช่น /nasiʔ/ แปลว่า ‘ข้าว’ พยางค์แต่ละประเภทมีลักษณะโครงสร้าง ดังนี้

<sup>2</sup> หมายถึง คำที่เป็นฐานให้กับหน่วยคำเติมศัพท์ (affix) อาจเป็นคำหนึ่งคำหรือมากกว่า เมื่อต้องการสร้างคำใหม่ จะนำคำพื้นฐานนี้มาเติมด้วยหน่วยคำเติมหน้าศัพท์ (prefix) หรือหน่วยคำเติมหลังศัพท์ (suffix) แต่ในทางวิทยาหน่วยคำ (morphology) จะไม่ใช่คำว่า ‘คำ’ (word) เพราะมีปัญหาในการหาคำจำกัดความ แต่จะใช้คำว่า ‘ต้นเค้าศัพท์’ (stem หรือ base) ซึ่งหมายถึง หน่วยคำอิสระ (free morpheme) 1 หน่วยคำขึ้นไปที่เป็นฐานให้กับหน่วยคำเติมศัพท์ (affix) (ดูรายละเอียดใน Haspelmath, 2002 และ Aronoff and Fudeman, 2005)

<u>พยางค์เปิด</u>		<u>พยางค์ปิด</u>	
CV	เช่น wi แปลว่า ‘ให้’	CVC	เช่น do? แปลว่า ‘นั่ง’
CCV/C:V	เช่น cca แปลว่า ‘น้ำคร่ำ’	CCVC/C:VC	เช่น tto? แปลว่า ‘ขาย’

8) การลงเสียงหนักไม่ใช่ลักษณะสำคัญในภาษานี้ กล่าวคือ ไม่ว่าจะลงเสียงหนักที่พยางค์ใดของคำก็จะไม่ทำให้ความหมายของคำเปลี่ยนแปลง เช่น คำว่า /dale/ จะออกเสียงว่า /dále/ หรือ /dalé/ ก็ยังคงมีความหมายว่า ‘ใน หรือ ลึก’ แต่โดยปกติแล้ว การลงเสียงหนักจะอยู่ที่พยางค์สุดท้ายของคำ ไม่ว่าจะเป็นคำสองพยางค์หรือมากกว่า ยกเว้นในกรณีของคำที่มีพยัญชนะต้นเป็นพยัญชนะเสียงยาวซึ่งมักเป็นพยางค์แรก การลงเสียงหนักก็จะอยู่ที่พยางค์แรกของคำ

### 2.1.2 ระบบพยัญชนะ

ระบบพยัญชนะในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ประกอบด้วยพยัญชนะ 24 หน่วยเสียง (อัสสมิง กาเซ็ง, 2544) (ดูตารางที่ 2.2) พยัญชนะทั้ง 24 หน่วยเสียงนี้ สามารถปรากฏในตำแหน่งพยัญชนะต้นได้ทุกหน่วยเสียง แต่หน่วยเสียงที่ปรากฏในตำแหน่งพยัญชนะท้ายได้นั้น มีเพียง 3 หน่วยเสียง ได้แก่ /ʔ/, /h/ และ /ŋ/ (รัตติยา สาและ, 2534; กุสุมา เลาะเด, 2547; Daranee Krisnapan, 1985 อ้างใน Paramal, 1991)

### 2.1.3 ระบบสระ

ระบบสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ประกอบด้วย สระเดี่ยว 12 หน่วยเสียง (ดูตารางที่ 2.3) โดยแบ่งออกเป็น สระเดี่ยวธรรมดา 8 หน่วยเสียง และสระเดี่ยวนาสิก 4 หน่วยเสียง (อัสสมิง กาเซ็ง, 2544) เมื่อปรากฏในพยางค์ที่ลงเสียงหนัก หากเป็นพยางค์เปิดทุกหน่วยเสียงสระจะเป็นสระเสียงยาว แต่ถ้าเป็นพยางค์ปิดทุกหน่วยเสียงสระจะเป็นสระเสียงสั้น ยกเว้น สระ /ə/ ที่จะปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก ดังนั้น สระ /ə/ จึงเป็นสระเสียงสั้นเสมอ ไม่ว่าจะปรากฏในพยางค์เปิดหรือพยางค์ปิด (Phongthep Bunrueng, 1990; Thawika Raiwong, 1990; Paramal, 1991)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 ระบบพยัญชนะภาษามลาญถิ่นปัตตานี

ลักษณะของเสียง		ตำแหน่งที่เกิดเสียง				
		ริมฝีปาก	ปุ่มเหงือก	เพดานแข็ง	เพดานอ่อน	เส้นเสียง
กัก	ไม่ก้อง	p	t	c	k	ʔ
	ไม่ก้อง-พ่นลม	ph	th	ch	kh	
	ก้อง	b	d	ʃ	g	
เสียดแทรก	ไม่ก้อง		s			h
	ก้อง				ʝ	
นาสิก		m	n	ɲ	ŋ	
ร้ว				r		
ข้างลิ้น				l		
เปิด		w		j		

(ปรับจาก อัสสมิง กาเซ็ง, 2544)

ตารางที่ 2.3 ระบบสระภาษามลาญถิ่นปัตตานี

	ตำแหน่งของลิ้น					
	หน้า		กลาง		หลัง	
	สระธรรมดา	สระนาสิก	สระธรรมดา	สระนาสิก	สระธรรมดา	สระนาสิก
สูง	i	-	-	-	u	ũ
กลาง	e	-	ə	-	o	-
ต่ำ	ɛ	ẽ	a	ã	ɔ	õ

(ปรับจาก อัสสมิง กาเซ็ง, 2544)

## 2.2 แนวคิดทฤษฎีทางด้านสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ของเสียงสระ

### 2.2.1 ด้านสรีรศาสตร์

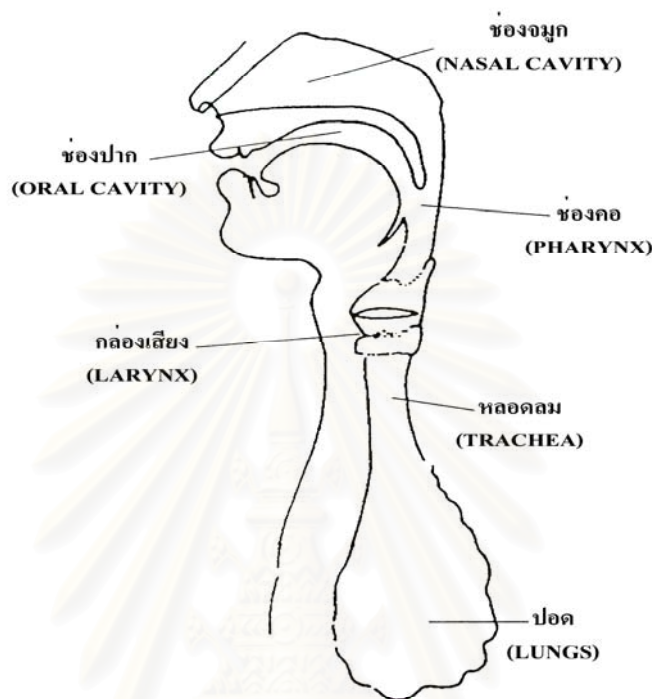
สรีรศาสตร์เป็นการศึกษากระบวนการออกเสียงของมนุษย์ โดยศึกษาว่ากลไกการออกเสียงเป็นอย่างไร อวัยวะใดที่ใช้ในการออกเสียง และอวัยวะเหล่านี้มีหน้าที่อย่างไร (นันทนา วรรณเกียรติ, 2548) เมื่อกล่าวถึงกระบวนการการออกเสียงของมนุษย์ (ดูภาพที่ 2.1 ประกอบ) จะเริ่มต้นจากกระแสลมที่ออกจากปอด เดินทางขึ้นมาตามหลอดลม ผ่านกล่องเสียงซึ่งภายในมีเส้นเสียง 2 เส้นที่ทำหน้าที่ปรับกระแสลมให้เป็นเสียงประเภทต่างๆ เช่น ถ้าเส้นเสียงอยู่ใกล้กันและมีความตึง

พอเหมาะ เมื่อกระแสลมดันผ่านเส้นเสียงขึ้นมา ทำให้เส้นเสียงเปิดออกและความตึงเส้นเสียงดึงให้เส้นเสียงเข้ามาประชิดกันอีก เกิดการปิดเปิดที่เป็นจังหวะ เรียกว่า เส้นเสียงสั่น เสียงที่ได้จะมีลักษณะเป็นเสียงโหมะหรือเสียงก้อง (voiced) แต่ถ้าเส้นเสียงอยู่ห่างจากกัน กระแสลมเดินทางผ่านออกมาได้สะดวก เส้นเสียงจะไม่สั่น เสียงที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็นเสียงอโหมะหรือเสียงไม่ก้อง (voiceless) เหนือกล่องเสียงขึ้นมาจะเป็นส่วนที่เรียกว่าช่องทางเดินเสียง (vocal tract) ซึ่งประกอบด้วย ช่องคอ (pharyngeal cavity) ช่องปาก (oral cavity) และช่องจมูก (nasal cavity) เมื่อกระแสลมผ่านออกมาถึงช่องปาก ในบริเวณช่องปากนี้จะมีการเคลื่อนที่ของอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียง เกิดเป็นความสัมพันธ์ลักษณะต่างๆระหว่างฐาน (passive articulators) กับกัณฑ์ (active articulators) ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นเสียงต่างๆ (Ball and Rahilly, 1999)

เสียงที่ผ่านกระบวนการในการออกเสียงแบ่งออกเป็นเสียงพยัญชนะและเสียงสระ ในการออกเสียงพยัญชนะ จะมีการกักกั้นกระแสลมภายในบริเวณช่องปาก ตัวอย่างเช่น เมื่อออกเสียงอโหมะริมฝีปากกัก [p] ริมฝีปากบนและริมฝีปากล่างจะเคลื่อนที่มาชิดกัน จึงมีการกักกั้นกระแสลมที่ริมฝีปาก ก่อนที่ริมฝีปากบนและริมฝีปากล่างจะแยกจากกันเพื่อให้ลมระเบิดออกมา แต่สำหรับการออกเสียงสระ กระแสลมที่ออกมาจากปอดจะผ่านเส้นเสียงและผ่านช่องปากออกไปโดยที่ไม่มีการกักกั้นกระแสลมที่บริเวณใดๆเลย การเคลื่อนที่ของลิ้น ทั้งแนวตั้งและแนวนอน รวมทั้งรูปลักษณะของริมฝีปาก ทำให้เกิดเป็นเสียงสระที่มีคุณสมบัติต่างๆ

การอธิบายถึงเสียงพยัญชนะในทางสรีรศาสตร์สามารถทำได้โดยอธิบายถึงฐานที่เกิดของเสียง (place of articulation) เช่น [t] เรียกว่า เสียงปุ่มเหงือกอโหมะ เพราะใช้ปลายลิ้นยกขึ้นไปแตะที่ปุ่มเหงือก เพื่อให้เกิดการกักกั้นกระแสลมที่บริเวณนี้ ไม่มีการสั่นของเส้นเสียง หรือ [g] เรียกว่า เสียงเพดานอ่อนโหมะ เพราะใช้ลิ้นส่วนหลังยกขึ้นไปแตะที่เพดานอ่อน เพื่อกักกั้นกระแสลมจากปอด มีการสั่นของเส้นเสียง แต่การอธิบายเสียงสระในทางสรีรศาสตร์นั้น ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยเรื่องการวางตัวและความสัมพันธ์ของฐานกรณ์ Ball and Rahilly (1999) อธิบายว่าในการออกเสียงสระ อวัยวะที่ใช้มีเพียงลิ้นและเพดานปาก และอวัยวะทั้งสองนี้จะไม่สัมผัสกันหรือใกล้กันมากนัก เพราะจะต้องมีพื้นที่ในช่องปากที่กว้างมากพอที่ลิ้นจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆของเพดานปากได้ ซึ่งเรียกว่า พื้นที่สระ (vowel area) (ดูภาพที่ 2.2) ภายในพื้นที่สระนี้ ลิ้นสามารถเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่สูงที่สุดสู่ตำแหน่งที่ต่ำสุด และจากตำแหน่งหน้าสุดสู่ตำแหน่งหลังสุด อย่างไรก็ตาม หากมีการเคลื่อนที่ของลิ้นไปยังขอบของพื้นที่สระ จะทำให้เสียงที่ได้เป็นเสียงเปิด (approximant) โดยปกติแล้ว สระจะเป็นเสียงประเภทเสียงเปิด นั่นคือ ความสัมพันธ์ของฐานกรณ์เป็นแบบเปิด หรือ แบบกว้าง (open approximation) ทำให้กระแสลมผ่านได้สะดวก แต่ถ้าลิ้นยกขึ้นไปใกล้เพดานปากมาก ทำให้เกิดความสัมพันธ์ของฐานกรณ์แบบแคบ (narrow approximation) ทำ

ให้กระแสลมผ่านออกไปไม่สะดวก ก็จะเกิดเป็นเสียงเสียดแทรก เช่น เสียงสระหน้าสูง [i] > เสียงเพดานแข็งเสียดแทรก [j] (IPA, 1982 และ 1999)



ภาพที่ 2.1 ช่องทางเดินเสียงซึ่งเริ่มต้นที่กระแสลมจากปอด ผ่านหลอดลม เส้นเสียง เข้าสู่ช่องคอ ช่องปาก หรือช่องจมูกและช่องจมูก (ปรับจาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 6)

Daniel Jones ได้สร้างระบบสระมาตรฐาน (cardinal vowels หรือ CV) ขึ้นมาเพื่อเป็นมาตรฐานในการระบุสระและใช้เป็นสระอ้างอิงในการอธิบายถึงสระอื่นๆ สระมาตรฐานแบ่งออกเป็น สระมาตรฐานหลัก (primary cardinal vowels) และสระมาตรฐานรอง (secondary cardinal vowels)

สระมาตรฐานหลักประกอบด้วยสระ 8 เสียง คือ [i e ε a ɔ o u] ซึ่งมีรายละเอียดในการกำหนดสระมาตรฐานแต่ละเสียง ดังนี้ (IPA, 1982, 1995 และ Ball and Rahilly, 1999) (ดูภาพที่ 2.3 (บน) ประกอบ)

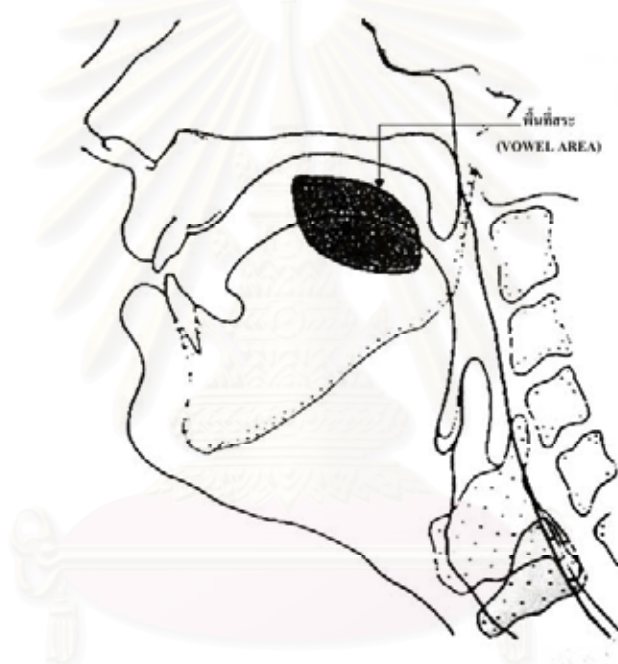
1. กำหนดสระมาตรฐาน 2 เสียงที่อยู่ตรงข้ามกันมากที่สุด คือ CV1 [i] และ CV5 [ɔ] โดยที่ CV1 เป็นสระที่ลิ้นอยู่ในตำแหน่งสูงที่สุดและไปข้างหน้ามากที่สุด และ CV5 เป็นสระที่ลิ้นอยู่ในตำแหน่งต่ำที่สุดและไปข้างหลังมากที่สุด



2. กำหนดสระมาตรฐานเพิ่มอีก 3 เสียง โดยให้มีตำแหน่งอยู่ระหว่าง CV1 และ CV5 คือ CV2 3 4 [e e a] สระมาตรฐาน CV1-4 นี้ เป็นสระหน้าเพราะใช้ลิ้นส่วนหน้าในการออกเสียง

3. กำหนดสระมาตรฐานอีก 3 เสียง โดยให้มีตำแหน่งอยู่ระหว่าง CV5 และ CV1 คือ CV6 7 8 [o o u] สระมาตรฐาน CV5-8 นี้ เป็นสระหลังเพราะใช้ลิ้นส่วนหลังในการออกเสียง

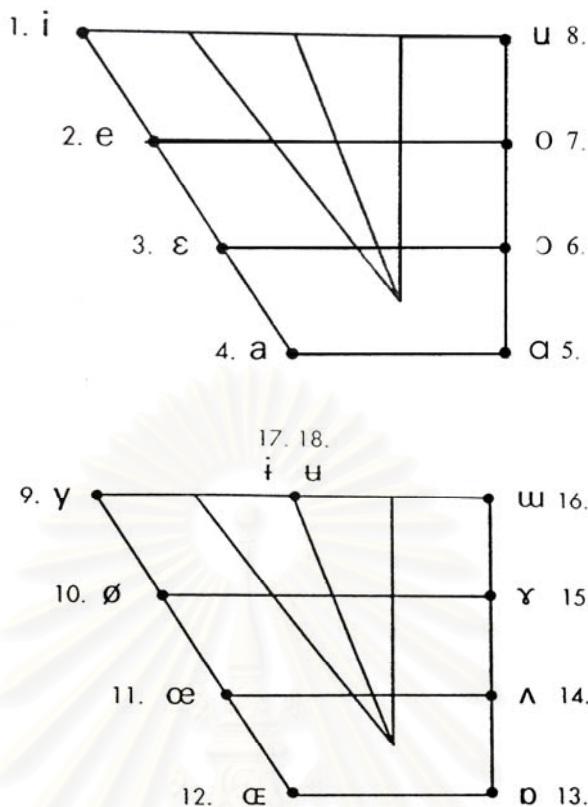
สระมาตรฐาน CV1-5 เป็นสระริมฝีปากเหยียด แต่สระมาตรฐาน CV6-8 เป็นสระริมฝีปากห่อ และสระมาตรฐานทั้ง 8 เสียงนี้ (CV 1-8) จะมีระยะห่างของแต่ละสระที่เท่าๆกัน ซึ่งเป็นระยะห่างที่เท่ากันของการได้ยิน (auditory equidistance) มิได้เป็นระยะห่างในการเคลื่อนของลิ้นเมื่อออกเสียง



ภาพที่ 2.2 พื้นที่สระที่นำมากำหนดสระมาตรฐานหลัก (ปรับจาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 92)

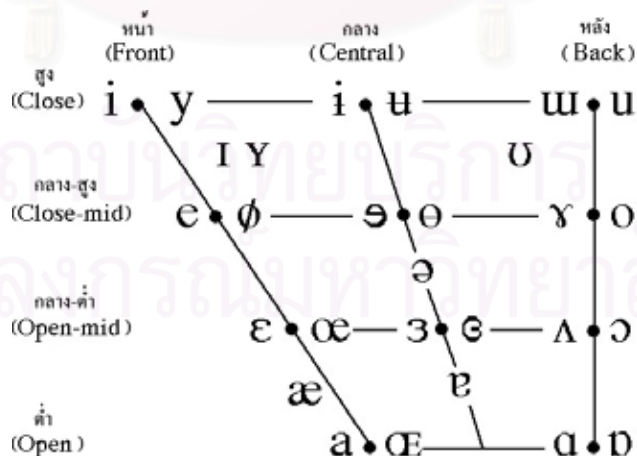
ต่อมา Jones ได้เพิ่มสระมาตรฐานรอง (secondary cardinal vowels) อีก 10 เสียง คือ [y ø œ œ ɒ ʌ ɤ ʊ i ɛ] โดยที่สระ [y ø œ œ ɒ ʌ ɤ ʊ] เป็นสระที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกับ CV1-8 แต่ริมฝีปากแตกต่างกันแบบตรงกันข้าม เช่น [i] แทนเสียงสระหน้าสูงริมฝีปากเหยียด แต่ [y] แทนเสียงสระหน้าสูงริมฝีปากห่อ ฯลฯ (ดูภาพที่ 2.3 (ล่าง) ประกอบ)

สระมาตรฐาน CV9-13 [y ø œ œ ɒ] จะอยู่ในตำแหน่งเดียวกับ CV1-5 และเป็นสระริมฝีปากห่อ สระมาตรฐาน CV14-16 [ʌ ɤ ʊ] จะอยู่ในตำแหน่งเดียวกับ CV6-8 และเป็นสระริมฝีปากเหยียด สุดท้ายคือสระมาตรฐาน CV17 18 [i ɛ] เป็นสระกลาง ริมฝีปากเหยียดและริมฝีปากห่อ ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีสระกลางอีก 4 เสียง คือ [ə ɔ ɜ ɚ]



ภาพที่ 2.3 สระมาตรฐานหลัก (ภาพบน) และสระมาตรฐานรอง (ภาพล่าง) (ปรับจาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 95, 96)

ปัจจุบัน แผนภูมิแสดงสัญลักษณ์ของสมาคมสัทศาสตร์สากล (International Phonetic Association, IPA) ได้แสดงพื้นที่สระและสัทอักษรแทนเสียงสระไว้ ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 สระมาตรฐานโดยสมาคมสัทศาสตร์สากล (IPA) (ปรับจาก IPA chart 2005)

ในการอธิบายถึงสระแต่ละเสียง สามารถอธิบายได้ด้วยปัจจัย 3 ปัจจัยซึ่งมาจากแนวความคิดเรื่องสระมาตรฐานของ Jones คือ ความสูงต่ำของลิ้น (tongue height) ตำแหน่งหน้าหลังของลิ้น (tongue advancement) และลักษณะของริมฝีปาก (lip posture) ตัวอย่างเช่น สระ /i/ ในภาษาไทย เป็น สระสูง หน้า ริมฝีปากเหี่ยยด (close front unrounded vowel) ฯลฯ ปัจจัยทั้ง 3 ดังที่กล่าวมามีรายละเอียดดังนี้ (Ball and Rahilly, 1999 และ Ladefoged, 2000)

1. ความสูงต่ำของลิ้น (tongue height) คือ ความสูงของลิ้นที่ยกขึ้นไปสู่เพดานปาก แบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง (close) ระดับกลาง-สูง (close-mid) ระดับกลาง-ต่ำ (open-mid) และระดับต่ำ (open)

2. ตำแหน่งหน้าหลังของลิ้น (tongue advancement) คือ ตำแหน่งของลิ้นที่ใช้ในการออกเสียง แบ่งได้เป็น 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งหน้า (front) คือ ลิ้นส่วนหน้าจะอยู่ตรงข้ามกับเพดานแข็ง ตำแหน่งกลาง (central) คือ ลิ้นส่วนกลางจะอยู่ตรงข้ามกับส่วนต่อของเพดานแข็งกับเพดานอ่อน และตำแหน่งหลัง (back) คือ ลิ้นส่วนหลังจะอยู่ตรงข้ามกับเพดานอ่อน

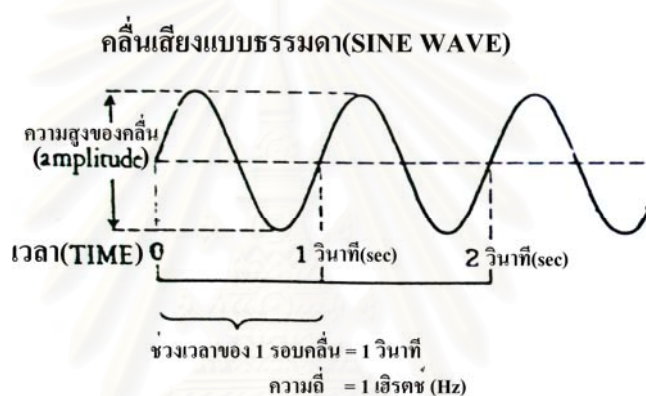
3. ลักษณะของริมฝีปาก (lip posture) แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ริมฝีปากห่อ (rounded) และ ริมฝีปากเหี่ยยด (unrounded) ในบางกรณีอาจมีการพูดถึงลักษณะของริมฝีปากที่อยู่ในลักษณะกลาง (neutral) คือ ริมฝีปากไม่ห่อและริมฝีปากไม่เหี่ยยด นอกจากนี้ สระที่ริมฝีปากห่อจะมีระดับการห่อริมฝีปากที่เปลี่ยนแปลงไปตามความสูงต่ำของลิ้น จากระดับสูงถึงระดับต่ำ กล่าวคือ ถ้าลิ้นอยู่ในระดับสูง ริมฝีปากจะห่อมากที่สุด และค่อยๆลดความห่อลงเมื่อลิ้นอยู่ในระดับต่ำ

### 2.2.2 ด้านกลศาสตร์

กลศาสตร์เป็นการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเสียง เช่น ความถี่ของเสียง (frequency) ความเข้มของเสียง (intensity) เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลที่เป็นรูปธรรม มีเหตุผล และนำไปเป็นหลักฐานสำหรับสนับสนุนผลการศึกษาด้านสรีรศาสตร์หรือโสตศาสตร์ได้ (Ball and Rahilly, 1999; Pickett, 1998) การศึกษาเสียงทางกลศาสตร์จะศึกษาจากคลื่นเสียง (waveform) ซึ่งเกิดจากการสั่นสะเทือนของอนุภาคในอากาศ คลื่นเสียงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (O'Connor, 1973; Dew and Jensen, 1977; Ball and Rahilly, 1999; Johnson, 2003; Ashby, 2005) คือ คลื่นเสียงที่สั้นอย่างเป็นจังหวะ (periodic wave) เกิดจากเสียงประเภทเสียงก้อง เช่น เสียงสระ และคลื่นเสียงที่สั้นอย่างไม่เป็นจังหวะ (aperiodic wave) เกิดจากเสียงประเภทเสียงรบกวน (noise) หรือ เสียงระเบิด (burst) เช่น เสียงคำราม หรือ เสียงเสียดแทรก คลื่นเสียงที่สั้นอย่างเป็นจังหวะยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท (Dew and Jensen, 1977; Pickett, 1998; Johnson, 2003) ได้แก่

1) คลื่นเสียงแบบธรรมดา (simple wave หรือ sine wave) ประกอบด้วย ความถี่ (frequency) หมายถึง ความถี่ของคลื่นเสียงที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ใน 1 ช่วงเวลา ความถี่นี้จะคิดเป็นจำนวนรอบคลื่น (cycle) ต่อวินาที มีหน่วยวัดเป็นเฮิรตซ์ (hertz, Hz) จากภาพที่ 2.5 จะเห็นว่าในเวลา 1 วินาที มีคลื่นเสียงเกิดขึ้น 1 รอบคลื่น ดังนั้น คลื่นเสียงนี้มีความถี่ 1 เฮิรตซ์ นอกจากนี้ ภาพที่ 2.5 ยังแสดงความสูงของคลื่น (amplitude) มีหน่วยวัดเป็นเดซิเบล (dB) และค่าระยะเวลา (duration) มีหน่วยวัดเป็นมิลลิวินาที (msec.)

2. คลื่นเสียงแบบซับซ้อน (complex wave) คือ คลื่นเสียงที่ประกอบด้วยคลื่นเสียงแบบธรรมดา มากกว่าสองคลื่นเสียง เสียงสระเป็นคลื่นเสียงที่สั้นอย่างเป็นจังหวะเพราะเป็นเสียงก้อง และจัดเป็นคลื่นเสียงแบบซับซ้อน



ภาพที่ 2.5 คลื่นเสียงแบบธรรมดา (ปรับจาก Pickett, 1998 หน้า 18)

โดยทั่วไปแล้ว การวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระจะวิเคราะห์ได้จากแผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรอกกว้าง (wide-band spectrogram) เพราะเสียงสระเป็นเสียงก้อง (voiced) ภาพคลื่นเสียงจึงมีค่าความถี่ปรากฏอย่างชัดเจนมากกว่าเสียงพยัญชนะบางเสียงที่เป็นเสียงไม่ก้อง (voiceless) และสามารถนำมาวิเคราะห์หาค่าทางกลศาสตร์ได้ ซึ่งได้แก่ ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.2.2.1 ค่าความถี่ฟอร์เมนต์

ความถี่ฟอร์เมนต์ของเสียงสระ คือ ความถี่ก่าทอนที่เกิดขึ้นในช่องทางเดินเสียง (Dew and Jensen, 1977; Pickett, 1998) ซึ่งจะมีตั้งแต่ความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1-5 แต่ความถี่ฟอร์เมนต์ที่สำคัญและมักจะนำมาวัดค่าเพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระ ได้แก่ ความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 (F1) ซึ่งเป็นความถี่ฟอร์เมนต์ที่ต่ำที่สุด และความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 (F2) ซึ่งเป็นความถี่ฟอร์เมนต์ที่อยู่ถัดขึ้นไป สาเหตุที่มักวิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ทั้ง 2 นี้ คือ ความสัมพันธ์ของ

ค่าความถี่ฟอร์เมนต์กับการเคลื่อนที่ของลิ้นในการออกเสียงสระ กล่าวคือ ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 จะสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความสูงต่ำของลิ้น ดังนั้น สระสูงจะมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 ต่ำ แต่สระต่ำจะมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 สูง และค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 จะสัมพันธ์กับตำแหน่งหน้าหลังของลิ้น ดังนั้น สระหน้าจะมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 สูง และสระหลังจะมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 ต่ำ (Ladefoged, 2000; Johnson, 2003)

อย่างไรก็ตาม Pickett (1998) ได้อธิบายถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าความถี่ฟอร์เมนต์ ซึ่งมีอยู่ 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความยาวของช่องทางเดินเสียง (length of the pharyngeal-oral tract) ซึ่งมีช่วงตั้งแต่ช่องระหว่างเส้นเสียงจนถึงริมฝีปาก 2) ตำแหน่งการคอดตัวของช่องทางเดินเสียง (location of constriction) หมายถึง ตำแหน่งของลิ้นที่เคลื่อนไปสู่เพดานปาก และ 3) ความแคบของช่องทางเดินเสียง (degree of narrowness of the constriction) หมายถึง ระยะห่างระหว่างลิ้นกับเพดานปาก

จากปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น Pickett (1998) ได้สร้างกฎของค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่สัมพันธ์กับปัจจัยเหล่านี้ไว้ และสามารถแปลกฎเหล่านี้ได้ดังต่อไปนี้

- กฎที่ 1 กฎความยาวช่องทางเดินเสียง (*length rule*)  
ค่าความถี่ฟอร์เมนต์จะมีสัดส่วนที่ตรงกันข้ามกับความยาวช่องทางเดินเสียง กล่าวคือ ถ้าช่องทางเดินเสียงมีความยาวมากขึ้น ค่าความถี่ฟอร์เมนต์จะต่ำลง และในทางตรงกันข้ามถ้าช่องทางเดินเสียงมีความยาวลดลง ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ก็จะสูงขึ้น
- กฎที่ 2 กฎการคอดตัวในช่องปาก (*oral constriction/F1 rule*)  
ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 จะต่ำลง เมื่อลิ้นส่วนหน้าหรือส่วนกลางเคลื่อนเข้าไปใกล้เพดานแข็ง หรือลิ้นส่วนหลังเคลื่อนเข้าไปใกล้เพดานอ่อน
- กฎที่ 3 กฎการคอดตัวในช่องคอ (*pharyngeal constriction/F1 rule*)  
ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 จะสูงขึ้น เมื่อโคนลิ้นเคลื่อนเข้าไปใกล้กับผนังคอ
- กฎที่ 4 กฎการคอดตัวของลิ้นส่วนหลัง (*back tongue constriction/F2 rule*)  
ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 จะต่ำลง ถ้าลิ้นส่วนหลังเคลื่อนเข้าไปใกล้กับเพดานอ่อน



- กฎที่ 5 กฎการคอดตัวของลิ้นส่วนหน้า (*front tongue constriction/F2 rule*)  
ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 จะสูงขึ้น เมื่อลิ้นส่วนหน้าเคลื่อนเข้าไปใกล้กับเพดานแข็ง
- กฎที่ 6 กฎการห่อริมฝีปาก (*lip-rounding rule*)  
ค่าความถี่ฟอร์เมนทุกค่าจะต่ำลง เมื่อมีการห่อริมฝีปาก และการห่อริมฝีปากจะมีผลมากต่อค่าความถี่ฟอร์เมนของสระหลัง

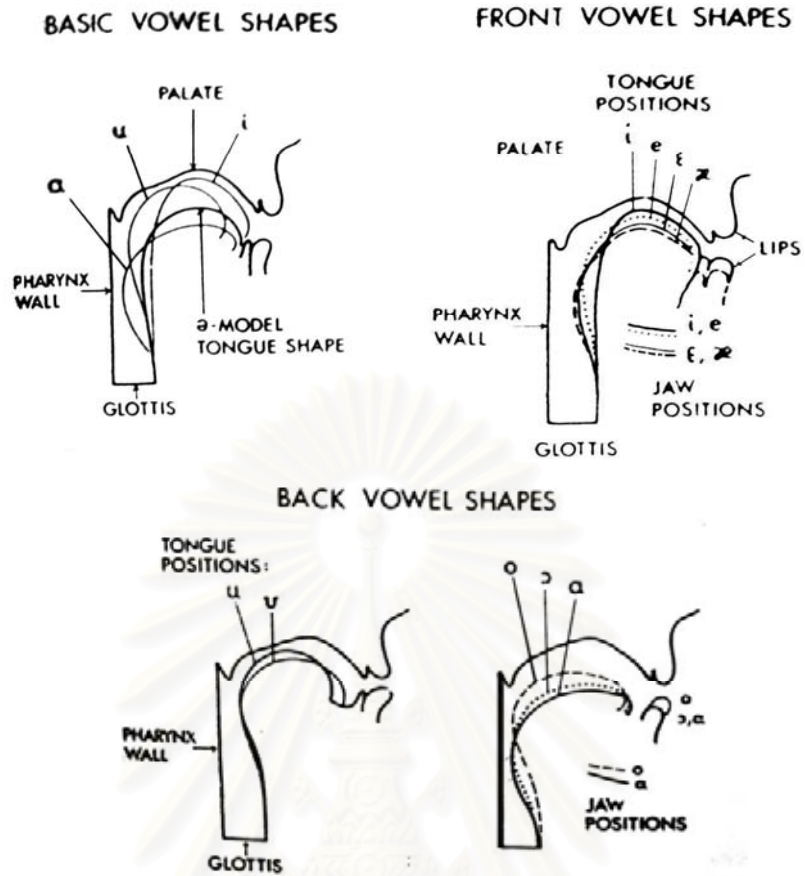
จากกฎที่กล่าวมาทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสรีรศาสตร์กับกลศาสตร์ ดังนี้

ค่าความถี่ฟอร์เมนที่จะแปรผกผันกับความยาวช่องทางเดินเสียง ถ้าช่องทางเดินเสียงยาว ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ต่ำ แต่ถ้าช่องทางเดินเสียงสั้น ค่าความถี่ฟอร์เมนที่สูง ดังนั้น ถ้าเปรียบเทียบกันทางกายภาพระหว่างเพศชายและเพศหญิง พบว่าเสียงของเพศชายจะมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ต่ำกว่าของเพศหญิง เพราะเพศชายจะมีช่องทางเดินเสียงยาวกว่าเพศหญิง (Aronson et al., 1996; Chiba and Kajiyama, 1941 อ้างใน Cox, 1996); Gonzalez, 2004)

ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 จะต่ำลง เมื่อมีการคอดตัวที่บริเวณส่วนหน้าของช่องทางเดินเสียง กล่าวคือ เมื่อลิ้นส่วนหน้ายกสูงขึ้นจนใกล้กับเพดานแข็ง ซึ่งเป็นลักษณะของเสียงสระหน้าสูง เช่น เสียงสระ [i] และ เมื่อลิ้นส่วนหลังยกสูงขึ้นจนใกล้กับเพดานอ่อน ซึ่งเป็นลักษณะของเสียงสระหลังสูง เช่น เสียงสระ [u] ในทิศทางตรงกันข้าม ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 จะสูงขึ้น เมื่อมีการคอดตัวในช่องคอ กล่าวคือ เมื่อโคนลิ้นเข้าไปใกล้กับผนังคอ ซึ่งเป็นลักษณะของเสียงสระต่ำ เช่น เสียงสระ [a] และ [o]

ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 จะต่ำลงเมื่อมีการคอดตัวที่ลิ้นส่วนหลัง หมายถึง เมื่อลิ้นส่วนหลังเคลื่อนเข้าไปใกล้เพดานอ่อน ซึ่งเป็นลักษณะของสระหลัง เช่น เสียงสระ [u] และ [o] และ ถ้ามีการคอดตัวที่ลิ้นส่วนหน้า คือ เมื่อลิ้นส่วนหน้าเคลื่อนเข้าไปใกล้กับเพดานแข็ง ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 จะสูงขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะของสระหน้า เช่น เสียงสระ [i] และ [e]

นอกจากนี้ Pickett (1998) ยังได้แสดงภาพตำแหน่งของลิ้นในการออกเสียงสระ (ดูภาพที่ 2.6) พร้อมทั้งแสดงค่าความถี่ฟอร์เมนที่เป็นค่าต้นแบบของเสียงสระต่างๆ ไปด้วย (ดูภาพที่ 2.7)



ภาพที่ 2.6 การเคลื่อนของลิ้นไปยังตำแหน่งต่างๆในขณะที่ออกเสียงสระหน้าและสระหลัง (จาก Pickett, 1998 หน้า 41)

FRONT VOWELS				BACK VOWELS			
	F2	F1		F1	F2		
i	2150Hz	250Hz	CLOSE	250Hz	800Hz	U	ROUNDED
e	2000	400	↑	400	900	o	↑
ɛ	1850	550		550	1000	ɔ	
æ	1700	700		700	1100	ɑ	
			PHARYNX NARROWER				NARROW PHARYNX

CENTRAL VOWELS			
	F1	F2	F3
ʌ	600Hz	1200Hz	2500Hz
ə	500	1300	1600
ɚ	500	1500	2500

ภาพที่ 2.7 ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ต้นแบบของเสียงสระหน้า กลาง และหลัง (จาก Pickett, 1998 หน้า 41)

งานวิจัยที่ได้นำสระในภาษาต่างๆ มาศึกษาค่าความถี่ฟอร์เมนที่มีหลายชิ้นด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่น ภาษาไทย การวิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนของสระในภาษาไทยนั้น เริ่มต้นด้วยงานของ Abramson (1962) ที่วิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 ของสระสั้นและสระยาว พบว่าสระสั้นจะมีแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลางมากกว่าสระยาว กล่าวคือ บริเวณเสียงสระของสระยาว จะมีบริเวณที่ครอบคลุมบริเวณเสียงสระของสระสั้น และต่อมา Rungpat Roengpitya (2001) ก็ได้ข้อค้นพบเช่นเดียวกันนี้

ต่อมา Abramson and Ren (1990) ได้วิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนของคำคู่สระสั้นยาวในภาษาไทยที่ปรากฏในรอบประโยคทดสอบ พบว่าสระสั้นซึ่งเป็นสระหน้า มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 สูงกว่า และมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าสระยาว แต่สำหรับสระหลัง สระสั้นมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 สูงกว่าสระยาว ดังนั้น ในทางสรีรศาสตร์ สระสั้นจึงมีตำแหน่งของลิ้นต่ำกว่าสระยาว

ขนาด อินทจามรรัักษ์ (2545) วัดค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 ของสระสั้นและสระยาวที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติและผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร ได้ข้อค้นพบสำหรับสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติว่า สระยาวมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าสระสั้น ยกเว้นสระ /a:/ ที่มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 สูงกว่าสระ /a/ สระยาวซึ่งเป็นสระหน้ามีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าสระสั้น แต่สระยาวซึ่งเป็นสระหลังมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าสระสั้น ส่วนสระยาวกลาง-สูง มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าสระสั้นกลาง-สูง ในขณะที่ สระยาวกลาง-กลางและสระยาวกลาง-ต่ำ มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าสระสั้นกลาง-กลางและสระสั้นกลาง-ต่ำ ยกเว้นสระ /o:/ ซึ่งเป็นสระหลังแต่มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงสระ/o/

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่นำภาษาในตระกูลมอญ-เขมร ซึ่งเป็นภาษาลักษณณ์น้ำเสียง (register language) และภาษาในตระกูลม้ง-เมี่ยน มาศึกษาค่าความถี่ฟอร์เมนที่ ดังนี้

ในภาษาซอง (Theraphan L. Thongkum, 1991 และ 1988) สระก้องธรรมดา (clear vowel) และสระก้องธรรมดา-ก้องเคียด (clear-creaky vowel) มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 สูงกว่าสระก้องต่ำหุ้ม (breathy vowel) และสระก้องต่ำหุ้ม-ก้องเคียด (breathy-creaky vowel) จึงสรุปได้ว่า สระก้องธรรมดาและสระก้องธรรมดา-ก้องเคียดต่ำกว่าสระก้องต่ำหุ้มและสระก้องต่ำหุ้ม-ก้องเคียด ข้อค้นพบนี้สนับสนุนสมมติฐานของ Gregerson (1976) ที่ว่า ในภาษาตระกูลมอญ-เขมร สระก้องธรรมดาซึ่งออกเสียงด้วยการเคลื่อนโคนลิ้นไปข้างหลัง (retracted tongue-root) เป็นสระที่ต่ำกว่าสระก้องต่ำหุ้มซึ่งออกเสียงด้วยการเคลื่อนโคนลิ้นไปข้างหน้า (advanced tongue-root)

ในภาษากูย (Theraphan L. Thongkum, 1988 และ 1989) ค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ของ คู่สระก้องธรรมดากับสระก้องต่ำทึ่มไม่แตกต่างกัน ทั้งที่เป็นคู่สระสั้นและสระยาว เมื่อนำค่าความถี่ ฟอร์เมนซ์มาพล็อตเป็นบริเวณเสียงสระโดยรวม จึงไม่ปรากฏชัดเจนว่าสระก้องต่ำทึ่มเป็นสระสูง หรือต่ำกว่าสระก้องธรรมดา สระทั้งสองประเภทมีความแตกต่างกัน แต่ความแตกต่างนี้ไม่เป็น ระบบ เช่น สระ /u:/ ต่ำกว่าสระ /u:/ ในขณะที่ สระ /u/ สูงกว่าสระ /u/ ซึ่งก็พบลักษณะเช่นนี้ใน ภาษา ญี่ฮุก (Theraphan L. Thongkum, 1988)

ในภาษามอญ (Theraphan L. Thongkam, 1998) สระก้องต่ำทึ่มส่วนใหญ่ เป็นสระ ที่สูงกว่าสระก้องธรรมดา เพราะเมื่อวิเคราะห์ทางกลศาสตร์มีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 1 ต่ำกว่า ไม่ ว่าจะปรากฏในโครงสร้างพยางค์แบบใด ยกเว้น สระก้องต่ำทึ่ม /ə/, /u/, /ɔ/ ซึ่งมีค่าความถี่ฟอร์ เมินซ์ที่ 1 สูงกว่าสระก้องธรรมดา /ə/, /u/, /ɔ/

นอกจากนี้ สุภาพร ผลิพัฒน์ (2550) ได้วิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ของสระใน 3 ภาษา คือ ภาษาม้ง ภาษาเมียน และภาษามัด ข้อค้นพบที่ได้มีดังนี้

ภาษาม้งมีสระเสียงสั้นและสระเสียงยาวในระดับสัทศาสตร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับ โครงสร้างพยางค์ สระยาวมีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 1 ต่ำกว่าสระสั้น ยกเว้น สระ [i:] และ [a:] ที่มี ค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 1 สูงกว่าสระ [i] และ [a] ตามลำดับ และสระยาวซึ่งเป็นสระหน้าและสระ กลาง-สูง มีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 2 ต่ำกว่าสระสั้นซึ่งเป็นสระหน้าและสระกลาง-สูง และสระยาว ซึ่งเป็นสระหลังและสระกลาง-ต่ำมีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 2 สูงกว่าสระสั้นซึ่งเป็นสระหลังและสระ กลาง-ต่ำ

ความสั้นยาวของสระในภาษาเมียนมีนัยสำคัญในบางคู่สระ เช่น /a/ vs. /a:/ สระ ยาวมีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 1 ต่ำกว่าสระสั้น ยกเว้น สระ /a:/ ที่มีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 1 สูงกว่า สระ /a/ สระยาวซึ่งเป็นสระหน้าและสระกลาง-ต่ำ มีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 2 สูงกว่าสระสั้นซึ่งเป็น สระหน้าและสระกลาง-ต่ำ และสระยาวซึ่งเป็นสระหลังมีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 2 ต่ำกว่าสระสั้นซึ่ง เป็นสระหลัง

ความสั้นยาวของสระในภาษามัดมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับในภาษาไทยทุกคู่สระ สระยาวมีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 1 ต่ำกว่าสระสั้น ยกเว้น สระ /ə/ และ /a:/ ที่มีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ ที่ 1 สูงกว่าสระ /ə/ และ /a/ ตามลำดับ สระยาวซึ่งเป็นสระหน้ามีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 2 สูงกว่า สระสั้นซึ่งเป็นสระหน้า และสระยาวซึ่งเป็นสระกลางและสระหลังมีค่าความถี่ฟอร์เมนซ์ที่ 2 ต่ำกว่า สระสั้นซึ่งเป็นสระกลางและสระหลัง

### 2.2.2.2 ค่ำระยเวลา

ค่ำระยเวลาของเสียงสระ คือ ค่ำระยเวลาที่วัดได้จากการเปล่งเสียงสระ เป็นลักษณะทางกายภาพของเสียงที่มักจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ จนทำให้มีค่ำมากขึ้นหรือลดลง Lehiste (1979), Maddieson (1985) และ Pickett (1998) กล่าวว่า มีปัจจัยหลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่ำระยเวลาของเสียงสระ ทั้งที่เป็นปัจจัยภายใน (intrinsic vowel duration) เช่น คุณสมบัติของแต่ละสระ และปัจจัยภายนอก (extrinsic vowel duration) เช่น การลงเสียงหนัก เสียงพยัญชนะที่ตามหลังสระ โครงสร้างพยางค์ จำนวนพยางค์ในค่ำ ตำแหน่งของสระที่ปรากฏในวลีหรือประโยค ประเภทของค่ำ การเน้นค่ำหรือการให้ความสำคัญกับค่ำ และอัตราความเร็วซ้ำในการพูด มีงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่ศึกษาเรื่องอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อค่ำระยเวลาของเสียงสระ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

Lehiste (1979) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติภายในของเสียงสระว่า ความสูงต่ำของเสียงสระจะแปรผกผันกับค่ำระยเวลา เสียงสระสูงจะมีค่ำระยเวลาน้อยกว่าเสียงสระต่ำ เช่น เสียงสระ [i] และ [u] มีค่ำระยเวลาน้อยกว่าเสียงสระ [a] และ [æ] Lehiste กล่าวว่าลักษณะเช่นนี้สามารถพบได้ในหลายๆ ภาษา จึงอ้างถึงงานวิจัยในภาษาอื่นๆ ที่ได้ข้อค้นพบเช่นเดียวกันนี้ เช่น ภาษาสเปน (Navarro Tomás, 1916) ภาษาอังกฤษ (Heffner, 1937; House and Fairbanks, 1953; Peterson and Lehiste, 1960; House 1961) ภาษาเยอรมัน (Maack, 1949) ภาษา Danish (Fischer-Jørgensen, 1955) ภาษาไทย (Abramson, 1962) และภาษาสวีเดน (Elert, 1964) ภาษา Lappish (Äimä, 1918)

Keating (1985) ได้สนับสนุนข้อค้นพบของ Lehiste (1979) พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมว่า เสียงสระที่มีตำแหน่งขากรรไกรต่ำกว่าจะมีค่ำระยเวลามากกว่า เมื่อเสียงสระต่ำมีตำแหน่งขากรรไกรต่ำกว่าเสียงสระสูง ดังนั้น จึงมีค่ำระยเวลามากกว่าเสียงสระสูง นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยอีก 2 ชิ้นที่ได้ข้อค้นพบเช่นเดียวกับ Lehiste และ Keating คือ Ohala and Ohala (1992) ซึ่งวิเคราะห์ภาษา Hindi และ Podesva and Adisasmito-Smith (1999) ซึ่งวิเคราะห์ภาษา Buginese และภาษา Batak (พูดในประเทศอินโดนีเซีย)

การลงเสียงหนักก็มีอิทธิพลต่อค่ำระยเวลา เมื่อ Lehiste (1979) พบว่าในหลายๆ ภาษา การลงเสียงหนักมีผลทำให้ค่ำระยเวลาของเสียงสระมากขึ้น กล่าวคือ เสียงสระที่ปรากฏในพยางค์ที่ลงเสียงหนักจะมีค่ำระยเวลามากกว่าเสียงสระที่ปรากฏในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก ข้อค้นพบในลักษณะนี้ ยังพบได้ในภาษาญี่ปุ่น (Hirata, 2004) และ ภาษา Dutch (Rietveld, Kerkhoff and Gussenhoven, 2004)



Huss, 1977 และ Okobi, 2006 (อ้างใน Sugahara, 2007) ก็พบว่า ในภาษาอังกฤษ สำเนียงอเมริกัน เสียงสระในพยางค์ที่ลงเสียงหนักหลัก (primary stress) จะยาวกว่าเสียงสระในพยางค์ที่ลงเสียงหนักรอง (secondary stress) และเสียงสระในพยางค์ที่ลงเสียงหนักรองจะยาวกว่าเสียงสระในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก

บริบททางเสียงที่แวดล้อมก็มีผลต่อค่าระยะเวลาของเสียงสระเช่นกัน Myers (2005) ได้อ้างถึง House and Fairbanks (1953), House (1961) และ Chen (1970) ในเรื่องอิทธิพลของบริบททางเสียงที่แวดล้อมว่า กรณีพยางค์ปิด เสียงพยัญชนะท้ายอาจทำให้ค่าระยะเวลาของเสียงสระมากขึ้นหรือลดลงได้ เช่น เสียงพยัญชนะนาสิกและเสียงพยัญชนะก้องจะทำให้ค่าระยะเวลาของเสียงสระมากขึ้น ในขณะที่เสียงพยัญชนะกักไม่ก้องจะทำให้ค่าระยะเวลาของเสียงสระลดลง กล่าวคือ เสียงสระที่อยู่หน้าเสียงพยัญชนะกักก้องจะมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระที่อยู่หน้าเสียงพยัญชนะกักไม่ก้อง และเสียงสระที่อยู่หน้าเสียงพยัญชนะเสียดแทรกจะมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระที่อยู่หน้าเสียงพยัญชนะกัก และมีข้อค้นพบของ Maddieson, 1982 และ Lahiri and Hankamer, 1988 (อ้างใน Ohala and Ohala, 1992) ซึ่งพบว่า เสียงสระจะมีค่าระยะเวลาเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่หน้าเสียงพยัญชนะกักไม่ก้อง-พ่นลม และเสียงสระจะมีค่าระยะเวลาลดลง เมื่ออยู่หน้าเสียงพยัญชนะต่อเนื่อง (geminate consonants)

นอกจากเรื่องอิทธิพลของเสียงที่แวดล้อมแล้ว โครงสร้างพยางค์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อค่าระยะเวลาของเสียงสระ Maddieson (1985) และ Lehiste (1979) ได้กล่าวว่าเสียงสระในพยางค์เปิดจะมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระในพยางค์ปิด Maddieson จึงได้ยกตัวอย่างงานวิจัยในภาษาต่างๆ ที่พบว่าเสียงสระในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระในพยางค์ปิด เช่น ภาษาจีน ภาษาอังกฤษ ภาษารัสเซีย (Jones, 1950) ภาษาไทย (Abramson, 1962) ภาษาเกาหลี (Han, 1964) ภาษาฟินนิช (Wiik, 1965) และ ภาษา Ngizim (Schuh, 1978)

Hajek, Steven and Webster (2007) ก็พบว่าในภาษาอิตาลี เสียงสระในพยางค์ที่ลงเสียงหนักซึ่งเป็นพยางค์ก่อนสุดท้ายในพยางค์ปิดจะมีค่าระยะเวลาน้อยกว่าในพยางค์เปิด

จำนวนพยางค์ ตำแหน่งของสระที่ปรากฏในวลีหรือประโยค ประเภทของคำ และการเน้นคำหรือการให้ความสำคัญกับคำ ล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อค่าระยะเวลาของเสียงสระทั้งสิ้น งานวิจัยที่มีข้อค้นพบในประเด็นนี้ ได้แก่

Tarnóczy, 1965 (อ้างใน Lehiste, 1979) กล่าวว่า ในภาษาฮังการี คำที่มีหลายพยางค์จะทำให้ค่าระยะเวลาของเสียงสระยืงสั้นลง และ Lindblom, Lyberg and Holmgren, 1981 (อ้างใน Myers 2005) ก็พบว่าเสียงสระที่อยู่ในวลีที่ยาวจะสั้นกว่าเสียงสระที่อยู่ในวลีที่สั้น

Umeda, 1975 (อ้างใน Pickett, 1998) และ Rietveld et al. (2004) พบว่า ตำแหน่งของสระมีผลทำให้ค่าระยะเวลาของเสียงสระเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ เสียงสระในพยางค์ที่ลงเสียงหนักซึ่งเกิดในตำแหน่งท้ายสุดของวลี อนุประโยค หรือประโยค (prepausal stressed word) จะมีค่าระยะเวลามากที่สุด และประเภทของคำก็มีความสัมพันธ์กับค่าระยะเวลาด้วย คำไวยากรณ์ (function word) ซึ่งมักเป็นคำที่ไม่ลงเสียงหนัก จะมีค่าระยะเวลาน้อยกว่าคำเนื้อหา (content word) นั่นคือ ความสำคัญของคำก็มีผลต่อค่าระยะเวลา โดยเฉพาะค่าระยะเวลาของคำที่ลงเสียงหนักหรือคำที่บอกรสาระสำคัญในประโยค เช่น คำนาม หรือ คำกริยา มักจะได้รับการลงเสียงหนักซึ่งทำให้เสียงสระมีค่าระยะเวลามากกว่าคำไวยากรณ์ เช่น คำกำกับนาม หรือ คำบุพบท ฯลฯ

อีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อค่าระยะเวลาของเสียงสระที่จะกล่าวถึงเป็นปัจจัยสุดท้ายคือ อัตราเร็วซ้ำในการพูด Lehiste, 1970, Gay, 1981 และ Magen and Blumstein, 1993 (อ้างใน Myers 2005) กล่าวว่า อัตราการพูดจะส่งผลต่อค่าระยะเวลาของเสียงสระ นั่นคือ เสียงสระในอัตราการพูดที่ช้าจะมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระในอัตราการพูดที่เร็ว และในอัตราการพูดแบบช้าจะทำให้สระเสียงสั้นและสระเสียงยาวมีความแตกต่างกันมากกว่าในอัตราการพูดแบบธรรมดา Hirata (2004) พบว่า ในภาษาญี่ปุ่น อัตราการพูดแบบธรรมดาจะทำให้ค่าระยะเวลาของสระเสียงสั้นกับสระเสียงยาวมีความแตกต่างกันมากกว่าในอัตราการพูดแบบเร็ว นอกจากนี้ Metz et al. (2006) ยังได้พบว่า การพูดภาษาอังกฤษที่เกิดขึ้นพร้อมกับการทำภาษามือ จะทำให้ค่าระยะเวลาของเสียงสระเพิ่มขึ้น เพราะการทำภาษามือในขณะที่พูดทำให้อัตราการพูดช้าลงและส่งผลต่อค่าระยะเวลาของเสียงสระ

นอกจากงานวิจัยที่ได้ศึกษาเรื่องอิทธิพลของปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อค่าระยะเวลาของเสียงสระดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาค่าระยะเวลาของสระในภาษาต่างๆ เช่น ภาษาในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีรายละเอียดของงานวิจัยแต่ละชิ้นดังต่อไปนี้

Abramson ได้ทำการวิเคราะห์ค่าระยะเวลาของสระในภาษาไทยไว้ในหลายๆงานด้วยกัน เริ่มจาก Abramson (1962) นำสระสั้นและสระยาวที่ปรากฏในคำพูดเดี่ยวมาวิเคราะห์ พบว่า สระสั้นมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 150 มิลลิวินาที และสระยาวมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 427 มิลลิวินาที อัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 2-3.5 หมายความว่าสระยาวมีค่าระยะเวลาประมาณ 2-3.5 เท่าของสระสั้น นอกจากนี้ ยังพบว่าพยัญชนะนาสิกที่อยู่หลังสระสั้นมีค่าระยะเวลามากกว่าพยัญชนะนาสิกที่อยู่หลังสระยาว

ต่อมา Abramson and Ren (1990) ได้วิเคราะห์ค่าระยะเวลาของสระสั้นและสระยาวที่ปรากฏในกรอบประโยค พบว่าสระสั้นจะมีค่าระยะเวลาน้อยกว่าสระยาว คิดเป็นอัตราส่วนสระสั้นต่อสระยาวได้เท่ากับ 1 : 1.9 และ Abramson (1993) ได้วัดค่าระยะเวลาของสระสั้นและสระ

ยาวอีกครั้ง แต่เป็นคู่สระสั้นยาวที่ปรากฏในกรอบประโยคและในบทสนทนา ข้อค้นพบจากการวิเคราะห์คือ คำคู่เทียบเสียงในกรอบประโยคทดสอบ ในการพูดแบบช้ามีอัตราส่วนสระสั้นต่อสระยาวเป็น 1 : 1.8 และในการพูดแบบเร็วมีอัตราส่วนเป็น 1 : 1.5 ส่วนในบทสนทนา อัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 2.1 ข้อค้นพบทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าอัตราการพูดจะเร็วหรือช้า และการพูดจะเป็นบทสนทนาหรือเป็นแค่ประโยค สระสั้นและสระยาวจะยังคงมีค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจาก Abramson แล้วยังมีงานวิจัยของ Rungpat Roengpitya (2001), Chutamane Onsuwan (2005) และชมนาด อินทจามรรักษ์ (2545) ที่ได้นำสระในภาษาไทยมาวิเคราะห์หาค่าระยะเวลา ซึ่งมีข้อค้นพบดังนี้

Rungpat Roengpitya (2001) วิเคราะห์สระเดี่ยวและสระประสม จากคำพูดเดี่ยวพบว่าสระสั้นมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 160 มิลลิวินาที และสระยาวมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 320 มิลลิวินาที คิดเป็นอัตราส่วนสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 2 และยังได้พบว่าพยัญชนะนาสิกที่อยู่หลังสระเสียงสั้นจะมีค่าระยะเวลามากกว่าพยัญชนะนาสิกที่อยู่หลังสระเสียงยาว

Chutamane Onsuwan (2005) วิเคราะห์สระสั้นและสระยาวจากคำพูดเดี่ยวในพยางค์ปิด CVC และ CV:C ในภาษาไทยพบว่าสระสั้นมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 82 มิลลิวินาที และสระยาวมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 152 มิลลิวินาที คิดเป็นอัตราส่วนสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 1.8 นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าระยะเวลากับพยัญชนะนาสิกและอิทธิพลของเสียงพยัญชนะนาสิกที่มีต่อเสียงสระ ได้ข้อค้นพบดังนี้

1. ทั้งสระสั้นและสระยาว เมื่ออยู่หน้าพยัญชนะนาสิกจะมีค่าระยะเวลามากกว่าเมื่ออยู่หน้าพยัญชนะกักไม่ก้อง โดยที่เสียงสระที่อยู่หน้าพยัญชนะนาสิกเพดานอ่อนจะมีค่าระยะเวลามากที่สุด รองลงมาคือ พยัญชนะนาสิกริมฝีปาก และพยัญชนะนาสิกปุ่มเหงือก ตามลำดับ
2. พยัญชนะนาสิกที่อยู่หลังสระสั้น จะมีค่าระยะเวลามากกว่าพยัญชนะนาสิกที่อยู่หลังสระยาว
3. สระยาวที่อยู่หน้าพยัญชนะนาสิกจะมีช่วงของสระที่เป็นสระเสียงขึ้นจมูกมากกว่าสระสั้น และสระต่ำจะได้รับอิทธิพลจากลักษณะการออกเสียงขึ้นจมูกมากกว่าสระสูง ซึ่งจะแตกต่างจากภาษา Swedish ที่สระสั้นจะมีช่วงของสระที่เป็นสระเสียงขึ้นจมูกเกือบทั้งสระ แต่สระยาวจะมีช่วงของสระที่เป็นสระเสียงขึ้นจมูกสั้นกว่า

ชมนาด อินทจามรรักษ์ (2545) วัดค่าระยะเวลาของสระสั้นและสระยาวในคำพูดเดี่ยวในภาษาไทยของคนปกติ พบว่าสระสั้นมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 113.45 มิลลิวินาที และสระยาวมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 311.05 มิลลิวินาที คิดเป็นอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว ได้เท่ากับ 1 : 2.73

อัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาวที่พบในงานวิจัยต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถนำมาสรุปได้ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.4 สรุปอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาวที่ได้จากบริบทต่างๆ

บริบท	อัตราส่วนสระสั้นต่อสระยาว
คำพูดเดี่ยว	1 : 2-3.5 (Abramson, 1962)
	1 : 2.73 (ชมนาด อินทจามรรักษ์, 2545)
	1 : 2 (Rungpat Roengpitya, 2001)
	1 : 1.8 (Chutamane Onsuwan, 2005)
กรอบประโยค	1 : 1.9 (Abramson and Ren, 1990)
	1 : 1.8 (อัตราการพูดแบบช้า) และ 1 : 1.5 (อัตราการพูดแบบเร็ว) (Abramson, 1993)
บทสนทนา	1 : 2.1 (Abramson, 1993)

นอกจากนี้ Abramson (1962), Rungpat Roengpitya (2001) และ Chutamane Onsuwan (2005) ยังมีข้อค้นพบที่เหมือนกันในประเด็นที่ว่า พยัญชนะนาสิกที่อยู่หลังสระเสียงสั้นจะมีค่าระยะเวลามากกว่าพยัญชนะนาสิกที่อยู่หลังสระเสียงยาว กล่าวคือ ค่าระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกจะแปรผกผันกับค่าระยะเวลาของสระที่อยู่ข้างหน้า

นอกจากสระในภาษาไทยแล้ว ยังมีงานวิจัยของ สุภาพร ผลิพัฒน์ (2550) ซึ่งได้วัดค่าระยะเวลาของสระที่ปรากฏในคำพูดเดี่ยว จากภาษาม้ง ภาษาเมี่ยน และภาษามัต และคำนวณหาอัตราส่วนของสระเสียงสั้นที่มีต่อสระเสียงยาวได้ดังนี้

ภาษาม้ง สระสั้นมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 151.55 มิลลิวินาที และสระยาวมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 329.55 มิลลิวินาที มีอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาว คือ 1 : 2.17

ภาษาเมี่ยน สระสั้นมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 157.11 มิลลิวินาที และสระยาวมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 303.55 มิลลิวินาที มีอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาว คือ 1 : 1.93 แต่เนื่องจากภาษาเมี่ยนมีโครงสร้างพยางค์หลายแบบ จึงจะกล่าวถึงอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวโดยแยกตามโครงสร้างพยางค์แต่ละแบบ ดังนี้

- โครงสร้างพยางค์แบบ CVN และ CV: N มีอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 2.01
- โครงสร้างพยางค์แบบ CVS และ CV: S มีอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 2.05
- โครงสร้างพยางค์แบบ CV? และ CV: ? มีอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 1.85

ภาษามัล สระสั้นมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 212.05 มิลลิวินาที และสระยาวมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 482.15 มิลลิวินาที มีอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 2.27 และเช่นเดียวกับภาษาเมียน ภาษามัลมีโครงสร้างพยางค์หลายแบบ จึงมีอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาวที่แยกตามโครงสร้างพยางค์แต่ละแบบ ดังนี้

- โครงสร้างพยางค์แบบ CVN และ CV: N มีอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 3.13
- โครงสร้างพยางค์แบบ CVS และ CV: S มีอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 2.26
- โครงสร้างพยางค์แบบ CV? และ CV: ? มีอัตราส่วนของสระสั้นต่อสระยาว คือ 1 : 2.29

นอกเหนือไปจาก Abramson, Rungpat Roengpitya, Chutamanee Onsuwan และสุภาพร พลพัฒน์ ที่ได้วิเคราะห์ค่าระยะเวลาของสระแล้ว ยังมี Theraphan L. Thongkum ที่ได้นำสระในภาษาตระกูลมอญเขมรซึ่งเป็นภาษาลักษณะน้ำเสียงมาศึกษา

Theraphan L. Thongkum (1988, 1989) พบว่าในภาษาญอ สระสั้นกึ่งต่ำท่อมมีค่าระยะเวลามากกว่าสระสั้นกึ่งธรรมดา ในทางกลับกันสระยาวกึ่งต่ำท่อมมีค่าระยะเวลาน้อยกว่าสระยาวกึ่งธรรมดา Theraphan L. Thongkum คิดว่าความแตกต่างของค่าระยะเวลามีสาเหตุมาจากลักษณะน้ำเสียงที่ต่างกันอาจไม่มีความสำคัญเมื่อภาษานั้นเป็นภาษาที่มีความแตกต่างในเรื่องความสั้นยาวของสระในระดับสัทศาสตร์

Theraphan L. Thongkum (1988 และ 1991) วิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียงในภาษาของพบว่าสระกึ่งต่ำท่อม-กึ่งเครียดมีค่าระยะเวลาน้อยกว่าสระกึ่งธรรมดา-กึ่งเครียด และสังเกตได้ว่าสระกึ่งต่ำท่อม-กึ่งเครียดจะสั้นกว่าสระประเภทอื่นๆ ไม่ว่าจะปรากฏในโครงสร้างพยางค์แบบใด แต่มีข้อยกเว้น คือ สระกึ่งต่ำท่อม-กึ่งเครียด จะยาวขึ้นเมื่อปรากฏในโครงสร้างพยางค์แบบ CVN

Theraphan L. Thongkam (1998) วิเคราะห์ค่าระยะเวลาของสระในภาษามอญ ได้ผลการวิเคราะห์ว่า ในพยางค์ที่ลงท้ายด้วยเสียงกัก สระกึ่งธรรมดามีค่าระยะเวลาน้อยกว่าสระกึ่งต่ำท่อม และในพยางค์ที่ไม่มีพยัญชนะท้ายหรือมีพยัญชนะท้ายเป็นเสียงนาสิกหรือเสียงกึ่งสระ สระกึ่งธรรมดา มีค่าระยะเวลาน้อยกว่าสระกึ่งต่ำท่อม สรุปได้ว่าสระกึ่งธรรมดามีค่าระยะเวลาน้อยกว่าสระกึ่งต่ำท่อม ไม่ว่าจะปรากฏในโครงสร้างพยางค์แบบใด



### 2.2.2.3 ค่าความเข้ม

ค่าความเข้ม (intensity) หมายถึง พลังของเสียงที่วัดได้จากการเปล่งเสียงสระหนึ่งเสียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสูงของคลื่นเสียง (amplitude of sound wave) ในการรับรู้ (perception) ค่าความเข้มจะสัมพันธ์กับความดังของเสียงสระ เมื่อค่าความเข้มเปลี่ยนแปลง คือ มีค่าความเข้มเพิ่มขึ้น เราจะได้ยินเสียงสระที่ดังขึ้น ค่าความเข้มอาจได้รับอิทธิพลจากความพยายามในการหายใจ (respiratory effort) ปริมาณการเปิดของช่องทางเดินเสียง (degree of opening of the vocal tract) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่มูลฐานกับความถี่ฟอร์เมนท (Lehiste, 1979)

ผู้วิจัยพบงานวิจัยหลายชิ้นที่วิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ในเรื่องค่าความเข้มของเสียง แต่ผลการวิเคราะห์ที่ได้ในแต่ละงานนั้นยังไม่มีความชัดเจนมากนัก ซึ่งจะยกตัวอย่างให้เห็นดังต่อไปนี้

Lehiste and Ivić, 1963 (อ้างใน Lehiste, 1979) ศึกษากระบวนการลงเสียงหนักเบา (accent) ในภาษาเซอร์เบียและโครเอเชีย (Serbo-Croatian) ในเรื่องค่าระยะเวลา ค่าความเข้ม และค่าความถี่มูลฐานในพยางค์ที่ลงเสียงหนักและไม่ลงเสียงหนัก พบว่าค่าความเข้มเป็นลักษณะทางกลศาสตร์ที่ไม่น่าเชื่อถือ กล่าวคือ ไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าพยางค์ที่ลงเสียงหนักมีค่าความเข้มมากกว่าพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก เพราะค่าความเข้มที่ได้จากผู้บอกภาษานั้นแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ 1) พยางค์ที่ลงเสียงหนักมีค่าความเข้มมากกว่าพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนักอย่างเป็นระบบ 2) พยางค์ที่ลงเสียงหนักมีค่าความเข้มมากกว่าและน้อยกว่าพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนักอย่างไม่เป็นระบบ และ 3) พยางค์ที่ลงเสียงหนักและไม่ลงเสียงหนักมีค่าความเข้มที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การศึกษานี้จึงเป็นกรณีที่แสดงให้เห็นว่า ไม่สามารถนำค่าความเข้มมาใช้เพื่อแยกพยางค์ที่ลงเสียงหนักออกจากพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนักได้ อย่างไรก็ตาม ในหลายๆภาษา หากใช้ค่าความเข้มร่วมกับค่าความถี่มูลฐาน ก็จะสามารถใช้แยกพยางค์ที่ลงเสียงหนักออกจากพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนักได้

Dew and Jensen (1977) ได้ศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของพยางค์ที่ลงเสียงหนักและไม่ลงเสียงหนัก พบว่า พยางค์ทั้งสองประเภทจะแตกต่างกันในเรื่องค่าระยะเวลาและค่าความถี่มูลฐานอย่างสม่ำเสมอ แต่ในเรื่องค่าความเข้มจะแตกต่างกันอย่างไม่สม่ำเสมอ

Aronson et al. (1996) พบว่าความแตกต่างในเรื่องเพศมีผลต่อค่าความเข้มและค่าความถี่ฟอร์เมนทของเสียงสระในภาษาฮิบรู แต่ยังไม่สามารถสรุปผลได้ชัดเจนว่าเสียงสระที่ออกเสียงโดยเพศชายหรือเพศหญิงที่มีค่าความเข้มมากกว่ากัน

Ladefoged (2003) ได้วัดค่าความเข้มของคำที่ลงเสียงหนักในประโยคภาษาอังกฤษ ผลที่ได้นั้นไม่สามารถสรุปได้ เพราะคำบางคำไม่ได้เป็นคำที่ลงเสียงหนัก แต่กลับมีค่าความเข้มมากกว่าคำที่ลงเสียงหนัก และคำบางคำมีค่าความเข้มเท่ากันในประโยค ไม่ว่าจะได้รับการลงเสียงหนักหรือไม่

อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของปัจจัยต่างๆที่ส่งผลให้ค่าความเข้มของเสียงสระเพิ่มขึ้นหรือลดลง สามารถสรุปได้ดังนี้

คุณสมบัติภายในของเสียงสระจะทำให้สระมีค่าความเข้มที่แตกต่างกัน Dew and Jensen (1977) พบว่าเสียงสระสูงมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระต่ำ และต่อมา Ball and Rahilly (1999) ก็ได้ข้อค้นพบเช่นเดียวกัน คือ สระต่ำจะมีค่าความเข้มมากกว่าสระสูง แต่ความแตกต่างไม่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติ

Ladefoged (2003) ได้กล่าวว่า เสียงก้องจะมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงไม่ก้อง นอกจากนี้ เสียงสระจะมีค่าความเข้มมากขึ้นตามระดับของการเปิดริมฝีปาก (degree of opening of the lips) เช่น เสียงสระ [u:] ในคำว่า 'two' และ เสียงสระ [i:] ในคำว่า 'three' จะมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระ [ɔ:] ในคำว่า 'four' เพราะเสียงสระ [ɔ:] เป็นสระที่มีการเปิดของริมฝีปากมากกว่าเสียงสระ [u:] และ [i:]

การลงเสียงหนักก็ส่งผลต่อค่าความเข้มเช่นกัน Pickett (1998) พบว่าค่าความเข้มของเสียงสระในพยางค์ที่ลงเสียงหนักจะมากกว่าในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก

นอกจากคุณสมบัติภายในของเสียงสระและการลงเสียงหนักแล้ว ความสั้นยาวของเสียงสระก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อค่าความเข้ม เมื่อ Fónagy, 1966 (อ้างใน Lehiste, 1979) ได้ศึกษาค่าความเข้มของสระเสียงสั้นและสระเสียงยาวในภาษาอังกฤษ พบว่าสระเสียงสั้นมีค่าความเข้มมากกว่าสระเสียงยาว

ประเด็นสุดท้ายที่จะกล่าวถึงคือ ความแตกต่างของค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกับเสียงสระ และเสียงสระธรรมดา กับเสียงสระนาสิก

Dew and Jensen (1977) อธิบายว่า เสียงพยัญชนะมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระ เพราะการคอดตัวของช่องทางเดินเสียงในการออกเสียงพยัญชนะมีมากกว่าในการออกเสียงสระ การออกเสียงพยัญชนะกักและเสียดแทรกจะมีการคอดตัวของช่องทางเดินเสียงมากกว่าการออกเสียงพยัญชนะเลื่อนและนาสิก จึงทำให้เสียงพยัญชนะกักและเสียดแทรกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงพยัญชนะเลื่อนและนาสิก ส่วนการออกเสียงสระจะมีการคอดตัวของช่องทางเดินเสียงน้อย

ที่สุด จึงมีค่าความเข้มมากที่สุด และในกรณีของสระ การออกเสียงสระสูงมีการคอดตัวของช่องทางเดินเสียงที่แคบมากกว่าการออกเสียงสระต่ำ จึงส่งผลให้เสียงสระสูงมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระต่ำ ดังนั้น ค่าความเข้มจะเพิ่มขึ้นอย่างเป็นระบบ จากน้อยไปมากตามลำดับดังนี้ เสียงพยัญชนะกักและเสียดแทรก เสียงพยัญชนะเลื่อนและนาสิก เสียงสระสูงและเสียงสระต่ำ

Stevens (2000) และ Johnson (2003) ได้อธิบายถึงสาเหตุที่สระนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าสระธรรมดาว่า โดยปกติแล้ว เสียงจะถูกดูดซับพลังเสียงบางส่วนโดยผนังของช่องทางเดินเสียง ในการออกเสียงนาสิกจะมีช่องทางเดินเสียงที่มากขึ้น จากช่องคอ สู่ออกปากและช่องจมูก ทำให้มีพื้นที่ของผนังของช่องทางเดินเสียงเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น เสียงนาสิกจึงถูกดูดซับพลังเสียงไปมากกว่าเสียงประเภทอื่นๆ

นอกจากงานวิจัยที่ได้ศึกษาเรื่องอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อค่าความเข้มของเสียงสระดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยยังได้พบงานวิจัยที่ศึกษาค่าความเข้มของสระในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีรายละเอียดของงานวิจัยดังต่อไปนี้

Theraphan L. Thongkum ได้วิเคราะห์ค่าความเข้มของสระในภาษาชองและภาษากูย พบว่า สระก้องธรรมดาในภาษากูย (Theraphan L. Thongkum, 1988) มีค่าความเข้มมากกว่าสระก้องต่ำทู่ ส่วนในภาษาชอง สระก้องธรรมดาและสระก้องธรรมดา-ก้องเครียดมีค่าความเข้มมากกว่าสระก้องต่ำทู่และสระก้องต่ำทู่-ก้องเครียด (Theraphan L. Thongkum, 1988 และ 1991) เพราะเกิดการสูญเสียค่าความเข้มอันเนื่องมาจากมีช่องว่างที่ช่องระหว่างเส้นเสียงในขณะที่ออกเสียงแบบก้องต่ำทู่ ในขณะที่สระก้องธรรมดา-ก้องเครียดเป็นสระที่มีค่าความเข้มมากที่สุด และสระก้องต่ำทู่เป็นสระที่มีค่าความเข้มต่ำที่สุด

### 2.3 แนวคิดทฤษฎีทางด้านสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ของเสียงนาสิก

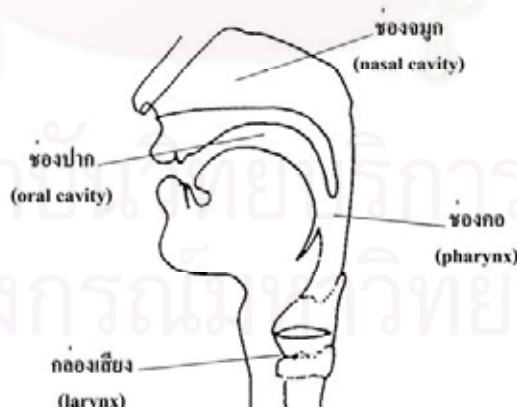
ในทางสรีรศาสตร์ ช่องทางเดินเสียง จะประกอบด้วย ช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูก โดยปกติ ช่องคอและช่องปากจะเชื่อมต่อกัน แต่ช่องจมูกจะอยู่เหนือช่องคอและช่องปาก โดยมีเพดานอ่อน (soft palate หรือ velum) เป็นอวัยวะสำคัญที่ทำหน้าที่แยกช่องจมูกออกจากช่องคอและช่องปากหรือเชื่อมต่อกับช่องจมูกเข้ากับช่องคอและช่องปาก (ดูภาพที่ 2.8) เพดานอ่อนสามารถยกขึ้นไปจรดกับผนังคอหรือลดต่ำลงก็ได้ ด้วยความสามารถในการยกขึ้นหรือลดต่ำลงนี้ ทำให้เพดานอ่อนเปรียบเสมือนกลไกในการควบคุมกระแสลมให้ผ่านออกไปทางช่องปากหรือช่องจมูก ซึ่งมี 3 ลักษณะ ดังนี้ (O'Connor, 1973; Ball and Rahilly, 1999) (ดูภาพที่ 2.9)

1. เมื่อเพดานอ่อนยกขึ้นจนไปชิดติดกับผนังคอ กระแสลมจะไม่สามารถผ่านเข้าไปสู่ช่องจมูกได้ จึงผ่านออกไปทางช่องปากได้เพียงทางเดียว เสียงที่ได้จะเรียกว่า *เสียงธรรมดา (oral sound)*

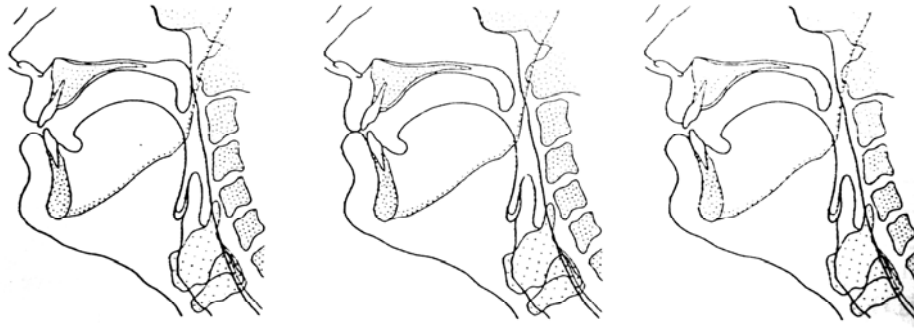
2. เมื่อเพดานอ่อนลดต่ำลง ทำให้เกิดการเปิดระหว่างช่องคอกับช่องจมูก การเปิดนี้ เรียกว่า การเปิดช่องเพดานอ่อน (velopharyngeal port หรือ velar port) (Pickett, 1998 และ Ball and Rahilly, 1999) ทำให้ช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูกเชื่อมต่อกัน ในขณะเดียวกัน ก็มีการกักกั้นกระแสลมที่ฐานกรณต์คู่ใดคู่หนึ่งในบริเวณช่องปาก เป็นเหตุให้กระแสลมไม่สามารถผ่านออกไปทางช่องปากได้ กระแสลมจึงผ่านออกไปทางช่องจมูกได้เพียงทางเดียว เสียงที่ได้จะเรียกว่า *เสียงนาสิก (nasal sound)*

3. เมื่อเพดานอ่อนลดต่ำลง ทำให้ช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูกเชื่อมต่อกัน แต่ไม่มีการกักกั้นกระแสลมที่ฐานกรณต์คู่ใดๆ ในบริเวณช่องปาก ดังนั้น กระแสลมจึงสามารถผ่านออกไปได้ทั้งทางช่องปากและช่องจมูก เสียงที่ได้ในลักษณะนี้ เรียกว่า *เสียงขึ้นจมูก (nasalized sound)*

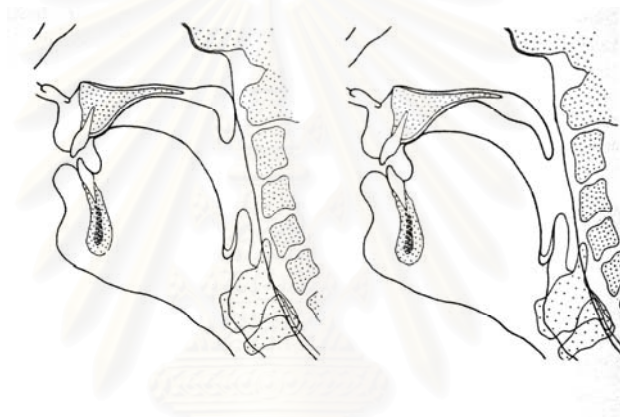
ช่องจมูกซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสลม จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ทั้งในด้านรูปร่างและขนาด ไม่ว่าจะออกเสียงพยัญชนะนาสิกเสียงใดก็ตาม ดังนั้น ค่าความถี่ของเสียงพยัญชนะนาสิก [m n ŋ] จึงไม่แตกต่างกันมากนัก แต่อย่างไรก็ตาม จะมีความแตกต่างกันที่ความยาวของช่องทางเดินเสียงที่เชื่อมกันจากช่องคอถึงช่องจมูกและตำแหน่งการกักกั้นกระแสลมที่ช่องปาก เช่น [m] มีช่องทางเดินเสียงยาวที่สุด รองลงมาเป็น [n] และ [ŋ] มีช่องทางเดินเสียงสั้นที่สุด (Pickett, 1998 และ Ball and Rahilly, 1999)



ภาพที่ 2.8 ช่องทางเดินเสียงที่ประกอบด้วย ช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูก (ปรับจาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 6)



ภาพที่ 2.9 สภาพของเพดานอ่อนในขณะออกเสียงธรรมดา (ภาพซ้าย) เสียงนาสิก (ภาพกลาง) และเสียงขึ้นจมูก (ภาพขวา) (จาก Ball and Rahilly, 1999 หน้า 46)



ภาพที่ 2.10 ลักษณะของเพดานอ่อนในขณะออกเสียงพยัญชนะ [d] (ภาพซ้าย) กับ [n] (ภาพขวา) (ปรับจาก Ashby and Maidment, 2005 หน้า 54)

เสียงนาสิกที่มีอยู่ในภาษา แบ่งออกเป็นเสียงพยัญชนะนาสิก และเสียงสระนาสิก ในการออกเสียงพยัญชนะนาสิก (nasal consonant) จะเกิดการกักกั้นกระแสลมที่ฐานกรณ์คู่หนึ่งในช่องปาก ซึ่งเหมือนกับการออกเสียงประเภทเสียงกัก แต่แตกต่างกันที่เสียงพยัญชนะนาสิกจะมีกระแสลมออกมาทางช่องจมูก ยกตัวอย่างเช่น [n] เกิดจากการกักกั้นกระแสลมที่ปลายลิ้นและปุ่มเหงือกพร้อมกันกับที่เพดานอ่อนลดต่ำลงและเกิดการเปิดช่องเพดานอ่อน กระแสลมจึงผ่านไปทางช่องจมูกเพียงทางเดียว (ดูภาพที่ 2.10) ส่วนในขณะออกเสียงสระ จะเกิดการลดต่ำลงของเพดานอ่อน ช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูกเชื่อมต่อกัน ทำให้กระแสลมสามารถผ่านออกมาทางช่องจมูกด้วย กล่าวคือ มีกระแสลมผ่านออกมาทั้งทางช่องปากและช่องจมูก โดยทั่วไป จะเรียกว่า **สระนาสิก (nasal vowel)** เช่น [ẽ], [ã], [õ] แต่สำหรับเสียงสระที่เป็นเสียงสระธรรมดาซึ่งได้รับอิทธิพลจากเสียงพยัญชนะนาสิกที่อยู่ข้างหน้าหรืออยู่ข้างหลัง หรือทั้งข้างหน้าและข้างหลัง จะถูกเรียกว่า **สระเสียงขึ้นจมูก (nasalized vowel)** ในบางภาษา สระนาสิก ถือเป็นหน่วยเสียง (phoneme) เช่น ภาษา



มลาญูถิ่นปัตตานี ในคำว่า /kotʔ/ แปลว่า ‘สั้นมาก’ และ คำว่า /kotw/ แปลว่า ‘กล่อง’ และภาษาฝรั่งเศส ในคำว่า /fe/ แปลว่า ‘ความจริง’ และ คำว่า /fɛ/ แปลว่า ‘ตอนจบ’

ในขณะที่ออกเสียงนาสิก เมื่อเพดานอ่อนลดต่ำลง ช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูกจะเชื่อมต่อกัน โดยที่ช่องคอ-ช่องจมูกเป็นช่องทางเดินเสียงหลัก และช่องปากเป็นช่องทางเดินเสียงรอง เมื่อใดก็ตามที่เกิดช่องทางเดินเสียงหลักพร้อมกับช่องทางเดินเสียงรอง จะเกิดการกำทอนที่เรียกว่า antiresonance ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้ความถี่ฟอร์แมนท์ลดลง (Fant, 1960; Pickett, 1998; Stevens, 2000; Johnson, 2003)

การกำหนดลักษณะของพยัญชนะนาสิกสามารถทำได้โดยดูจากลักษณะทางกายภาพ 2 ลักษณะ คือ 1) ลักษณะก้องต่ำทุ้มของเสียงนาสิก (nasal murmur) ซึ่งเป็นเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงการกักกั้นกระแสลม (closure phase) และ 2) ช่วงการปรับเปลี่ยน (transition) ของเสียงสระที่อยู่ข้างหน้าหรือข้างหลังพยัญชนะนาสิก Pickett (1998) ได้นำเสียงพยัญชนะนาสิกมาเปรียบเทียบกับพยัญชนะกักก้องและพบความแตกต่างทางกายภาพ ดังนี้

1) กระแสลมที่ถูกกักไว้ในขณะออกเสียงพยัญชนะกักจะระเบิดพุ่งออกมา (release burst) หลังการแยกออกจากกันของฐานกรณ์ แต่สำหรับเสียงพยัญชนะนาสิก กระแสลมจะไม่มีลักษณะเช่นนี้ เพราะการเปิดช่องเพดานอ่อน (velar port) ทำให้กระแสลมสามารถไหลออกได้อย่างต่อเนื่อง ความดันอากาศในช่องคอจึงไม่เพิ่มขึ้น

2) ลักษณะก้องต่ำทุ้มของเสียงพยัญชนะนาสิกจะมีความเข้มมากกว่าของเสียงพยัญชนะกักก้อง เพราะลักษณะก้องต่ำทุ้มของเสียงพยัญชนะนาสิกที่เกิดขึ้นในช่วงการกักกั้นกระแสลมนั้นสามารถกระจายออกไปยังช่องจมูกได้ แต่จะไม่เกิดลักษณะเช่นนี้กับเสียงพยัญชนะกักก้อง

3) เสียงพยัญชนะนาสิกจะทำให้เสียงสระที่อยู่ประชิดหน้าหลังมีลักษณะเสียงขึ้นจมูก Pickett (1998) ได้เปรียบเทียบแผ่นภาพคลื่นเสียงของวลีสองวลีคือ ‘a buyer’ [əbaɪr] กับ ‘a mire’ [əmaɪr] (ดูภาพที่ 2.11 ประกอบ) เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเสียงพยัญชนะกักก้อง [b] กับเสียงพยัญชนะนาสิก [m] จะเห็นได้ว่า ลักษณะก้องต่ำทุ้มนาสิก ของ [m] มีความเข้มมากกว่าของ [b] นอกจากนี้ [m] ยังมีอิทธิพลต่อเสียงสระที่ตามมาข้างหลัง คือ ทำให้เสียงสระที่ตามมามีลักษณะเป็นเสียงขึ้นจมูก และลักษณะการออกเสียงขึ้นจมูก (nasalization) นี้เอง ที่ทำให้ความถี่ฟอร์แมนท์ในช่วงปรับเปลี่ยน (transition) เกิดการเปลี่ยนแปลง คือ ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ในช่วงปรับเปลี่ยนของเสียงสระที่ตามหลัง [m] จะน้อยกว่าค่าความถี่ของเสียงสระที่ตามหลัง [b] ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 2 จะไม่ได้รับผลกระทบมากนัก ส่วนค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 3 จะไม่ปรากฏในช่วงแรกของการปรับเปลี่ยนประมาณ 50 msec. หลังจากนั้นจึงจะปรากฏขึ้น ผลกระทบของเสียงพยัญชนะนาสิกที่มี

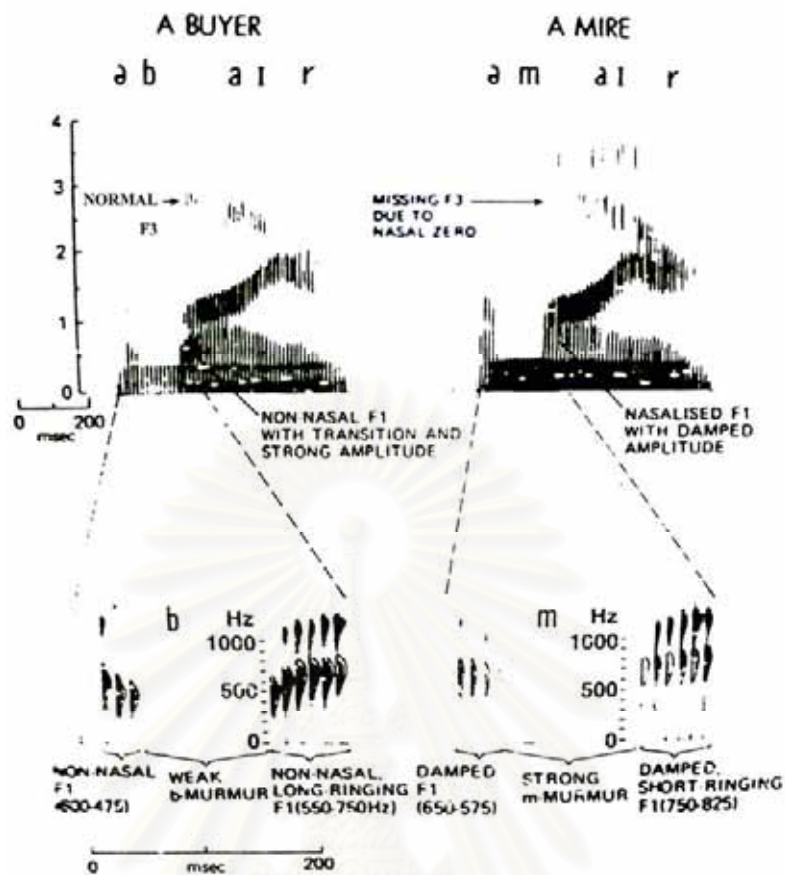
ต่อค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 และ 3 ของเสียงสระที่ตามมานั้น จะเปลี่ยนแปลงไปตามเสียงพยัญชนะนาสิกและเสียงสระที่เกิดร่วมกัน

ปกติแล้ว หากเสียงสระอยู่ติดกับเสียงพยัญชนะนาสิกก็จะได้รับอิทธิพลจากเสียงพยัญชนะนาสิกนั้น โดยได้รับลักษณะเสียงขึ้นจมูกเพียงบางส่วน หมายความว่า ถ้าเสียงสระอยู่ข้างหลังพยัญชนะนาสิก เสียงสระนั้นจะได้รับอิทธิพลเฉพาะช่วงต้นที่มีการปรับเปลี่ยนจากพยัญชนะนาสิกมาเป็นสระ ถ้าเสียงสระอยู่ข้างหน้าพยัญชนะนาสิก ก็จะได้รับอิทธิพลเฉพาะช่วงหลังที่มีการปรับเปลี่ยนจากเสียงสระมาเป็นเสียงพยัญชนะนาสิก นอกจากนี้ เสียงสระที่อยู่ระหว่างเสียงพยัญชนะนาสิก กล่าวคือ เป็นเสียงสระซึ่งเกิดในคำที่มีพยัญชนะต้นและพยัญชนะท้ายเป็นเสียงพยัญชนะนาสิก ก็จะได้รับอิทธิพลทั้งช่วงต้นและช่วงท้ายของสระจนกลายเป็นสระเสียงขึ้นจมูกทั้งสระ

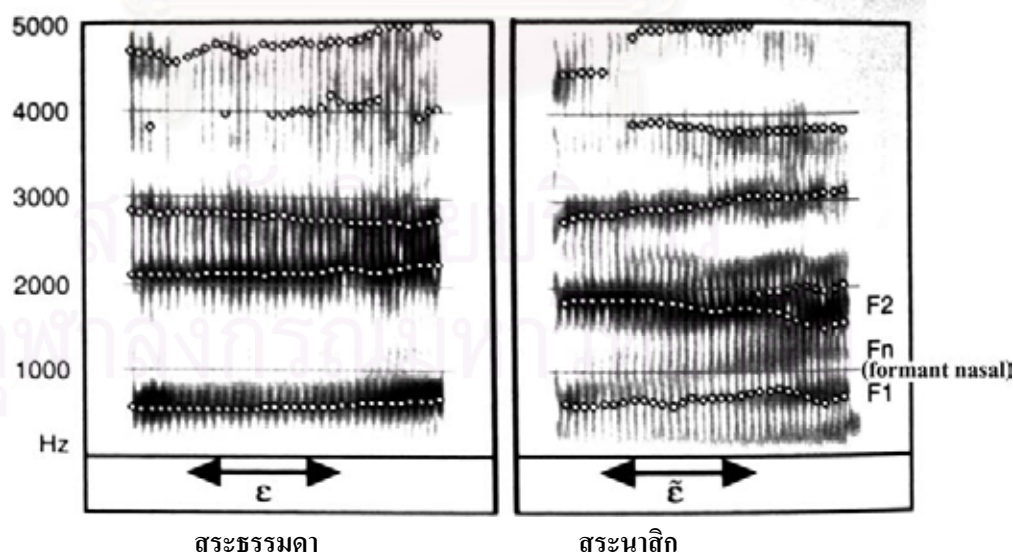
Fant (1960) ได้สรุปลักษณะสำคัญของเสียงสระนาสิกที่ได้จากงานวิจัยของ Smith (1951), Delattre (1951) และ House and Stevens (1956) ว่า ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ของเสียงสระนาสิกจะลดลง เพราะเกิดการต้านการกำทอน (antiresonance) และความกว้างของช่วงกรอง (bandwidth) ที่เพิ่มขึ้น

Ladefoged (2003) ได้เปรียบเทียบแผ่นภาพคลื่นเสียงของเสียงสระธรรมดา กับเสียงสระนาสิกในภาษาฝรั่งเศส คือ เสียงสระธรรมดา [e] ของคำว่า 'le' แปลว่า 'น้ำเกล็ด' และเสียงสระนาสิก [ɛ̃] ของคำว่า 'le' แปลว่า 'ปาน' จากภาพที่ 2.12 ด้านขวาซึ่งเป็นแผ่นภาพคลื่นเสียงของเสียงสระ [ɛ̃] จะมีแถบสีดำแสดงความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ซึ่งจะจางกว่าแผ่นภาพคลื่นเสียงในด้านซ้ายซึ่งก็คือเสียงสระ [e] บริเวณตรงกลางระหว่างความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 จะมีแถบสีดำจางๆปรากฏขึ้นตรงช่วงปลายของเสียงสระ เรียกว่า formant nasal (Fn) นอกจากนี้ ความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ของเสียงสระนาสิกจะต่ำกว่าเสียงสระธรรมดาอย่างเห็นได้ชัด

นอกจากนี้ Cox (2005) ได้อธิบายไว้ว่า ลักษณะการออกเสียงขึ้นจมูก (nasalization) จะรับรู้ได้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับความต้านทางกายภาพ (acoustic impedance) ที่เกิดขึ้นในช่องปากและช่องจมูก ยังมีความต้านมาก การรับรู้ถึงเสียงขึ้นจมูกจะมีมากเช่นกัน ในการออกเสียงขึ้นจมูก กรณ์ของสระต่ำ จะมีความต้านทางกายภาพในช่องปากน้อย ดังนั้น การเปิดช่องเพดานอ่อนจะต้องมีมากพอ เพื่อให้สามารถรับรู้ถึงเสียงขึ้นจมูกได้ แต่เมื่อออกเสียงสระสูง จะเกิดความต้านทางกายภาพในช่องปากมากกว่า ดังนั้น การเปิดช่องเพดานอ่อนเพียงนิดหน่อยก็สามารถทำให้รับรู้ถึงลักษณะเสียงขึ้นจมูกได้



ภาพที่ 2.11 เปรียบเทียบแผ่นภาพคลื่นเสียงของวลี ‘a buyer’ [əbaɪr] กับ ‘a mire’ [əmaɪr] (จาก Pickett, 1998 หน้า 116)



ภาพที่ 2.12 แผ่นภาพคลื่นเสียงของคำว่า ‘le’ และ ‘lè’ ในภาษาฝรั่งเศส (ปรับจาก Ladefoged, 2003 หน้า 136)

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสระนาสิก (nasal vowel) และสระเสียงขึ้นจมูก (nasalized vowel)

จากการทบทวนวรรณกรรม พบงานวิจัยที่ศึกษาสระนาสิกและสระเสียงขึ้นจมูกในแง่มุมต่างๆ ได้แก่ งานวิจัยทางกลศาสตร์ที่วิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนท ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม และงานวิจัยทางสรีรศาสตร์ เพื่อดูกลไกในการเคลื่อนที่ของเพดานอ่อน การเปิดช่องเพดานอ่อน และอวัยวะอื่นๆที่ใช้ในการออกเสียงนาสิก ต่อไปนี้เป็นการสรุปประเด็นสำคัญของงานวิจัยแต่ละชิ้นที่ศึกษาสระนาสิกและสระเสียงขึ้นจมูกในภาษาต่างๆ

### 2.4.1 งานวิจัยทางด้านกลศาสตร์

งานวิจัยทางด้านกลศาสตร์ของสระนาสิกที่พบจะเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบเสียงสระนาสิกกับเสียงสระธรรมดาในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนท ได้แก่

Hawkins and Steven, 1985 (อ้างใน Pickett, 1998) พบว่าเสียงสระนาสิกในภาษา Gujarati มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 2 และ 3 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสระเสียงขึ้นจมูกในภาษาอังกฤษก็พบว่ามีลักษณะเช่นเดียวกัน คือ สระเสียงขึ้นจมูกมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 2 และ 3 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา

Maeda, 1993 (อ้างใน Takeuchi and Arai, n.d.) พบว่าเสียงสระนาสิกจะมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ต่ำ ซึ่งเกิดมาจากการลดต่ำลงของเพดานอ่อนและเกิดช่องกำทอนเพิ่มขึ้นในช่องจมูก

Pickett (1998) อ้างถึง Noel Nguyen นักสัทศาสตร์ที่ได้เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนทของเสียงสระธรรมดากับเสียงสระนาสิกในภาษาฝรั่งเศสไว้ว่า เสียงสระนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 2 และ 3 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา นอกจากนี้ Pickett และ Fant (1960) ได้กล่าวว่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 เป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้เสียงสระนาสิกแตกต่างจากเสียงสระธรรมดา และค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 จะลดลง เนื่องจากการเปิดช่องเพดานอ่อนที่ทำให้เกิดการต้านการกำทอน (antiresonance)

Delvaux, Metens and Soquet (2002) ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบสระนาสิกกับสระธรรมดาในภาษาฝรั่งเศสจากคำพูดเดี่ยว ทั้งในทางสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ พบว่า ในการออกเสียงสระนาสิก ระดับลิ้นจะอยู่สูงกว่า จึงทำให้มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา และลิ้นจะเคลื่อนไปข้างหลังมากกว่า จึงทำให้มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา โดยเฉพาะ



ในการออกเสียงสระหลัง [ɔ] และ [ɑ] ริมฝีปากจะห่อมาก จึงทำให้มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 ต่ำกว่าเสียงสระ [ɔ] และ [a]<sup>3</sup>

Riaz (n.d) พบว่าในภาษา Urdu ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ของเสียงสระนาสิกจะต่ำลง ส่วนความกว้างของช่วงกรอง (bandwidth) จะเพิ่มขึ้น เพราะในขณะที่ออกเสียงสระนาสิก มีการเปิดช่องเพดานอ่อน ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานและส่งผลให้ค่าความถี่สั่นพ้องลดลง และค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ก็เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกันโดยเฉพาะในสระหลัง ข้อค้นพบดังที่ได้กล่าวมานี้ตรงกันกับ Pickett (1998) และ Stevens (2000)

นอกเหนือไปจากงานวิจัยที่เปรียบเทียบเสียงสระธรรมดา กับเสียงสระนาสิกแล้ว ยังมีงานวิจัยที่เปรียบเทียบสระเสียงขึ้นจมูก (nasalized vowel) กับเสียงสระธรรมดาในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนที่ด้วย ได้แก่

Kelm (1989) ได้เลือกวิเคราะห์สระ /a/ ซึ่งจะเป็นเสียงสระธรรมดา [a] เมื่ออยู่หน้าพยัญชนะกัก และเป็นสระเสียงขึ้นจมูก [ã] เมื่ออยู่หน้าพยัญชนะนาสิก เมื่อวัดค่าความถี่ฟอร์เมนที่พบว่า สระเสียงขึ้นจมูก [ã] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา [a] แสดงให้เห็นว่าลักษณะการออกเสียงขึ้นจมูก (nasalization) มีอิทธิพลทำให้สระสูงขึ้น ส่วนค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ของเสียงสระขึ้นจมูก [ã] จะสูงกว่าเสียงสระธรรมดา [a] เพียงเล็กน้อย ซึ่งแสดงว่า เสียงสระขึ้นจมูก [ã] อยู่หน้ากว่าเสียงสระธรรมดา [a]

Flagg, Cardy and Roberts (2006) ได้วิเคราะห์สระเสียงขึ้นจมูกเช่นกัน แต่เป็นสระในภาษาอังกฤษซึ่งอยู่หน้าพยัญชนะนาสิก Flagg et al. กล่าวถึงผลการวิเคราะห์ว่าสระเสียงขึ้นจมูกมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ลดลง ผลการวิเคราะห์สระเสียงขึ้นจมูกของ Flagg et al. กับ Kelm (1989) สอดคล้องกันในประเด็นที่ว่าค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ของสระเสียงขึ้นจมูกมีค่าต่ำกว่าของเสียงสระธรรมดา

นอกเหนือไปจากงานวิจัยที่วิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนของเสียงสระนาสิกและสระเสียงขึ้นจมูกแล้ว ยังมีงานวิจัยที่วิเคราะห์ค่าระยะเวลาอีกด้วย ได้แก่

Lovatto et al. (2007) วิเคราะห์สระนาสิก 3 สระ ซึ่งได้แก่ /i /, /ɛ/ และ /ũ/ ในภาษาโปรตุเกสสำเนียงบราซิล (Brazilian Portuguese) ที่ปรากฏอยู่ในตำแหน่งต้นคำ กลางคำ และท้ายคำ และคำที่ปรากฏอยู่ในกรอบประโยค ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าสระนาสิกทุกหน่วยเสียงที่อยู่ในตำแหน่งท้ายคำมีค่าระยะเวลามากกว่าสระนาสิกที่อยู่ต้นคำและกลางคำ และสระต่ำ /ɛ/

<sup>3</sup> ไม่มีสระ /ã/ ในระบบสระภาษาฝรั่งเศส จึงจัดให้สระ /ɑ/ มีคู่เทียบเสียงเป็นสระ /a/



มีค่าระยะเวลามากกว่าสระสูง /i/ และ /ü/ นอกจากนี้ เมื่อนำความสั้นยาวของเสียงสระมาเรียงลำดับกัน เสียงสระนาสิกมีค่าระยะเวลามากที่สุด (nasal vowel) รองลงมาคือสระเสียงขึ้นจมูก (nasalized vowel) และเสียงสระธรรมดา ตามลำดับ Lovatto et al. สรุปในตอนท้ายว่าเสียงสระนาสิกในภาษาโปรตุเกสสำเนียงบราซิลและภาษาฝรั่งเศส เหมือนกันในเรื่องค่าระยะเวลา นั่นคือ เสียงสระนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระธรรมดา

ข้อค้นพบของ Lovatto et al. (2007) ตรงกับที่ Lehiste (1979), Keating (1985), Ohala and Ohala (1992) และ Podesva and Adisasmito-Smith (1999) ได้กล่าวถึงความสูงต่ำของสระจะแปรผกผันกับค่าระยะเวลา โดยที่สระสูงจะมีค่าเวลาน้อยกว่าสระต่ำ นอกจากนี้ ข้อค้นพบในประเด็นค่าระยะเวลาจากงานวิจัยของ Lovatto et al. ยังตรงกับข้อค้นพบของ Whalen and Beddor, 1989 (อ้างใน Shosted, 2008) ที่ว่าความแตกต่างเรื่องค่าระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถใช้แยกเสียงสระธรรมดาออกจากเสียงสระนาสิกได้ เพราะโดยปกติแล้ว เสียงสระนาสิกจะยาวกว่าเสียงสระธรรมดา

Amelot and Rossato (2007) วิเคราะห์ค่าระยะเวลาของสระนาสิกในภาษาฝรั่งเศสจากอัตราการพูดแบบช้า ปานกลาง และเร็ว ผลที่ได้คือค่าระยะเวลาของสระนาสิกในการพูดแบบช้าจะมากที่สุดและลดลงในการพูดแบบปานกลาง และเร็ว ตามลำดับ และสรุปว่าแม้ในการพูดแบบเร็ว สระนาสิกยังคงมีค่าระยะเวลามากกว่าสระธรรมดา คือมีค่าประมาณ 100 มิลลิวินาที

นอกจากนี้ ยังมี Brooks, 1968 (อ้างใน Jones, 2005) ที่พบว่าเสียงสระนาสิกในภาษาโปแลนด์มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระธรรมดา สาเหตุอาจเป็นเพราะเกิดการสูญเสียเสียงนาสิกซึ่งอยู่หลังเสียงสระ เสียงสระจึงยาวขึ้นเพื่อทดแทนเสียงที่หายไป เรียกว่า กระบวนการทดแทนเสียง (compensatory lengthening)

สุดท้ายนี้เป็นงานวิจัยที่วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความเข้มของสระนาสิก สระเสียงขึ้นจมูก และสระธรรมดา

Delvaux, Metens and Soquet (2002) พบว่าเมื่อนำค่าความเข้มของสระในภาษาฝรั่งเศสมาเรียงลำดับกัน จะได้ดังนี้ เสียงสระธรรมดามีค่าความเข้มมากที่สุด รองลงมาคือสระเสียงขึ้นจมูก และเสียงสระนาสิกมีค่าความเข้มน้อยที่สุด

## 2.4.2 งานวิจัยทางด้านสรีรศาสตร์

นอกจากงานวิจัยทางด้านกลศาสตร์แล้ว ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาสรีรนาสิกในภาษาฝรั่งเศสทางด้านสรีรศาสตร์ การวิเคราะห์ที่ได้เน้นในเรื่องการลดต่ำลงของเพดานอ่อนและการเปิดช่องเพดานอ่อน

Didier and Bernard (1997-1998) ได้ข้อค้นพบว่าผู้ที่พูดภาษาฝรั่งเศสถิ่นเหนือกับถิ่นใต้จะออกเสียงสรีรนาสิก [ɛ], [œ], [ã] และ [ɔ] แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ด้านอากาศพลศาสตร์ (aerodynamics) แสดงให้เห็นว่าเสียงสรีรนาสิกที่ออกเสียงโดยผู้พูดภาษาฝรั่งเศสถิ่นเหนือ กระแสลมจะออกมาทางจมูกทันทีที่การกักกั้นกระแสลมของเสียงพยัญชนะที่อยู่ข้างหน้าถูกปล่อยออกเนื่องจากเพดานอ่อนลดต่ำลงตลอดทั้งช่วงระยะเวลาที่ออกเสียงสระ แต่เสียงสรีรนาสิกที่ออกเสียงโดยผู้พูดภาษาฝรั่งเศสถิ่นใต้ กระแสลมจะออกมาทางช่องจมูกเฉพาะในช่วงท้ายของเสียงสระเนื่องจากเพดานอ่อนลดต่ำลงในช่วงท้ายของเสียงสระ

ข้อค้นพบของ Didier and Bernard (1997-1998) ส่งผลให้งานวิจัยของ De Mareüil, Adda-Decker and Woehrling (2007) ได้ผลออกมาว่าผู้ที่พูดภาษาฝรั่งเศสถิ่นเหนือ มีเปอร์เซ็นต์การคงเสียงสรีรนาสิกไว้มากถึง 80% ในขณะที่ผู้ที่พูดภาษาฝรั่งเศสถิ่นใต้ มีเปอร์เซ็นต์การคงเสียงสรีรนาสิกไว้เพียง 46%

Delvaux, Metens and Soquet (2002) และ Delvaux (2003) พบว่าการลดต่ำลงของเพดานอ่อนเป็นสาเหตุที่ทำให้สรีรนาสิกและสรีรนามาในภาษาฝรั่งเศสมีความแตกต่างกันในระดับสัทวิทยา แต่การลดต่ำลงของเพดานอ่อนไม่ได้เป็นเพียงสาเหตุเดียวเท่านั้น ยังมีสาเหตุอื่นๆอีก คือ ลักษณะของอวัยวะต่างๆในช่องปาก เช่น การห่อริมฝีปาก การเคลื่อนที่ไปข้างหลังของลิ้น และการลดต่ำลงของลิ้น เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของอวัยวะในการออกเสียงเพื่อเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างช่องปากและช่องจมูก จะส่งผลให้การออกเสียงสรีรนาสิกมีกระแสลมและแรงดันลมที่แตกต่างกัน เช่น เสียงสระ [ɔ] มีกระแสลมออกทางจมูกมากที่สุด และ สระ [ã] มีน้อยที่สุด ความแตกต่างของกระแสลมนี้ได้รับอิทธิพลจากความกว้างของการเปิดช่องเพดานอ่อนและมวลรวมทางกายภาพของเสียง (total acoustic masses) นอกจากนี้ ยังพบว่าในการออกเสียงของผู้บอกภาษาแต่ละคน ตำแหน่งของลิ้นและเพดานอ่อนจะแตกต่างกันไปตามลักษณะการพูดของแต่ละคน

ต่อมา Engwall, Delvaux and Metens (2006) ได้นำงานของ Delvaux (2003) มาวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อหากลยุทธ์ในการออกเสียงสรีรนาสิกให้แตกต่างจากสรีรนามา จากการวิเคราะห์สามารถสรุปกลยุทธ์ในการออกเสียงสรีรนาสิกได้ 3 กลยุทธ์ คือ

1. ทำให้การเปิดช่องเพดานอ่อนเปลี่ยนแปลงมากที่สุด พร้อมกับคงสภาพของอวัยวะสำหรับออกเสียงในช่องปากไว้
2. ทำให้การเปิดช่องเพดานอ่อนเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่ให้ความสำคัญกับอวัยวะสำหรับออกเสียงในช่องปาก
3. ใช้ทั้งกลยุทธ์ที่ 1 และ 2 ร่วมกัน

ผลการวิเคราะห์ของ Engwall et al. สนับสนุนผลการวิเคราะห์ของ Delvaux (2003) ที่พบว่าสระ /ɔ/ มีกระแสลมออกทางจมูกมากที่สุด เพราะการเปิดช่องเพดานอ่อนมีความกว้างมากที่สุด นอกจากนี้ ยังพบว่าในขณะที่ออกเสียงสระ /ã/ และ /ɔ/ ช่องทางเดินเสียงจะสั้นกว่าขณะออกเสียงสระ /a/ และ /o/

Raja (2006) พบว่าสระธรรมดาจะเป็นสระเสียงขึ้นจมูกเพราะได้รับอิทธิพลจากพยัญชนะนาสิกที่อยู่ข้างหลังมากกว่าได้รับอิทธิพลจากพยัญชนะนาสิกที่อยู่ข้างหน้า จึงทำให้ในการออกเสียงสระธรรมดาที่อยู่ข้างหน้าพยัญชนะนาสิก เพดานอ่อนจะต่ำลงมากกว่าการออกเสียงสระธรรมดาที่อยู่ข้างหลังพยัญชนะนาสิก

ข้อค้นพบของ Raja (2006) ตรงกับที่ Kawasaki, 1986 (อ้างใน Laver, 1994) ได้กล่าวไว้ว่าโดยทั่วไป พยางค์ที่มีพยัญชนะท้ายเป็นเสียงนาสิกจะส่งผลให้สระกลายเป็นสระเสียงขึ้นจมูกได้มากกว่าพยางค์ที่มีพยัญชนะต้นเป็นเสียงนาสิก เพราะเพดานอ่อนจะลดต่ำลงก่อนที่จะเริ่มออกเสียงพยัญชนะท้าย ภาษาที่มีลักษณะเช่นนี้ ยกตัวอย่างเช่น ภาษาอังกฤษ ภาษาตะกาลอก ภาษาคูนิเซีย แต่ก็มีบางภาษาที่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม คือ พยางค์ที่มีพยัญชนะต้นเป็นเสียงนาสิกจะส่งผลให้สระกลายเป็นสระเสียงขึ้นจมูกได้มากกว่าพยางค์ที่มีพยัญชนะท้ายเป็นเสียงนาสิก เช่น ภาษา Loma ภาษา Mazatec และ ภาษา Nama

Amelot and Rossato (2007) พบว่าในขณะที่ออกเสียงสระธรรมดาและพยัญชนะธรรมดา ความสูงต่ำของเพดานอ่อนจะอยู่ในระดับเดียวกัน แต่ในขณะที่ออกเสียงสระนาสิก เพดานอ่อนจะอยู่ต่ำกว่าขณะออกเสียงพยัญชนะนาสิก และในการออกเสียงนาสิก เพดานอ่อนจะอยู่ต่ำกว่าในการออกเสียงธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังพบว่าการออกเสียงสระธรรมดาที่อยู่ข้างหน้าพยัญชนะนาสิกหรืออยู่ตรงกลางระหว่างพยัญชนะนาสิก เพดานอ่อนจะต่ำกว่าการออกเสียงสระธรรมดาที่อยู่ข้างหลังพยัญชนะนาสิก ซึ่งประเด็นนี้ตรงกับข้อค้นพบของ Raja (2006) และ Kawasaki, 1986 (อ้างใน Laver, 1994)

นอกเหนือไปจากการวิเคราะห์ทางสรีรศาสตร์ที่ดูการเคลื่อนที่ของเพดานอ่อนแล้ว ยังมีงานวิจัยที่วัดระดับความเป็นเสียงนาสิกของสระนาสิกและกลวิธีการออกเสียงสระนาสิกโดยผู้พูดภาษาที่ไม่มีสระนาสิก ได้แก่

Galvao (1998) วัดระดับความเป็นเสียงนาสิกของสระนาสิกในภาษาโปรตุเกสสำเนียงโอเบอเรียน (Portuguese Iberian) โดยใช้เครื่องมือซึ่งเรียกว่า Kay Nasometer ได้ข้อค้นพบว่าการปรากฏอยู่ของพยัญชนะนาสิกจะช่วยให้การออกเสียงสระนาสิกบรรลุเป้าหมายมากที่สุด แต่ระดับของความเป็นนาสิกนั้น จะขึ้นอยู่กับความสูงต่ำของสระ กล่าวคือ ในขณะที่ออกเสียงสระสูงมีการคอดตัวของช่องทางเดินของกระแสมากกว่าในช่องปากมากกว่า จึงส่งผลให้อัตราความเป็นนาสิกมีมากกว่าในขณะที่ออกเสียงสระต่ำ ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปที่เกิดขึ้นในภาษาอื่นๆ ที่มีสระนาสิกในระบบสระ

Takeuchi and Arai (n.d.) พบว่านักเรียนมัธยมปลายชาวญี่ปุ่นมีวิธีในการออกเสียงสระนาสิกโดยการเหยียดริมฝีปากหรืออ้าปากให้น้อยลง เพื่อให้ได้เสียงสระนาสิกที่เหมือนต้นแบบมากที่สุด

## 2.5 งานวิจัยสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีและภาษาอื่นๆ ในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีระบบสระคล้ายคลึงกัน

จากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยในอดีต ทำให้ได้พบงานวิจัยเกี่ยวกับสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี และในภาษาอื่นๆ ที่มีระบบสระคล้ายคลึงกัน เช่น งานวิจัยที่ศึกษาระบบสระในภาษาม้งขาว และภาษากันชิว (ภาษาเงาะซาไก) เป็นต้น ต่อไปนี้จะได้นำเสนองานวิจัยและข้อค้นพบต่างๆ ของงานแต่ละชิ้น

ภาษามลายูถิ่นปัตตานีอยู่ในตระกูลออสโตรนีเซียน ซึ่งเป็นตระกูลภาษาหนึ่งของภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ งานวิจัยที่นำภาษามลายูถิ่นปัตตานีมาวิเคราะห์ในแง่มุมต่างๆ มีหลายชิ้นด้วยกัน ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 ถ้าจะกล่าวถึงงานวิจัยที่เป็นการศึกษาทางกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงสระ มีงานวิจัยของกุสุมา เลาะเด (2547) และ Phanintra Teeranon (2007) งานวิจัยทั้งสองชิ้นนี้มีได้เป็นงานที่มุ่งศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระในระบบสระของภาษามลายูถิ่นปัตตานีโดยตรง แต่เป็นการศึกษาในเรื่องค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลาของเสียงสระที่สัมพันธ์กับพยัญชนะท้าย ซึ่งมีรายละเอียดข้อค้นพบของงานทั้งสองดังนี้

กุสุมา เลาะเด (2547) นำสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีที่พูดในจังหวัดปทุมธานีกับจังหวัดปัตตานีมาวิเคราะห์หาค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลาที่มีความสัมพันธ์กับพยางค์ที่ไม่มีพยัญชนะท้ายและพยางค์ที่มีพยัญชนะท้ายเป็น /ʔ/, /h/, /ŋ/ ผลจากการวิเคราะห์พบว่าค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลาของสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีที่พูดในจังหวัดปทุมธานีและจังหวัดปัตตานีมีลักษณะเหมือนกัน คือ สระในพยางค์ที่ไม่มีพยัญชนะท้ายมีค่าระยะเวลามากที่สุด แต่มีค่าความถี่มูลฐานน้อยที่สุด ส่วนสระในพยางค์ที่มีเสียงพยัญชนะท้ายเป็น /ŋ/ มีค่าระยะเวลามากกว่าสระในพยางค์ที่มีเสียงพยัญชนะท้ายเป็น /ʔ/ และ /h/ ตามลำดับ แต่สระที่อยู่ข้างหน้าเสียงพยัญชนะท้ายสองเสียงนี้ก็กลับมีค่าความถี่มูลฐานมากกว่าสระในพยางค์ที่มีเสียงพยัญชนะท้าย /ŋ/ และพยางค์ที่ไม่มีเสียงพยัญชนะท้าย

Phanintra Teeranon (2007) ศึกษาความเป็นไปได้ของการเกิดวรรณยุกต์ในภาษามลายูถิ่นในประเทศไทยที่สะท้อนให้เห็นจากการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์ ในการเก็บข้อมูลใช้สระ 3 หน่วยเสียง คือ /i/, /u/, /a/ สระเหล่านี้ปรากฏหลังพยัญชนะไม่ก้อง /p/, /t/, /k/ และพยัญชนะก้อง /b/, /d/, /g/ ในคำสองพยางค์ ผลการวิจัยพบว่า สระสูงมีค่าความถี่มูลฐานที่สูงกว่าสระต่ำ ซึ่งเป็นระดับเสียงประจำสระ (intrinsic pitch) สระสูงและสระต่ำได้รับอิทธิพลจากความก้องของพยัญชนะ ดังนั้น สระ /i/, /u/, /a/ ที่อยู่หลังพยัญชนะไม่ก้องมีค่าความถี่มูลฐานสูงกว่าสระสูงที่อยู่หลังพยัญชนะก้อง นอกจากนี้ ข้อค้นพบยังแสดงให้เห็นว่าเมื่อสระสูงอยู่หลังพยัญชนะก้อง จะมีค่าความถี่มูลฐานต่ำกว่าสระต่ำที่อยู่หลังพยัญชนะไม่ก้อง สรุปได้ว่า อิทธิพลของระดับเสียงประจำสระมีน้อยกว่าอิทธิพลของความก้องของพยัญชนะต้นในการที่จะวิวัฒนาการเป็นวรรณยุกต์ และเป็นไปได้ว่าภาษามลายูถิ่นที่พูดในจังหวัดปทุมธานี อาจจะกลายเป็นภาษาที่มีวรรณยุกต์ได้ในอนาคต เพราะอิทธิพลของพยัญชนะต้น

นอกจากภาษามลายูถิ่นปัตตานีซึ่งนำมาศึกษาในงานวิจัยนี้แล้ว ยังมีภาษาในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อีก 2 ภาษา ในระบบสระของภาษาทั้งสองนี้มีทั้งสระธรรมดาและสระนาสิก คือ ภาษาม้งขาว ซึ่งอยู่ในตระกูลภาษาม้ง-เมี่ยน และภาษากันชีว ซึ่งอยู่ในตระกูลภาษามอญ-เขมร ระบบสระในภาษาม้งขาว ประกอบด้วย สระธรรมดา 6 หน่วยเสียง สระนาสิก 2 หน่วยเสียง (ตารางที่ 2.4) และสระประสม 5 หน่วยเสียง คือ /ia/, /ai/, /ai/, /au/, /ua/ และความสั้นยาวของเสียงสระไม่มีนัยสำคัญในทางภาษาศาสตร์ (Fuller, 1988)



ตารางที่ 2.5 ระบบสระภาษาม้ง

	ตำแหน่งของลิ้น				
	หน้า		กลาง	หลัง	
	สระธรรมดา	สระนาสิก	สระธรรมดา	สระธรรมดา	สระนาสิก
สูง	i	-	i	u	-
กลาง	e	ẽ	-	-	õ
ต่ำ	-	-	a	ɔ	-

(ปรับจาก Fuller, 1988)

ส่วนระบบสระในภาษากันชิว นั้น มีงานวิจัยที่ได้จัดระบบสระไว้ 2 ชั้น คือ Phaiboon Duangchand (1984) และ Bishop (1995) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Duangchand (1984) วิเคราะห์ให้มีสระเดี่ยว 15 หน่วยเสียง แบ่งออกเป็น สระเดี่ยวธรรมดา 9 หน่วยเสียง และสระเดี่ยวนาสิก 6 หน่วยเสียง (ตารางที่ 2.5) และสระประสมมี 4 หน่วยเสียง แบ่งเป็น สระประสมธรรมดา 2 หน่วยเสียง คือ /ia/, /ua/ และสระประสมนาสิก 2 หน่วยเสียง คือ /iã/, /uã/

ตารางที่ 2.6 ระบบสระภาษากันชิว

	ตำแหน่งของลิ้น					
	หน้า		กลาง		หลัง	
	สระธรรมดา	สระนาสิก	สระธรรมดา	สระนาสิก	สระธรรมดา	สระนาสิก
สูง	i	ĩ	i	ĩ	u	ũ
กลาง	e	-	o	-	o	-
ต่ำ	ɛ	ẽ	a	ã	ɔ	õ

(ปรับจาก Phaiboon Duangchand, 1984)

ต่อมา งานของ Bishop (1995) ซึ่งเป็นงานรุ่นหลังที่ได้นำวิธีทางกลศาสตร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์สระในภาษากันชิว วิเคราะห์ให้มีสระเดี่ยว 26 หน่วยเสียง แบ่งออกเป็น สระเดี่ยวธรรมดา 14 หน่วยเสียง และสระเดี่ยวนาสิก 12 หน่วยเสียง (ตารางที่ 2.6) และสระประสม 2 หน่วยเสียง แบ่งออกเป็น สระประสมธรรมดา 1 หน่วยเสียง คือ /ie/ และสระประสมนาสิก 1 หน่วยเสียง คือ /iẽ/

ตารางที่ 2.7 ระบบสระภาษาถิ่นจีน

	ตำแหน่งของลิ้น					
	หน้า		กลาง		หลัง	
	สระธรรมดา	สระนาสิก	สระธรรมดา	สระนาสิก	สระธรรมดา	สระนาสิก
สูง	i	ĩ	u	ũ	u	ũ
เกือบสูง	ɪ	ĩ	-	-	-	-
กลาง-สูง	e	ẽ	ø	-	o	õ
กลาง	e	ẽ	o	-	o	õ
กลาง-ต่ำ	ɛ	ẽ	ʌ	ã	ɔ	õ
ต่ำ	-	-	a	ã	-	-

(ปรับจาก Bishop, 1995)

งานวิจัยเสียงสระในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีภาษาที่มีระบบสระแบบสระธรรมดา กับสระนาสิก 3 ภาษา คือ ภาษามลายูถิ่นปัตตานี ภาษาม้งขาว และภาษาถิ่นจีน (ภาษาเงาซาไก) และงานวิจัยเกี่ยวกับภาษาเหล่านี้มีเพียงไม่กี่ชิ้น คือ Phanintra Teeranon (2007) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าความถี่มูลฐานของสระสูง-ต่ำกับพยัญชนะต้นก้อง-ไม่ก้องในภาษามลายูถิ่นปัตตานี เช่นเดียวกับ กุสุมา เลาะเด (2547) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลาของเสียงสระกับเสียงพยัญชนะท้ายในภาษามลายูถิ่นปัตตานี แต่งานทั้งสองชิ้นนี้มิได้เป็นงานที่วิเคราะห์เสียงสระโดยตรง สุภาพร พลพัฒน์ (2550) วิเคราะห์เสียงสระในภาษาม้ง แต่เลือกศึกษาเฉพาะเสียงสระธรรมดา ในขณะที่ Phaiboon Duangchand (1984) และ Bishop (1995) วิเคราะห์ระบบสระในภาษาถิ่นจีน และ Fuller (1988) วิเคราะห์ระบบสระในภาษาม้งขาว

จากการทบทวนวรรณกรรมไม่พบว่าม้งงานวิจัยทางกลศาสตร์ที่วิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะทางกลศาสตร์ของสระธรรมดา กับสระนาสิกในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกภาษามลายูถิ่นปัตตานีซึ่งเป็นภาษาที่มีระบบสระแบบสระธรรมดา กับสระนาสิก (/v/ vs. /ṽ/) มาศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิก และเปรียบเทียบพฤติกรรมความแตกต่างระหว่างเสียงสระทั้งสองประเภท ในประเด็นค่าความถี่ฟอร์เมนต์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม รวมทั้งนำข้อค้นพบที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อค้นพบในภาษาอื่นๆที่มีระบบสระเป็นแบบ /v/ vs. /ṽ/ เหมือนกัน

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยหลายขั้นตอนด้วยกัน ในบทนี้จะได้นำเสนอวิธีดำเนินการวิจัยอย่างละเอียดทีละขั้นตอน โดยจะเริ่มอธิบายตั้งแต่ การกำหนดจุดในการเก็บข้อมูล การคัดเลือกผู้บอกภาษา การสร้างคำตัวอย่างและจำนวนคำทดสอบซึ่งเริ่มต้นด้วยการรวบรวมคำศัพท์ ลักษณะของคำที่จะนำมาทำเป็นคำตัวอย่าง รายการคำตัวอย่าง และจำนวนคำทดสอบ จากนั้นจะอธิบายถึงการบันทึกเสียงและการวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ โดยเริ่มจากขั้นตอนการบันทึกเสียง การเตรียมคำทดสอบเพื่อวัดค่าทางกลศาสตร์ของสระ จากนั้น จะอธิบายถึงการวัดค่าทางกลศาสตร์ ได้แก่ ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม รวมทั้งการนำสถิติมาใช้ประกอบการวิเคราะห์หัยสำคัญของความแตกต่าง โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่านัยสำคัญทางสถิติ และสุดท้ายคือการนำเสนอผลการวิจัย รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

#### 3.1 การกำหนดจุดในการเก็บข้อมูล

แม้ว่าภาษามลายูถิ่นปัตตานีจะพูดกันมากที่สุดที่สุดในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ คือ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส แต่ผู้วิจัยได้เลือกเก็บข้อมูลที่จังหวัดปัตตานี ในตำบลรูสะมิแล อำเภอเมือง เนื่องจากตำบลรูสะมิแลเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ดังนั้น การเก็บข้อมูลภายในมหาวิทยาลัย จึงมีความปลอดภัยสูงและมีความสะดวก ประกอบกับผู้วิจัยได้รู้จักกับอาจารย์หลายท่านซึ่งสอนอยู่ในคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จึงทำให้การเก็บข้อมูลได้รับการช่วยเหลือเป็นอย่างดีในทุกๆด้าน

#### 3.2 การคัดเลือกผู้บอกภาษา

ผู้วิจัยเลือกผู้บอกภาษาที่เป็นนักศึกษาชายที่มีอายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 10 คน ด้วยเหตุผลที่ว่า จุดเก็บข้อมูลเป็นมหาวิทยาลัยจึงมีนักศึกษาจำนวนมาก ทำให้สามารถเลือกผู้บอกภาษาได้ตามความต้องการ และเลือกนักศึกษาที่เป็นเพศชาย เพราะนักศึกษาเพศหญิงที่เป็นชาวไทยมุสลิมมีนิสัยขี้อาย ไม่ค่อยพูดและเสียงค่อนข้างเบา ซึ่งอาจส่งผลต่อการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยพบว่ามีกรณีการแปรในการใช้คำศัพท์ของผู้พูดภาษามลายูถิ่นปัตตานีซึ่งเกิดและเติบโตในจังหวัดยะลาและจังหวัดนราธิวาส (เปรมินทร์ คาระวี, 2544) และการแปรนี้อาจจะส่งผลต่อการเลือกคำศัพท์มาใช้เป็นคำตัวอย่าง จึงเป็นการดีถ้าผู้บอกภาษาทุกคนรวมทั้งบิดามารดาของผู้บอก

ภาษาเป็นผู้ที่เกิด เติบโต และอาศัยอยู่ในจุดเก็บข้อมูล ตลอดจนใช้ภาษามลายูถิ่นปัตตานีเป็นส่วนใหญ่ในชีวิตประจำวัน แต่ก็สามารถสื่อสารด้วยภาษาไทยได้เช่นกัน นอกจากนี้ ผู้บอกภาษาต้องเป็นผู้ที่มีวัยะในการออกเสียงที่สมบูรณ์ คุณภาพเสียงพูดชัดเจน และมีความเต็มใจในการให้ความร่วมมือ

### 3.3 การสร้างคำตัวอย่างและจำนวนคำทดสอบ

#### 3.3.1 การรวบรวมคำศัพท์

ในขั้นต้น ผู้วิจัยได้พยายามรวบรวมคำศัพท์ภาษามลายูถิ่นปัตตานีให้ได้มากที่สุด จึงใช้วิธีหาคำศัพท์จากพจนานุกรมภาษามลายูท้องถิ่นปัตตานี-ไทย (2525) พจนานุกรมภาษามลายูถิ่นปัตตานี-ไทย (2527)<sup>1</sup> และวิทยานิพนธ์เรื่องคำประสมในภาษามลายูถิ่นปัตตานี (พนิดา บัวเลิศ, 2536) การรวบรวมคำศัพท์ที่จะนำมาใช้เป็นคำตัวอย่างนั้น ต้องสร้างหลักเกณฑ์ขึ้นมา เพื่อให้ได้คำศัพท์ที่เอื้ออำนวยต่อการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป หลังจากรวบรวมคำศัพท์ได้มากพอสมควร ผู้วิจัยได้นำคำศัพท์เหล่านี้ไปตรวจสอบความถูกต้องกับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุตัน อุทัย<sup>2</sup> โดยตรวจสอบในเรื่องการออกเสียง ความหมายของคำศัพท์ และคำศัพท์นั้นเป็นคำศัพท์ที่ยังคงใช้กันอยู่หรือไม่ หลังจากที่ได้ตรวจสอบคำศัพท์แล้ว ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเฉพาะคำศัพท์ที่เหมาะสมและนำมาสร้างเป็นรายการคำตัวอย่าง (wordlist)

#### 3.3.2 ลักษณะของคำตัวอย่างและรายการคำตัวอย่าง

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ วิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของสระเดี่ยวธรรมดาและสระเดี่ยวนาสิก ดังนั้น คำตัวอย่างที่นำมาใช้จะต้องครอบคลุมสระทั้งสองประเภท โดยแบ่งเป็น สระเดี่ยวธรรมดา 8 หน่วยเสียง ได้แก่ /i/, /e/, /ɛ/, /ə/, /a/, /u/, /o/, /ɔ/ และสระเดี่ยวนาสิก 4 หน่วยเสียง ได้แก่ /ɛ̃/, /ã/, /ũ/, /õ/ คำศัพท์ที่เลือกใช้จะเป็นคำพยางค์เดี่ยว คำสองพยางค์ และคำสามพยางค์ ในการวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เฉพาะพยางค์ที่ลงเสียงหนัก ดังนั้น ในพยางค์ที่ลงเสียงหนักนี้ จะมีสระเป็นสระเดี่ยวธรรมดา 7 หน่วยเสียง คือ /i/, /e/, /ɛ/, /a/, /u/, /o/, /ɔ/ ยกเว้น สระ /ə/ ซึ่งจะปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก และสระ

<sup>1</sup> ปัจจุบันมี “พจนานุกรมมลายูถิ่นปัตตานี-ไทย ไทย-มลายูถิ่นปัตตานี (2551)” จัดทำโดยคณะผู้จัดทำในโครงการจัดตั้งสถาบันสมุทรรัฐเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี เพื่อเป็นประโยชน์ต่อข้าราชการหรือนักเรียนที่ด้อยปฏิบัติงานในพื้นที่ ที่จะนำไปใช้ในการสื่อสารสร้างความเข้าใจอันดีกับคนในพื้นที่ และสำหรับชาวไทยมุสลิมจำนวนหนึ่งที่ไม่รู้ภาษาไทยรวมถึงเด็กรุ่นใหม่ที่ใช้ภาษามลายูถิ่นน้อยลงและไม่รู้จักคำศัพท์เก่า

<sup>2</sup> อาจารย์ประจำภาควิชาภาษาตะวันออก แผนกวิชาภาษามลายู คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

เดี่ยวนาสิก 4 หน่วยเสียง คือ /ɛ/, /ā/, /ū/, /ɔ/ พยางค์ที่ลงเสียงหนักจะกำหนดให้มีโครงสร้างพยางค์ 2 แบบ คือ พยางค์ปิดและพยางค์เปิด เพราะโครงสร้างพยางค์มีผลต่อลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระ (กุสุมา และเด, 2547) นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้กำหนดพยัญชนะต้นและพยัญชนะท้ายของพยางค์ที่ลงเสียงหนักด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงอิทธิพลจากเสียงซึ่งเป็นบริบทแวดล้อม โดยกำหนดให้พยัญชนะต้นเป็นพยัญชนะกักเสียงสั้น ไม่ก้อง ไม่พ่นลม ซึ่งได้แก่ /p/, /t/, /k/, /ʔ/ และพยัญชนะท้ายเป็นพยัญชนะในชุดนี้เช่นกัน คือ /ʔ/

รายการคำตัวอย่างมี 2 ชุดด้วยกัน ชุดแรกคือรายการคำตัวอย่างของสระเดี่ยวธรรมดาและชุดที่สองคือรายการคำตัวอย่างของสระเดี่ยวนาสิก ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าพยางค์ที่ลงเสียงหนักจะถูกกำหนดให้มีโครงสร้างพยางค์ 2 แบบ คือ พยางค์ปิดและพยางค์เปิด จึงกำหนดให้คำตัวอย่างมีพยางค์ที่ลงเสียงหนักแยกตามโครงสร้างพยางค์ปิดและพยางค์เปิด อย่างละ 3 คำ ดังนั้น สำหรับสระเดี่ยวธรรมดา 7 หน่วยเสียง จะได้คำตัวอย่างที่มีพยางค์ที่ลงเสียงหนักเป็นพยางค์ปิด 21 คำ และพยางค์เปิด 21 คำ รวมกับคำตัวอย่างของสระ /ə/ ซึ่งไม่สามารถแยกตามประเภทของโครงสร้างพยางค์ได้ แต่ได้กำหนดคำตัวอย่างไว้ 6 คำ สรุปแล้ว ในรายการคำตัวอย่างของสระเดี่ยวธรรมดา มีคำตัวอย่างทั้งสิ้น 48 คำ (ดูตารางที่ 3.1)

สำหรับสระเดี่ยวนาสิก ก่อนข้างจะมีปัญหาในการหาคำตัวอย่าง เพราะคำศัพท์ที่มีสระนาสิกปรากฏอยู่นั้นมีใช้อยู่ไม่มาก กอปรกับการที่ผู้วิจัยต้องกำหนดบริบททางเสียงที่แวดล้อมเสียงสระจึงทำให้หาคำตัวอย่างได้ยาก อย่างไรก็ตาม คำตัวอย่างที่มีพยางค์ที่ลงเสียงหนักแยกตามโครงสร้างพยางค์ปิดและพยางค์เปิดของสระเดี่ยวนาสิกมี 14 คำตัวอย่าง ซึ่งครบทั้ง 4 หน่วยเสียง แต่คำตัวอย่างที่แบ่งตามโครงสร้างพยางค์จะมีไม่เท่ากันสำหรับแต่ละสระ (ดูตารางที่ 3.2)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สร้างคำตัวอย่างเพิ่มเติมสำหรับสระบางหน่วยเสียง เพราะประสบการณ์จากการทำวิจัยในโครงการนำร่อง ทำให้ทราบว่าคำศัพท์บางคำเป็นคำศัพท์เก่าหรือคำศัพท์โบราณ และการใช้คำศัพท์ของแต่ละอำเภอในจังหวัดปัตตานีก็จะมีการแปรเกิดขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องเปลี่ยนคำตัวอย่างบางคำเพื่อความสะดวกในการออกเสียงและบันทึกเสียง (ดูรายการคำตัวอย่างสำรองในภาคผนวก ก)



ตารางที่ 3.1 รายการคำตัวอย่างของสระเดี่ยวธรรมดา 8 หน่วยเสียง

สระ	พยางค์ปิด		พยางค์เปิด	
	คำตัวอย่าง	ความหมาย	คำตัวอย่าง	ความหมาย
/i/	[puti?] [siki?] [jəti?]	(ผลไม้) ดิบ นิดหน่อย ติดด้วยปลายนิ้ว	[?api:] [hati:] / [?ati:] [laki:]	ไฟ ใจ, จิตใจ สามี
/e/	[?ite?] [buke?] [kute?]	เปิด ภูเขา เก็บ	[bate:] [bute:] [dike:]	ขัน (น้ำ) เม็ด, เมล็ด การจับร่องหมู
/ɛ/	[wi pɛ?] [tɛkɛ?] [tɛpɛ?]	ให้นม ปั่นโต, ตั้ว แปะ, ตืด (ด้วยกาว)	[hite:] / [?ite:] [lipe:] [make:]	ดำ ตะขาบ กิน
/ə/	[pətə:] [kətə?] [təkə?] [kəpəh] [pətə:] [pətə:]	สะตอ กัด (สัตว์) คอ, ลำคอ หอยแครง หีบ, ก่อง แผนที่	(ปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก)	
/a/	[?ika?] [lipa?] [səka?]	ผูก พับ ขวาง, กั้น, สกัด	[?aka:] [bata:] [pata:]	ราก หมอน ชายหาด
/u/	[lutu?] [?upu?] [pupu?]	เช่า หิ้ว (ลม) พัด	[gutu:] [hatu:] / [?atu:] [paku:]	เทา ผี ตะปู
/o/	[bato?] [kəto?] [mako?]	โอ ผายลม ชาม	[cako:] [kapo:] [tuko:]	ชุด ปูน ก้อน
/ɔ/	[?vɔ?] [bɔvɔ?] [kapɔ?]	สมอง หัวล้าน ขวาน	[?vɔ:] [bakɔ:] [batɔ:]	อูฐ นามสกุล อิฐ, กระเบื้อง

ตารางที่ 3.2 รายการคำตัวอย่างของสระเดี่ยวนาสิก 4 หน่วยเสียง

สระ	พยางค์ปิด		พยางค์เปิด	
	คำตัวอย่าง	ความหมาย	คำตัวอย่าง	ความหมาย
/ɛ̃/	[ʔepɛ̃ʔ]/[hɛpɛ̃ʔ] [cəkɛ̃ʔ] [kəpɛ̃ʔ]	เบียดให้ชิด บีบ (คอ) แบนราบ, บีแบน	[sɛʔʔɛ̃:]	บทกลอน (ภาษาอาหรับ)
/ã/	[pətãʔ] [pãʔ-pãʔ] [təbɛʔãʔ] / [bɛʔãʔ]	คล้ำ, แตะ เสียงร้องของเป็ด สันดาน	[capã:] [cəkã:]/[kəkã:]	คว่ำ, ฉวย ข่วน
/ũ/ <sup>3</sup>	[kətũʔ]	(ข้าว)ดิบ	(ปรากฏเฉพาะในพยางค์ปิด)	
/ɔ̃/	[kələkɔ̃ʔ] [ketɔ̃ʔ] [kətɔ̃ʔ]	ขดตัว (นิ้ว) หงิกงอ สั้นมาก	[dɔʔʔɔ̃:]	ขอพร(จากพระเจ้า)

### 3.3.3 จำนวนคำทดสอบ

คำทดสอบที่จะนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ได้มาจากการให้ผู้บอกภาษา 10 คน ออกเสียงคำตัวอย่างที่มีพยางค์ที่ลงเสียงหนักแยกตาม โครงสร้างพยางค์ปิด 3 คำและพยางค์เปิด 3 คำ คำละ 3 ครั้ง ผู้บอกภาษาออกเสียงเพียง 1 ครั้ง แต่บันทึกเสียงทั้งหมด 3 ครั้ง โดยสลับลำดับของคำ จะได้คำทดสอบที่มีพยางค์ที่ลงเสียงหนักเป็นพยางค์ปิด 90 คำ (10 คน x 3 คำ x 3 ครั้ง) และพยางค์เปิด 90 คำ (10 คน x 3 คำ x 3 ครั้ง) เมื่อมีสระเดี่ยวธรรมดาปรากฏในพยางค์ที่ลงเสียงหนักได้ 7 หน่วยเสียง ก็จะได้คำทดสอบ 1,260 คำ (พยางค์ปิด 90 คำ + พยางค์เปิด 90 คำ x 7 หน่วยเสียง) รวมกับคำทดสอบของสระ /ə/ ซึ่งไม่สามารถแยกตามประเภทของโครงสร้างพยางค์ได้อีก 540 คำ (10 คน x 6 คำ x 3 ครั้ง) ดังนั้น คำทดสอบของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาจะมีทั้งหมด 1,440 คำ สำหรับการออกเสียงคำตัวอย่างของสระเดี่ยวนาสิก แต่ละคำจะมีจำนวนครั้งไม่เท่ากัน เนื่องมาจากการหาคำตัวอย่างของแต่ละสระไม่สามารถหาได้ครบทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด อย่างไรก็ตาม ได้กำหนดจำนวนครั้งของการออกเสียงไว้ (ดูตารางที่ 3.3) เมื่อนำจำนวนครั้งในการออกเสียงสระเดี่ยวนาสิกมารวมกัน คือ พยางค์ปิด 36 คำ รวมกับ พยางค์เปิด 27 คำ จะได้ทั้งหมด 63 คำ และออกเสียงโดยผู้บอกภาษา 10 คน ดังนั้น คำทดสอบเพื่อการวัดค่าทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวนาสิกจึง

<sup>3</sup> จากการค้นคว้าคำศัพท์ในพจนานุกรมภาษามลายูท้องถิ่นปัตตานี-ไทย (2525) พจนานุกรมภาษามลายูถิ่นปัตตานี-ไทย (2527) และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุสตัน อุทัย ไม่พบคำศัพท์ใดๆที่มีสระ /ũ/ ปรากฏอยู่ในโครงสร้างพยางค์แบบเปิด

มีทั้งสิ้น 630 คำ กล่าวโดยสรุปคือ ในงานวิจัยนี้ใช้คำทดสอบที่มีเสียงสระเดี่ยวธรรมดา 1,440 คำ และคำทดสอบที่มีเสียงสระเดี่ยวนาสิก 630 คำ รวมคำทดสอบทั้งสิ้น 2,070 คำทดสอบที่ใช้ในการวัดและวิเคราะห์คำทางกลศาสตร์

ตารางที่ 3.3 จำนวนครั้งในการออกเสียงคำตัวอย่างที่มีสระนาสิก

สระ	พยางค์ปิด			พยางค์เปิด		
	คำตัวอย่าง	ความหมาย	จำนวนครั้ง	คำตัวอย่าง	ความหมาย	จำนวนครั้ง
/ɛ/	[ʔepɛʔ]/[hepɛʔ]	เบียดให้ชิด	3	[seʔʔɛ:]	บทกลอน	9
	[cəkɛʔ]	บีบ (คอ)	3		(ภาษาอาหรับ)	
	[kəpɛʔ]	แบนราบ, บีแบน	3			
/ã/	[pətãʔ]	คล้ำ, แตะ	3	[capã:]	คว่ำ, นวย	4
	[pãʔ-pãʔ]	เสียงร้องของเป็ด	3	[cəkã:] / [kəkã:]	ข่วน	5
	[təbeʔãʔ] / [beʔãʔ]	ต้นคาน	3			
/ũ/	[katũʔ]	(ข้าว)ดิบ	9			
/ɔ/	[kələkɔʔ]	ขดตัว	3	[dɔʔʔɔ:]	ขอพร	9
	[ketɔʔ]	(นิ้ว) หงิกงอ	3		(จากพระเจ้า)	
	[kotɔʔ]	สั้นมาก	3			
รวมพยางค์ปิด			36	รวมพยางค์เปิด		27

### 3.4 การบันทึกเสียงและการวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์

#### 3.4.1 การบันทึกเสียง

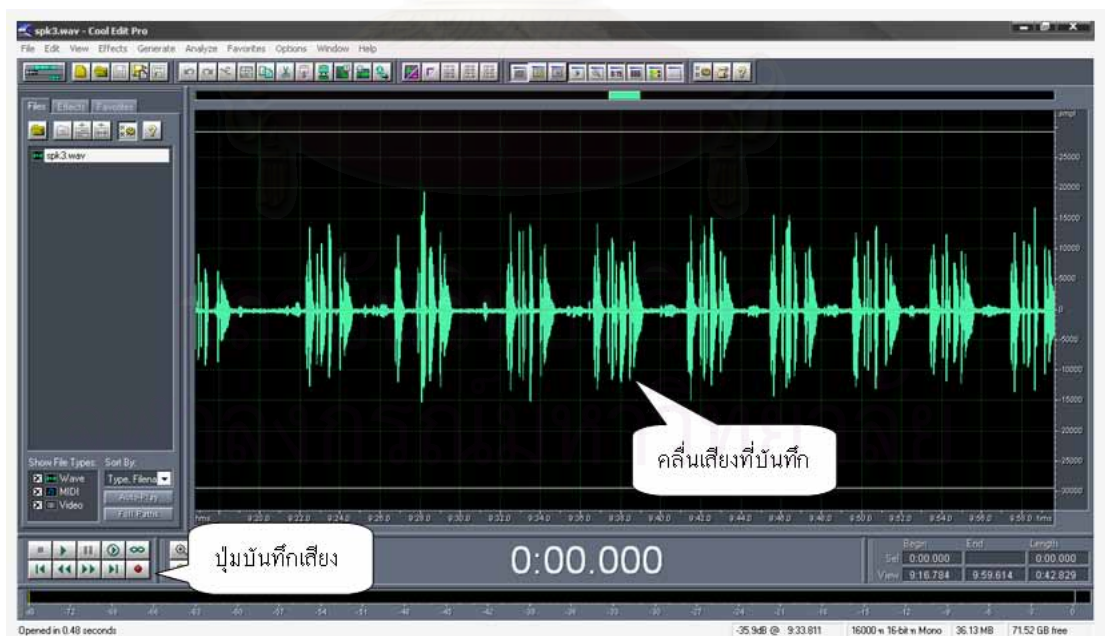
ในการบันทึกเสียงสำหรับงานวิจัยนี้ ได้บันทึกเสียงที่ห้องอัดเสียงของคณะมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ก่อนการบันทึกเสียง ผู้วิจัยต้องเตรียมความพร้อมให้กับผู้บอกภาษาตามขั้นตอน คือ อธิบายลักษณะของคำตัวอย่าง และนำรายการคำตัวอย่างมาสอบถามผู้บอกภาษาแต่ละคนว่ารู้จักคำศัพท์เหล่านั้นหรือไม่ หากมีคำตัวอย่างบางคำที่ผู้บอกภาษาไม่รู้จัก ก็จะเปลี่ยนคำตัวอย่างนั้นโดยใช้คำตัวอย่างสำรองแทน จากนั้นก็ซักซ้อมถึงวิธีการออกเสียงคำตัวอย่าง คือ ผู้บอกภาษาจะต้องออกเสียงคำตัวอย่างซึ่งอยู่ในกรอบประโยค ดังนี้

tulon kato \_\_\_\_\_ koʔ ʔamo/sayo  
 ช่วย พุด (คำว่า) \_\_\_\_\_ ให้ ฉัน (หน่อย)

ตัวอย่างเช่น ‘ไฟ’ /ʔapi/ ผู้บอกรายจะต้องพูดว่า

tulon kato ʔapi koʔ ʔamɔ/sayɔ  
ช่วย พูด (คำว่า) ‘ไฟ’ ให้ ฉัน (หน่อย)

สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกใช้กรอบประโยคก็เพื่อป้องกันไม่ให้พยางค์ที่ลงเสียงหนักซึ่งเป็นพยางค์สุดท้ายที่มาข้างหน้าการหยุดเว้นระยะ (pause) มีเสียงสระที่ยาวเกินไป นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้พูดคุยกับผู้บอกรายถึงเรื่องต่างๆ ไปด้วย เพื่อให้ผู้บอกรายรู้สึกผ่อนคลายและออกเสียงอย่างเป็นธรรมชาติ ในการบันทึกเสียง ได้จัดเตรียมไมโครโฟนที่จะใช้บันทึกเสียง ผู้วิจัยได้นำหูฟัง (headphone) ที่ไม่ได้ใช้แล้วมาผูกติดกับไมโครโฟน Sony รุ่น ECM-C115 เพื่อควบคุมระยะห่างระหว่างไมโครโฟนกับปากของผู้บอกราย โดยไมโครโฟนอยู่ห่างจากปากของผู้บอกรายประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้น ปรับระดับความดังค้อยของเสียงที่พูดผ่านทางไมโครโฟนให้มีความเหมาะสมกับผู้บอกรายแต่ละคน แล้วเริ่มบันทึกเสียงลงในคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กโดยใช้โปรแกรม Cool Edit Pro เวอร์ชัน 2.0 ขณะบันทึกเสียงแต่ละรอบ ผู้วิจัยได้พูดความหมายของคำตัวอย่างเป็นภาษาไทย แล้วให้ผู้บอกรายออกเสียงคำตัวอย่างนั้นซึ่งอยู่ในกรอบประโยคดังกล่าวข้างต้น ทำเช่นนี้ 3 รอบ โดยในแต่ละรอบคำตัวอย่างจะสลับลำดับกัน เมื่อบันทึกเสียงเสร็จแต่ละรอบจะบันทึกข้อมูลไว้ในรูปของไฟล์เสียง (ดูภาพที่ 3.1) คำที่ได้มาจากการบันทึกเสียงทุกคำของผู้บอกรายแต่ละคนจะนำมาใช้วิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างการบันทึกเสียงของผู้บอกรายด้วยโปรแกรม Cool Edit Pro

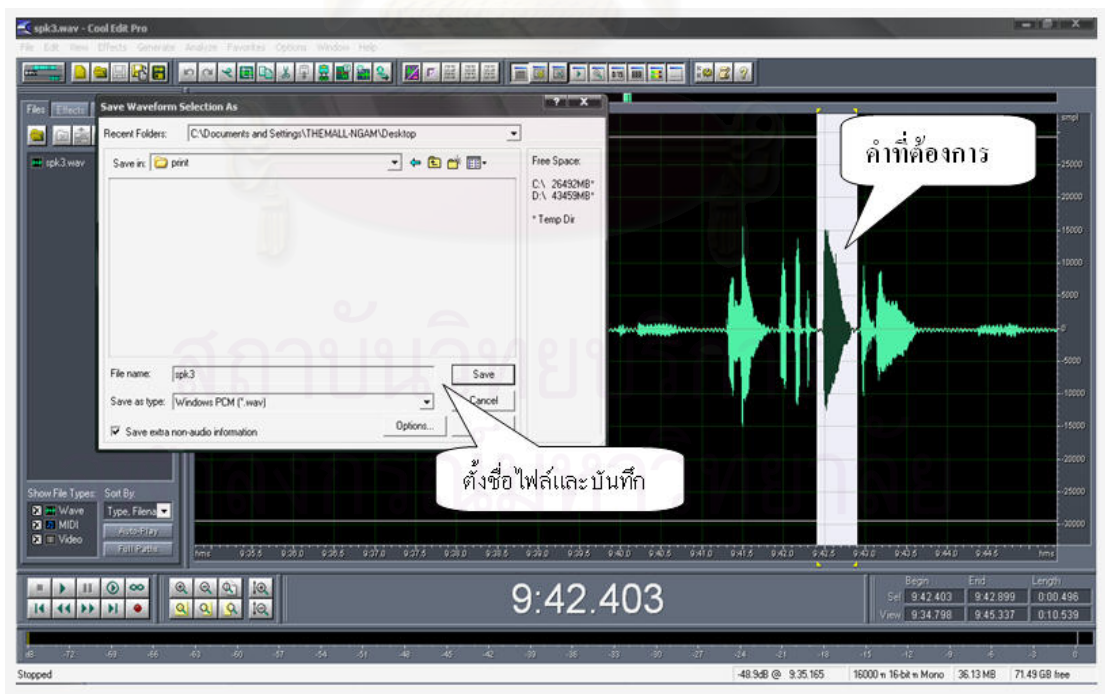
### 3.4.2 การเตรียมเสียงเพื่อวัดค่าทางกลศาสตร์

ก่อนที่จะนำเสียงมาวัดและวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ ผู้วิจัยจำเป็นต้องเตรียมเสียงที่บันทึกไว้ให้พร้อม เพื่อความสะดวกในการวัดและวิเคราะห์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** เปิดไฟล์เสียงที่บันทึกไว้ด้วยโปรแกรม Cool Edit Pro เวอร์ชัน 2.0 เลือกคำที่ต้องการ แล้วเลือกคำสั่ง save highlighted selection จากนั้นตั้งชื่อไฟล์ เลือกคำสั่ง save ก็จะได้ไฟล์เสียงไฟล์ใหม่ซึ่งเป็นคำที่ต้องการ ทำเช่นนี้ไปจนครบตามจำนวนคำทดสอบ (ดูภาพที่ 3.2)

**ขั้นตอนที่ 2** เปิดไฟล์เสียงที่บันทึกไว้จากขั้นตอนที่ 1 ในขั้นตอนนี้เป็นการเลือกเฉพาะพยางค์ที่ต้องการซึ่งก็คือพยางค์ที่ลงเสียงหนัก โดยมีขั้นตอนการเลือกและบันทึกเป็นไฟล์ใหม่เช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 1 ดำเนินการอย่างเดียวกันจนครบตามจำนวนคำทดสอบ (ดูภาพที่ 3.3)

**ขั้นตอนที่ 3** เมื่อผ่านขั้นตอนที่ 2 จะได้ไฟล์เสียงสระทั้งหมด 2,070 ไฟล์ตามจำนวนคำทดสอบ เพื่อลดปริมาณของไฟล์ที่มีอยู่มากให้สะดวกต่อการเปิดใช้ จึงต้องจัดไฟล์เสียงให้เป็นหมวดหมู่ โดยนำไฟล์เสียงสระเดียวกันที่ปรากฏในพยางค์แบบเดียวกันของผู้บอกภาษาหนึ่งคน มาตัดต่อให้เป็นไฟล์เดียว เมื่อผ่านขั้นตอนการเตรียมไฟล์เสียงทั้ง 3 ขั้นตอนแล้ว จะได้ไฟล์เสียงสำหรับวัดและวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์



ภาพที่ 3.2 การเลือกคำที่ต้องการพร้อมตั้งชื่อไฟล์และบันทึกด้วยโปรแกรม Cool Edit Pro





ภาพที่ 3.3 การเลือกพยางค์ที่ลงเสียงหนักพร้อมตั้งชื่อไฟล์และบันทึกด้วยโปรแกรม Cool Edit Pro

### 3.5 การวัดค่าทางกลศาสตร์

ในการวัดค่าความถี่ฟอร์เมนต์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม ได้ใช้โปรแกรม 3 โปรแกรมร่วมกัน ได้แก่ โปรแกรมพราท<sup>4</sup> (Praat) เวอร์ชัน 4.5.06 ซึ่งเป็นโปรแกรมหลัก และโปรแกรมเสริม 2 โปรแกรม ซึ่งได้แก่ โปรแกรม VowelPlot เวอร์ชัน 0.2 และโปรแกรมสำหรับคำนวณค่าระยะเวลาและค่าความเข้ม นอกจากนี้ยังใช้ Microsoft Office Excel 2000 สำหรับพล็อตบริเวณเสียงสระโดยรวม รวบรวมค่าทางกลศาสตร์ คำนวณหาค่าเฉลี่ย และสร้างกราฟต่างๆ ด้วย

โปรแกรมพราทจะแสดงให้เห็นคลื่นเสียงและแผนภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรอกกว้าง ซึ่งแสดงค่าความถี่ฟอร์เมนต์ให้เห็นเป็นจุดสีแดงเรียงต่อกันเป็นเส้น และแสดงตั้งแต่ความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1-5 เมื่อต้องการวัดค่าความถี่ฟอร์เมนต์จะเลือกวัดเฉพาะบริเวณช่วงกลางของเสียงสระ (steady state) และโปรแกรม VowelPlot จะแสดงค่าความถี่ฟอร์เมนต์ออกมาในรูปของไฟล์ Excel และนำค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 และ 2 ไปพล็อตบริเวณเสียงสระแต่ละเสียง ส่วนโปรแกรมสำหรับคำนวณ

<sup>4</sup> โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์เสียง ในโปรแกรมจะแสดงให้เห็นคลื่นเสียงและแผนภาพคลื่นเสียง ใช้เพื่อวัดค่าต่างๆ ทางกลศาสตร์ พัฒนาขึ้นโดย Paul Boersma และ David Weenink จาก Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam สามารถดาวน์โหลดได้ที่ [www.praat.org](http://www.praat.org)

<sup>5</sup> ผู้เขียนโปรแกรมคือ ปฐวี ชาญไววิทย์ ผู้ช่วยวิจัยในโครงการด้านเทคโนโลยีทางเสียงของศูนย์วิจัยประมวลผลภาษาและวัจนะ (CRSLP) คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ลัทธนิษานวิน เป็นหัวหน้าโครงการ

ค่าระยะเวลาและค่าความเข้มได้ใช้โปรแกรมเดียวกัน เมื่อวัดค่าระยะเวลา ผู้วิจัยได้พิจารณาทั้งคลื่นเสียงและแผนภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง รวมทั้งใช้การฟังประกอบด้วย โปรแกรมนี้จะแสดงค่าระยะเวลาโดยรวมของทั้งเสียงสระ และค่าระยะเวลาที่มาจาก 5 จุดตามความยาวของเสียงสระที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือ จุดที่ 0% 25% 50% 75% และ 100% ส่วนค่าความเข้ม โปรแกรมจะแสดงค่าความเข้มที่มาจากจุด 5 จุดเช่นกัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นค่าความเข้มโดยรวมของทั้งเสียงสระ ต่อไปนี้จะเป็นขั้นตอนในการวัดค่าความถี่ฟอร์เมนท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มตามลำดับ

#### ขั้นตอนในการวัดค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1-3

ขั้นตอนที่ 1 เปิดไฟล์เสียงด้วยโปรแกรมพราท เลือกคำสั่ง Read และ Read from file เลือกไฟล์เสียงที่ต้องการ และเลือกคำสั่ง Open

ขั้นตอนที่ 2 เลือกคำสั่ง Annotate และ To TextGrid จะมีกล่องปรากฏขึ้น ให้พิมพ์คำว่า phone ในช่อง All tier names คำว่า phone ที่พิมพ์นี่จะเป็นชื่อของ tier และจำนวนของ tier ที่ปรากฏในหน้าต่างโปรแกรมพราท ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนชื่อที่พิมพ์ไว้ โปรแกรม VowelPlot ต้องใช้ 1 tier ในการคำนวณหาค่าความถี่ฟอร์เมนท์ จึงพิมพ์แค่หนึ่งชื่อ แล้วเลือกคำสั่ง OK

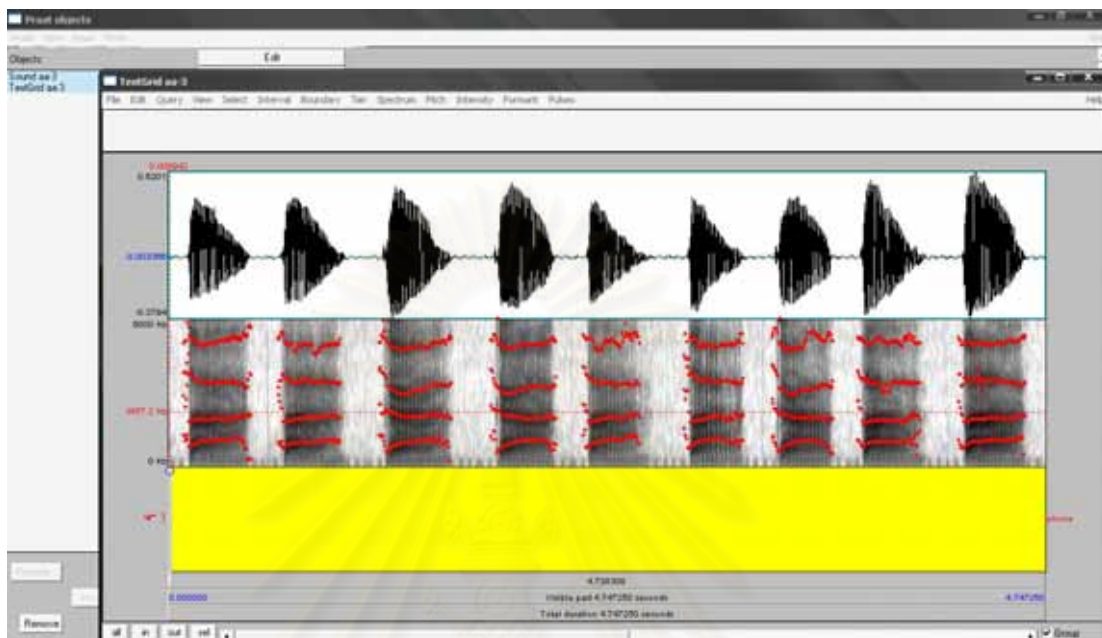
ขั้นตอนที่ 3 ในหน้าต่างของโปรแกรมพราทจะปรากฏไฟล์ TextGrid เพิ่มขึ้นมา ให้เลือกไฟล์เสียงพร้อมกันกับไฟล์ TextGrid จากนั้นเลือกคำสั่ง Edit จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรมพราท ขึ้นมา (ดูภาพที่ 3.4)

ขั้นตอนที่ 4 ในขั้นตอนนี้ ได้กำหนดช่วงเสียงสระ เพื่อให้โปรแกรมเสริมอ่านค่าความถี่ฟอร์เมนท์ในช่วงที่กำหนดนี้ การกำหนดช่วงเสียงสระจะกำหนดตั้งแต่ 25% - 75% เท่านั้น เพื่อตัดช่วง transition ของเสียงสระในช่วงต้นและช่วงท้ายออกไป โดยเลือกคำสั่ง Select และ Move cursor to จะมีกล่องปรากฏขึ้นมา ให้ใส่ค่าระยะเวลาที่จุด 25% เลือกคำสั่ง Apply จะเห็นวงกลมเล็กๆ ปรากฏขึ้น ณ ตำแหน่งนี้ ให้เลือกที่กึ่งกลางของวงกลมนี้ จะมีเส้นสีแดงปรากฏขึ้น จากนั้นใส่ค่าระยะเวลาที่จุด 75% แล้วทำเช่นเดิมจนครบทุกค่าทดสอบ (ดูภาพที่ 3.5)

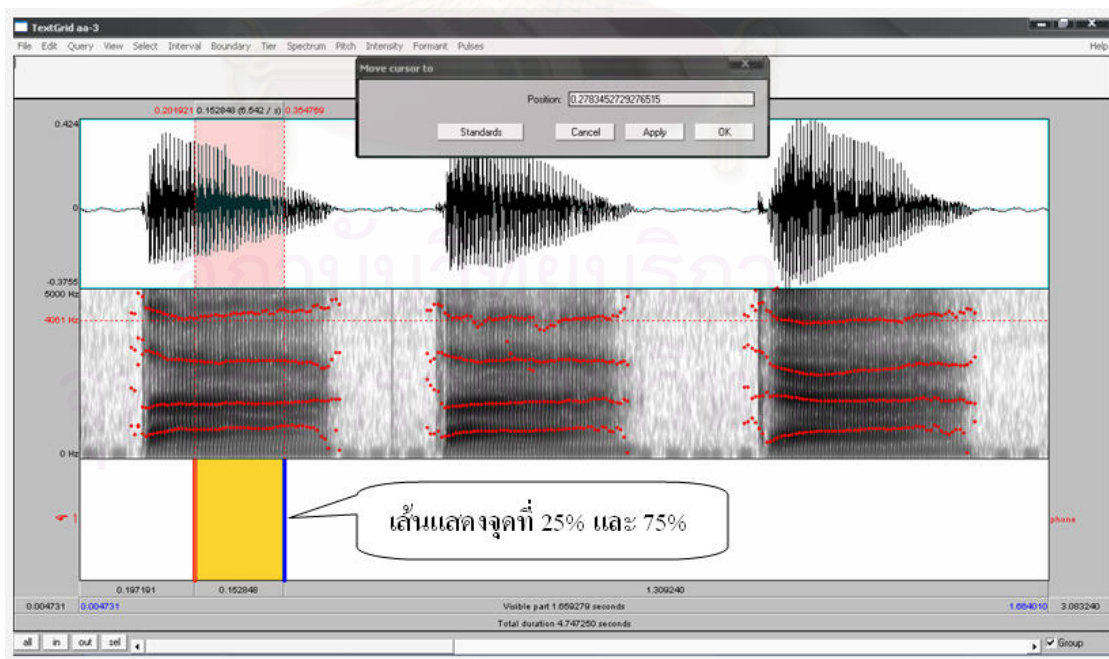
ขั้นตอนที่ 5 เมื่อกำหนดช่วงเสียงสระเสร็จแล้ว ให้กำหนดชื่อของเสียงสระลงไปตรงกลางของช่วงที่กำหนด จากนั้นเลือกคำสั่ง File และ Write TextGrid to text file เลือกคำสั่ง Save ทำเช่นนี้จนครบทุกค่าทดสอบ (ดูภาพที่ 3.6)

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนนี้เป็นการพล็อตบริเวณเสียงสระแต่ละเสียง โดยนำไฟล์เสียงและไฟล์ TextGrid มาใช้ร่วมกับโปรแกรม VowelPlot โปรแกรมจะอ่านค่าความถี่ฟอร์เมนท์ทุกจุดที่ปรากฏ

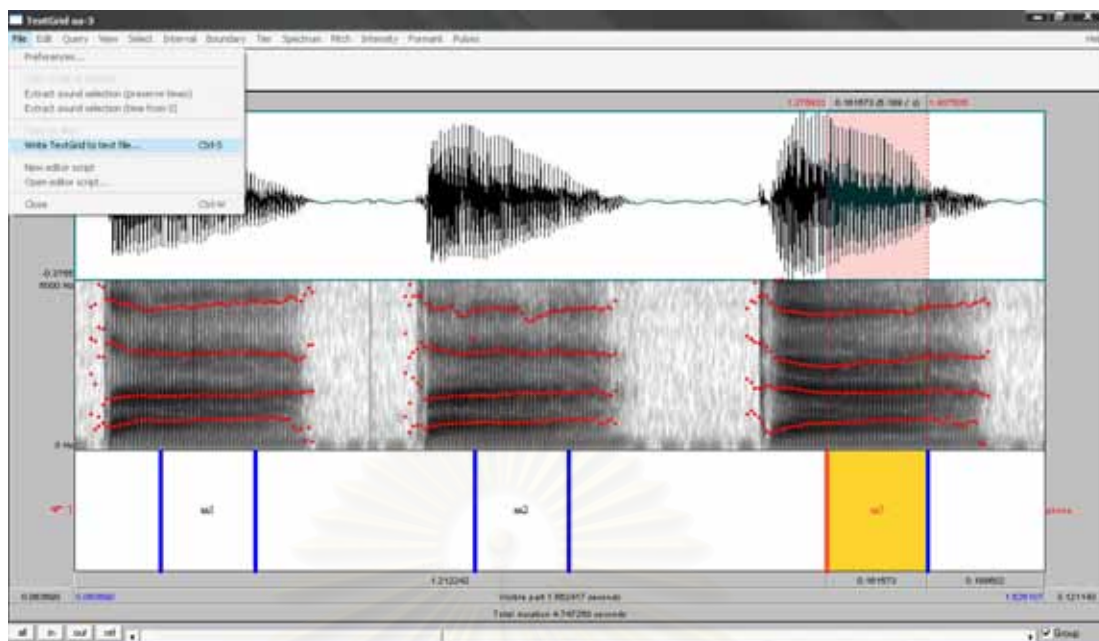
ในบริเวณที่ระบุช่วงเสียงสระไว้ คือ ตั้งแต่จุดที่ 25% จนถึง 75% จากนั้นโปรแกรมจะแสดงค่าความถี่ฟอร์มินท์ที่ 1 2 และ 3 พร้อมทั้งภาพแสดงบริเวณเสียงสระแต่ละเสียง โดยวงรอบของบริเวณเสียงสระจะมีขนาดครอบคลุม 80% ของข้อมูล



ภาพที่ 3.4 หน้าต่างโปรแกรมพราทซึ่งประกอบด้วย คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง (กลาง) และ tier ที่กำหนดไว้ 1 tier (ล่าง)



ภาพที่ 3.5 การกำหนดช่วงเสียงสระใน tier ที่ตำแหน่ง 25% (เส้นสีแดง) และ 75% (เส้นสีน้ำเงิน)



ภาพที่ 3.6 การกำหนดชื่อของเสียงสระในตำแหน่งที่ระบุช่วงของเสียงสระและบันทึกไฟล์

สำหรับการหาบริเวณเสียงสระโดยรวม ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel 2000 สร้างภาพและใช้โปรแกรมเสริม<sup>6</sup> เพื่อหาพื้นที่ของบริเวณเสียงสระโดยรวมนี้ จึงทำให้สามารถเปรียบเทียบขนาดของบริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระธรรมชาติกับเสียงสระนาสิกและเสียงสระที่ปรากฏในพยางค์ปิดกับพยางค์เปิดได้

ขั้นตอนในการวัดค่าระยะเวลาและค่าความเข้ม

ค่าระยะเวลาและค่าความเข้มสามารถใช้โปรแกรมเสริมเพื่อคำนวณค่าได้พร้อมกัน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 7 เปิดไฟล์เสียงและเลือกคำสั่ง Annotate และ To TextGrid (ตามขั้นตอนที่ 1 และ 2) ให้พิมพ์ค่า 3 ค่า คือ word syllable และ phone ในช่อง All tier names เพื่อให้ได้จำนวน tier ที่จะปรากฏในหน้าต่างโปรแกรมพราท 3 tiers เพราะโปรแกรมเสริมสำหรับคำนวณค่าระยะเวลาและค่าความเข้มต้องใช้ 3 tiers จากนั้น เลือกคำสั่ง OK

ขั้นตอนที่ 8 เปิดไฟล์เสียงและไฟล์ TextGrid พร้อมกัน จากนั้นเลือกคำสั่ง Edit หน้าต่างของโปรแกรมพราทจะปรากฏขึ้นมา (ดูภาพที่ 3.7)

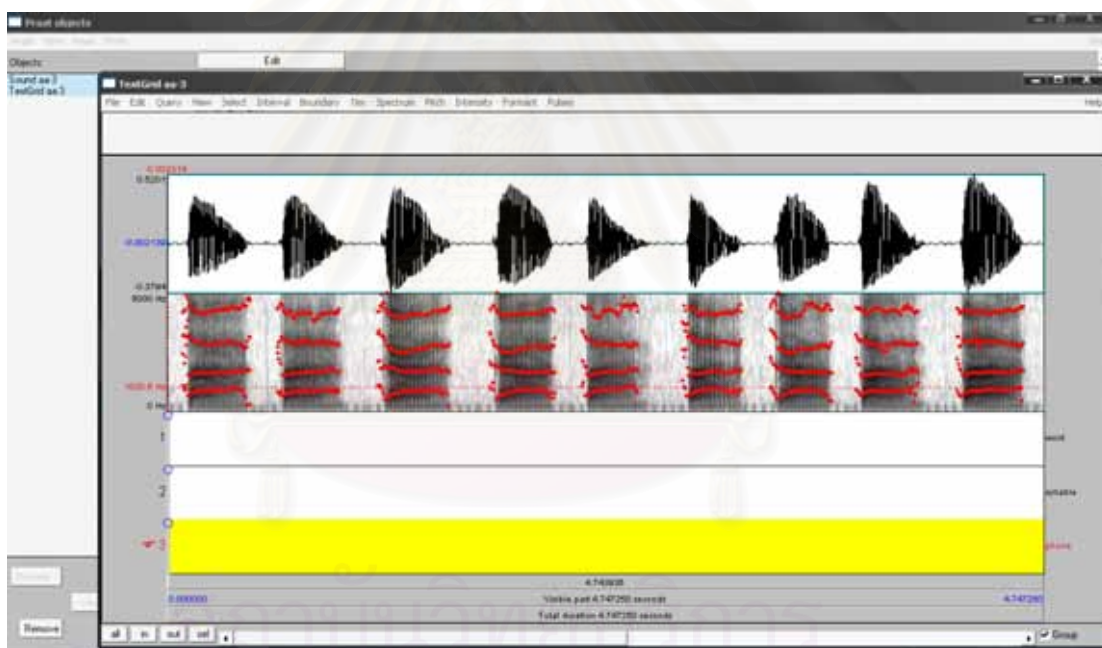
<sup>6</sup> ผู้เขียน โปรแกรมคือ ปรัชญา บุญขวัญ และ ธเนศ เรืองรจิตปรกรณ์



ขั้นตอนที่ 9 กำหนดช่วงเสียงสระ เพื่อให้โปรแกรมเสริมอ่านค่าระยะเวลาและค่าความเข้ม ในช่วงที่กำหนดนี้ การกำหนดช่วงเสียงสระจะระบุใน tier ล่างสุด โดยเริ่มจากกำหนดจุดเริ่มต้น (onset) ของเสียงสระ เลือกที่กึ่งกลางของวงกลมเล็ก เส้นสีแดงจะปรากฏขึ้น จากนั้น กำหนดจุดสิ้นสุดของเสียงสระ (offset) ทำเช่นนี้จนครบทุกคำทดสอบ (ดูภาพที่ 3.8)

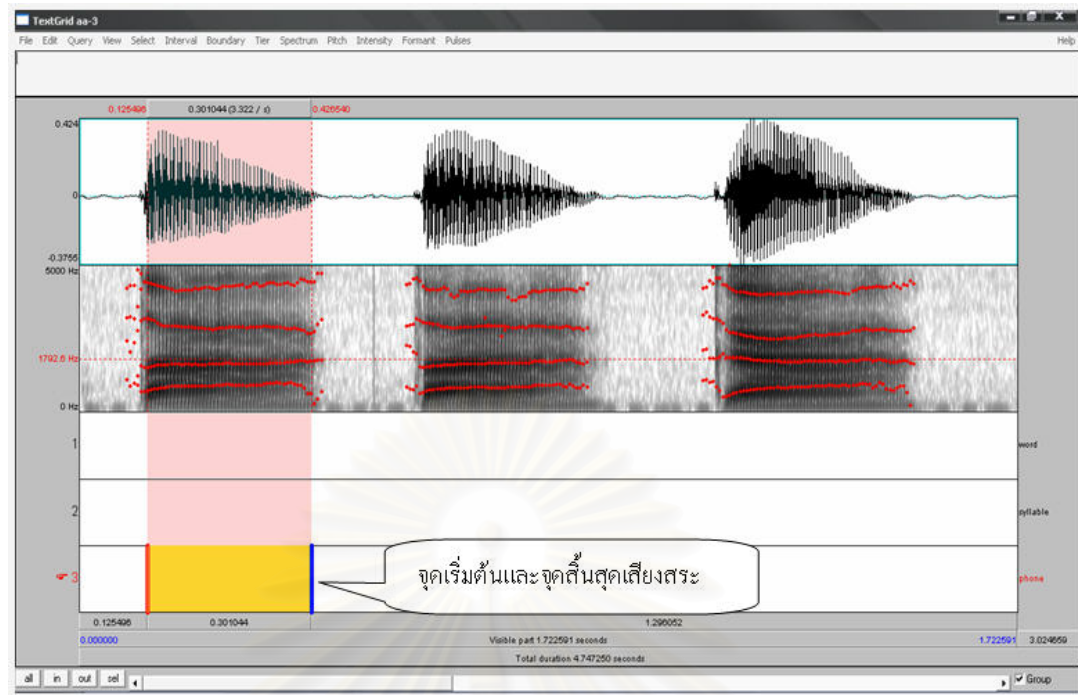
ขั้นตอนที่ 10 เมื่อกำหนดช่วงเสียงสระเสร็จแล้ว ให้กำหนดชื่อของเสียงสระลงไปตรงกลาง ของช่วงที่ระบุ จากนั้นเลือกคำสั่ง File และ Write TextGrid to text file เลือกคำสั่ง Save ทำเช่นนี้จน ครบทุกคำทดสอบ (ดูภาพที่ 3.9)

ขั้นตอนที่ 11 ในขั้นตอนนี้โปรแกรมเสริมจะคำนวณค่าระยะเวลาและค่าความเข้ม โดยนำ ไฟล์เสียงและไฟล์ TextGrid ไปใช้ร่วมกับโปรแกรมเสริม ค่าระยะเวลาและค่าความเข้มที่ได้จะ แสดงออกมาเป็นไฟล์ text

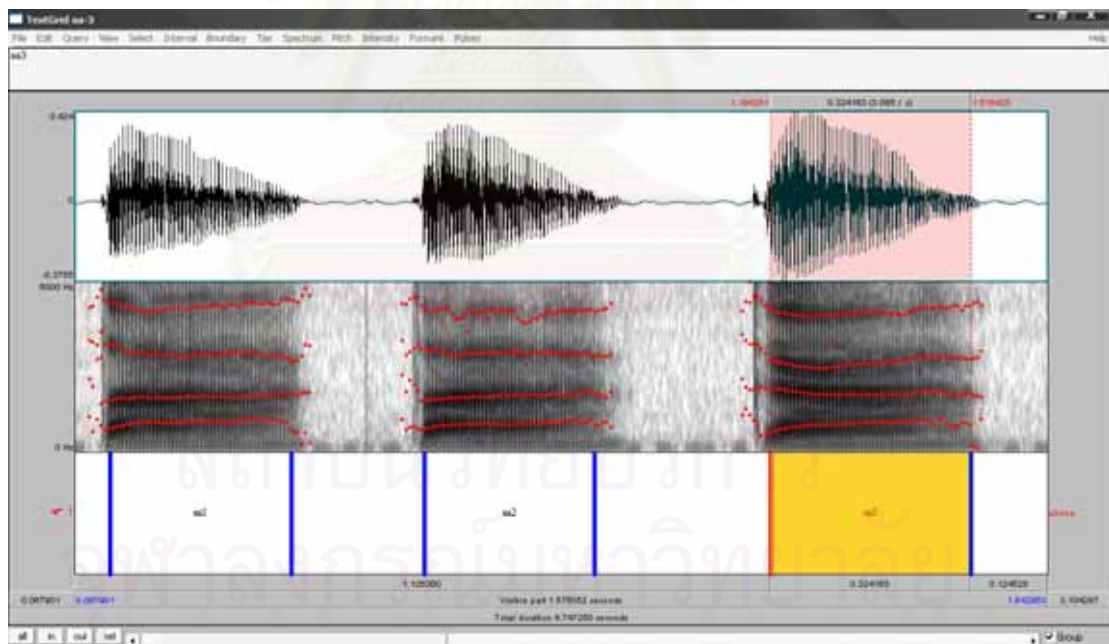


ภาพที่ 3.7 หน้าต่างโปรแกรมพราทซึ่งประกอบด้วย คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วง กรองกว้าง (กลาง) และ tier ที่กำหนดไว้ 3 tiers (ล่าง)





ภาพที่ 3.8 การกำหนดช่วงเสียงสระ โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (เส้นสีแดง) และจุดสิ้นสุด (เส้นสีน้ำเงิน) ของเสียงสระ



ภาพที่ 3.9 การกำหนดชื่อของเสียงสระในตำแหน่งที่ระบุช่วงของเสียงสระ

### 3.6 การวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์

ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าทางกลศาสตร์ ได้แก่ ค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1 2 และ 3 ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกและความแตกต่างของบริบทพยางค์ปิดกับพยางค์เปิด ในเรื่องค่าความถี่พอร์เมนต์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม นอกจากนี้ ผู้วิจัยจะใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อยืนยันนัยสำคัญของความแตกต่างของเสียงสระและบริบทพยางค์ทั้งสองประเภท

การวิเคราะห์ทางสถิติได้ใช้โปรแกรม SPSS for windows เวอร์ชัน 13.0 โดยเลือกการวิเคราะห์แบบ Independent-Samples T Test เพราะเป็นการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปร 2 ชุด ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน ผู้วิจัยกำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และค่าความเชื่อมั่นที่ 95% ผลการทดสอบสามารถแสดงให้เห็นระดับนัยสำคัญว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด ระดับนัยสำคัญที่น้อยกว่า 0.05 หมายความว่าความแตกต่างนั้นมีนัยสำคัญ ในงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์แบบ t-Test เพื่อทดสอบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญ ในเรื่องต่อไปนี้

1. เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1-3 แตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด
2. เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลาแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด
3. เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด
4. เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1-3 แตกต่างจากในพยางค์ปิด
5. เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าระยะเวลาแตกต่างจากในพยางค์ปิด
6. เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าความเข้มแตกต่างจากในพยางค์ปิด

### 3.7 การนำเสนอผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ได้แบ่งออกเป็น 8 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 4 ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

บทที่ 5 ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก

บทที่ 6 เปรียบเทียบลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับของเสียงสระเดี่ยวนาสิก

บทที่ 7 เปรียบเทียบผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ

บทที่ 8 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

ในบทนี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ซึ่งจะเปรียบเทียบให้เห็นผลการวิเคราะห์ที่แยกตามโครงสร้างพยางค์ 2 ประเภท คือ พยางค์ปิดและพยางค์เปิด ผลการวิเคราะห์จะนำเสนอในเรื่องค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 รวมถึงบริเวณเสียงสระของแต่ละสระ และบริเวณเสียงสระโดยรวม ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียง นอกจากนี้ ยังจะแสดงให้เห็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาแต่ละเสียง พร้อมทั้งผลการทดสอบทางสถิติว่าความแตกต่างของค่าทางกลศาสตร์ระหว่างโครงสร้างพยางค์ปิดกับพยางค์เปิดมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 4.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์

ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียง จะนำมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย t-Test เพื่อดูว่าค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดจะแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปออกมาได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และสามารถแยกให้เห็นผลการวิเคราะห์เสียงสระแต่ละคู่ในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 (เฮิรตซ์) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด

สระ		/i/		/e/		/ɛ/	
		[i]	[i:]	[e]	[e:]	[ɛ]	[ɛ:]
F1	$\bar{X}$	331.72	325.37	425.16 *	396.55	622.97 *	542.05
	S.D.	27.44	28.80	33.80	38.66	53.72	50.35
F2	$\bar{X}$	2384.00	2372.99	2226.57	2213.61	1968.87 *	2025.47
	S.D.	160.30	144.45	131.23	133.35	139.22	133.45
F3	$\bar{X}$	3096.51	3120.11	2867.12	2873.19	2679.90	2714.88
	S.D.	190.09	180.64	155.21	180.96	170.06	212.24

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สระ		/ə/		/a/	
		[ə]	[a]	[a:]	
F1	$\bar{X}$	510.23	800.40	*	754.35
	S.D.	44.22	72.51		51.92
F2	$\bar{X}$	1434.95	1515.15		1511.98
	S.D.	180.62	91.70		76.63
F3	$\bar{X}$	2663.26	2475.41		2495.56
	S.D.	281.18	184.47		198.46

สระ		/u/		/o/		/ɔ/	
		[u]	[u:]	[o]	[o:]	[ɔ]	[ɔ:]
F1	$\bar{X}$	362.19	* 351.46	451.60	* 422.12	644.17	* 565.39
	S.D.	23.11	27.41	34.31	30.49	47.91	44.46
F2	$\bar{X}$	857.50	* 936.95	1063.27	* 908.89	1098.18	1078.45
	S.D.	129.61	101.38	120.77	111.36	95.79	108.17
F3	$\bar{X}$	2806.40	* 2714.08	2707.61	2758.56	2703.19	2670.64
	S.D.	199.38	173.81	186.96	193.95	220.80	220.34

จากตารางที่ 4.1 เสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งที่เป็นสระหน้า สระกลาง และสระหลัง ทุกเสียงสระในพยางค์เปิด ซึ่งได้แก่ [i:], [e:], [ɛ:], [a:], [u:], [o:] และ [ɔ:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด ซึ่งได้แก่ [i], [e], [ɛ], [a], [u], [o] และ [ɔ] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นคู่ของเสียงสระ [i] กับ [i:] ที่ความต่างนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่าในการออกเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีการยกลิ้นที่สูงกว่าในการออกเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด จึงส่งผลให้มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่า

เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด ทั้งที่เป็นสระหน้า สระกลาง และสระหลัง ซึ่งได้แก่ [i:], [e:], [a:], [o:] และ [ɔ:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด ซึ่งได้แก่ [i], [e], [a], [o] และ [ɔ] ในขณะที่เสียงสระ [ɛ:] และ [u:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าเสียงสระ [ɛ] และ [u] เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงคู่ของเสียงสระ [ɛ]-[ɛ:], [o]-[o:] และ [u]-[u:] เท่านั้น ที่ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อค้นพบนี้



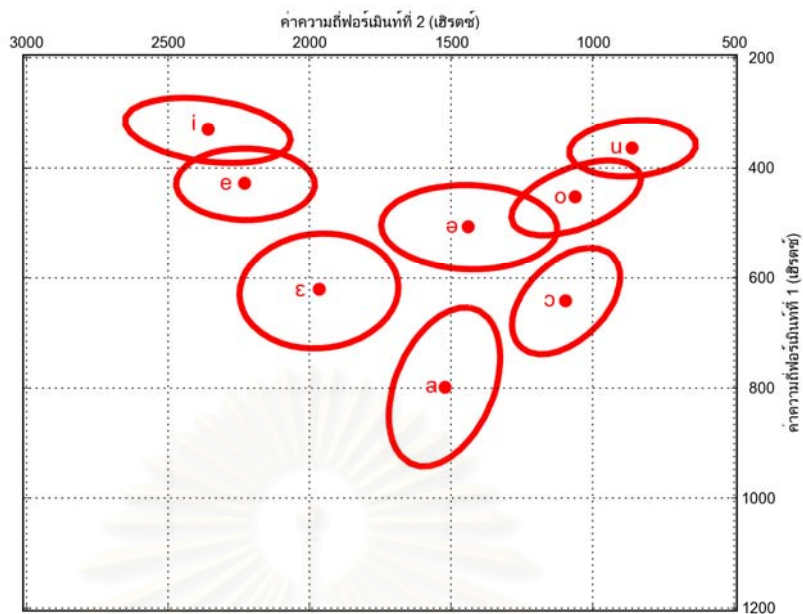
แสดงให้เห็นว่า กรณีสระหน้า ในการออกเสียงสระ [i:] และ [e:] ลิ้นส่วนหน้าจะเข้าไปใกล้เพดานแข็งน้อยกว่า จึงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระ [i] และ [e] แต่ในการออกเสียงสระ [e:] ลิ้นส่วนหน้ากลับเข้าไปใกล้เพดานแข็งมากกว่า จึงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าเสียงสระ [e] กรณีสระหลัง ในการออกเสียงสระ [u:] ลิ้นส่วนหลังจะเข้าไปใกล้เพดานอ่อนน้อยกว่า จึงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าเสียงสระ [u] แต่ในการออกเสียงสระ [o:] และ [ɔ:] ลิ้นส่วนหลังจะเข้าไปใกล้เพดานอ่อนมากกว่า จึงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระ [o] และ [ɔ] นอกจากนี้ การที่เสียงสระมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 ลดลงโดยเฉพาะสระหลัง ยังแสดงให้เห็นว่าเสียงสระ [o:] และ [ɔ:] มีการห่อริมฝีปากมากกว่าเสียงสระ [o] และ [ɔ]

คู่ของเสียงสระ [u] กับ [u:] เพียงคู่เดียวเท่านั้น ที่มีความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับคู่ของเสียงสระ [i] กับ [i:] นั้น ความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ทั้งสามนี้ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 พบว่า เสียงสระ [ɔ] มีการแปรปรวนมากที่สุด ในขณะที่เสียงสระ [a:] มีการแปรปรวนน้อยที่สุด

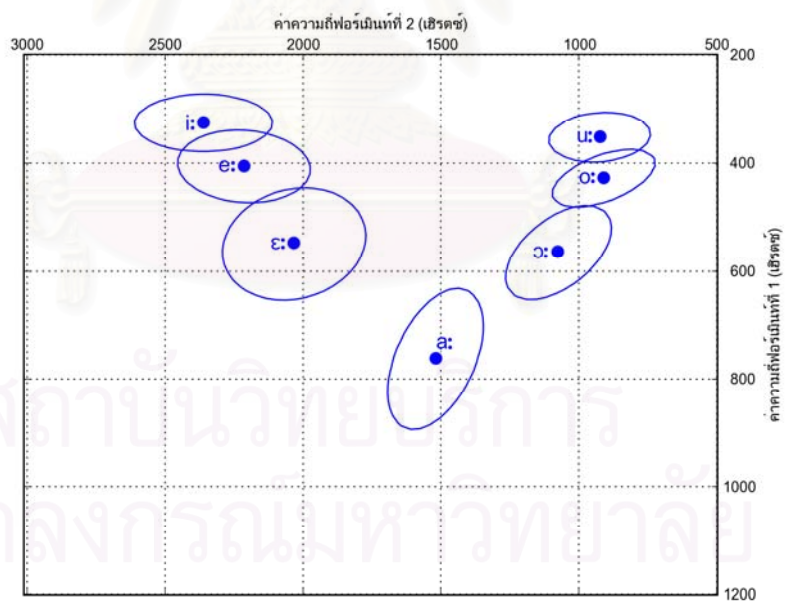
#### 4.1.1 บริเวณเสียงสระของแต่ละสระ

ผู้วิจัยได้นำค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงมาพล็อตเป็นบริเวณเสียงสระของแต่ละสระ ในกรณีของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด จากภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า เสียงสระ [i] กับ [e] ซึ่งเป็นสระหน้า มีบริเวณเสียงสระที่ซ้อนทับกันเล็กน้อย เช่นเดียวกับกับเสียงสระ [u] กับ [o] ซึ่งเป็นสระหลัง ส่วนบริเวณเสียงสระของ [ɛ], [a] และ [ɔ] จะไม่ซ้อนทับกัน ในกรณีของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด จากภาพที่ 4.2 จะเห็นว่า เสียงสระ [i:]-[e:]-[ɛ:] มีบริเวณเสียงสระที่ซ้อนทับกันเล็กน้อย เช่นเดียวกับเสียงสระ [u:]-[o:] และบริเวณเสียงสระ [a:] จะไม่ซ้อนทับกับบริเวณเสียงสระใดๆ ส่วนเสียงสระ [ɔ] ซึ่งเป็นสระกลาง และปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก มีบริเวณเสียงสระอยู่ตรงกลางระหว่างเสียงสระอื่นๆ แต่มีการแปรที่ทำให้บริเวณเสียงสระซ้อนทับกับเสียงสระ [o] และ [ɔ:] เพียงเล็กน้อย (ดูภาพที่ 4.1 และ 4.3)

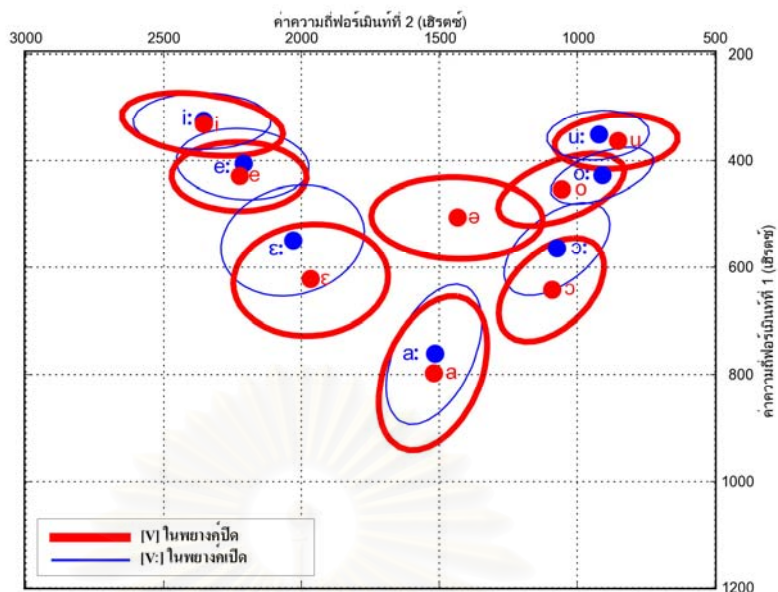
เสียงสระที่เป็นสระต่ำ ทั้งที่ปรากฏในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด จะมีบริเวณเสียงสระที่ไม่ซ้อนทับกับบริเวณเสียงสระของสระอื่นๆ แต่เสียงสระที่เป็นสระสูงและสระกลาง มักจะมีบริเวณเสียงสระที่ซ้อนทับกับบริเวณเสียงสระของสระอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสระสูงหน้าและสระสูงหลัง นอกจากนี้ เสียงสระที่เป็นสระต่ำ ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด จะมีการแปรที่มากกว่าเสียงสระที่เป็นสระสูง จึงส่งผลให้มีบริเวณเสียงสระที่กว้างมากกว่า



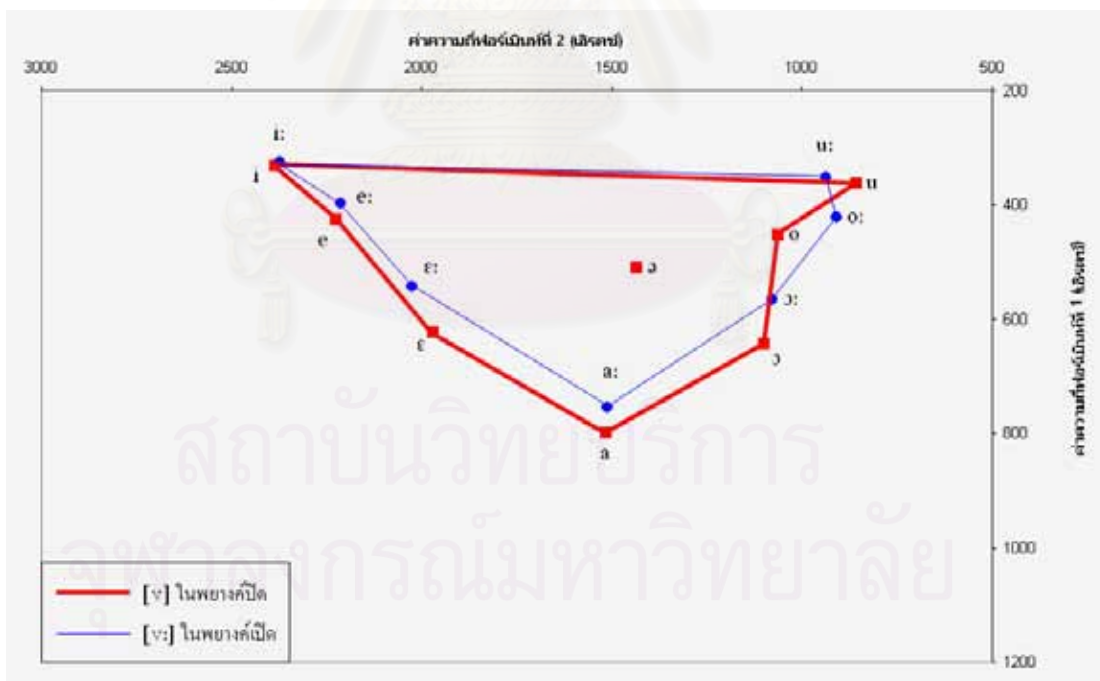
ภาพที่ 4.1 บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด



ภาพที่ 4.2 บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v:] ในพยางค์เปิด



ภาพที่ 4.3 บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด



ภาพที่ 4.4 บริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด

เมื่อเปรียบเทียบบริเวณเสียงสระระหว่างเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดกับพยางค์เปิด จากภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า คู่ของเสียงสระ [i]-[i:], [e]-[e:], [a]-[a:] และ [u]-[u:] แต่ละคู่มีบริเวณเสียงสระที่ซ้อนทับกันมากจนเกือบเป็นบริเวณเดียวกัน แต่เสียงสระในพยางค์ปิดมีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าเล็กน้อย และจุดศูนย์กลางของบริเวณเสียงสระแต่ละคู่ก็ใกล้กันมากด้วย แสดงว่าเสียงสระทั้ง 4 คู่นี้ มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันมาก ส่วนคู่ของเสียงสระ [ε]-[ε:], [o]-[o:] และ [ɔ]-[ɔ:] มีบริเวณเสียงสระที่ซ้อนทับกันค่อนข้างมาก

#### 4.1.2 บริเวณเสียงสระโดยรวม

นอกจากจะนำค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 มาพล็อตบริเวณเสียงสระของแต่ละสระแล้ว ยังนำมาพล็อตเป็นบริเวณเสียงสระโดยรวมด้วย บริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาที่ปรากฏในพยางค์ปิดมีพื้นที่ 391,932.90 ตารางหน่วย ซึ่งมากกว่าบริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาที่ปรากฏในพยางค์เปิดซึ่งมีพื้นที่ 351,631.86 ตารางหน่วย (ดูภาพที่ 4.4)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ไม่ว่าจะแสดงผลที่แสดงอยู่ในตารางสรุปผลค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1-3 (ตารางที่ 4.1) หรือบริเวณเสียงสระโดยรวม (ภาพที่ 4.4) จะเห็นได้ชัดเจนว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดส่วนใหญ่มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดจึงเป็นสระสูงกว่าและหลังมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด

เมื่อเปรียบเทียบผลของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 กับสมมติฐานข้อที่ 1.3.4 กล่าวได้ว่า ผลที่ได้ตรงกันกับสมมติฐานที่ว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด

#### 4.2 ค่าระยะเวลา

ผู้วิจัยได้นำค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย t-Test เพื่อดูว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดจะมีค่าระยะเวลาที่แตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปออกมาได้ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 4.2 และสามารถแยกให้เห็นผลการวิเคราะห์เสียงสระแต่ละคู่ในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ค่ำระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด

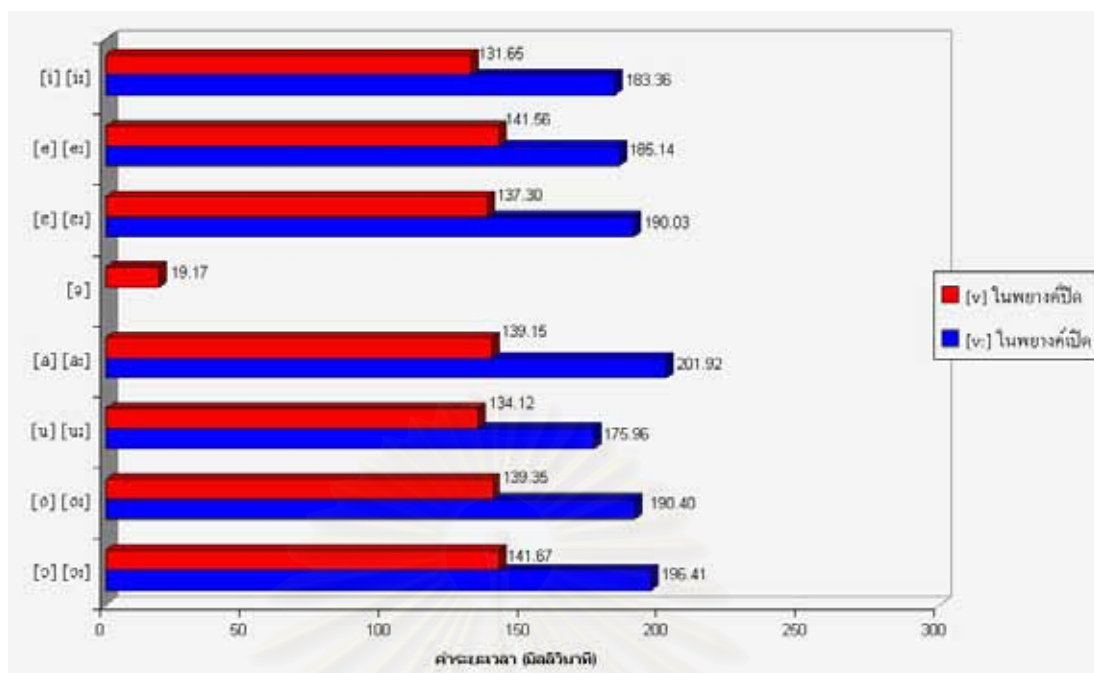
สระ	/i/		/e/		/ɛ/	
	[i]	[i:]	[e]	[e:]	[ɛ]	[ɛ:]
$\bar{X}$	131.65	* 183.36	141.56	* 185.14	137.30	* 190.03
S.D.	23.72	48.78	20.13	47.07	24.47	41.87
อัตราส่วน	1 : 1.39		1 : 1.31		1 : 1.38	

สระ	/ə/	/a/	
	[ə]	[a]	[a:]
$\bar{X}$	19.17	139.15	* 201.92
S.D.	6.54	27.56	46.87
อัตราส่วน	-	1 : 1.45	

สระ	/u/		/o/		/ɔ/	
	[u]	[u:]	[o]	[o:]	[ɔ]	[ɔ:]
$\bar{X}$	134.12	* 175.96	139.35	* 190.40	141.67	* 196.41
S.D.	25.31	50.77	23.60	53.09	25.50	48.69
อัตราส่วน	1 : 1.31		1 : 1.37		1 : 1.39	

จากตารางที่ 4.2 เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คู่ของเสียงสระ [i] กับ [i:] และ [ɔ] กับ [ɔ:] มีค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันมากที่สุด และคู่ของเสียงสระ [e] กับ [e:] และ [u] กับ [u:] มีค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงในพยางค์ปิดมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าในพยางค์เปิด กรณีพยางค์ปิด เสียงสระ [e] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และเสียงสระ [a] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด ส่วนกรณีพยางค์เปิด เสียงสระ [ɛ:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และเสียงสระ [o:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่า เสียงสระ [ə] ซึ่งปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดในบรรดาเสียงสระทุกเสียง





ภาพที่ 4.5 ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด

ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงจะนำเสนอเป็นกราฟแท่ง เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความสั้นยาวของเสียงสระในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้ชัดเจนขึ้น ดังภาพที่ 4.5 ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวธรรมดาจะมีค่าระยะเวลาอยู่ในช่วง 131.65 ถึง 141.67 มิลลิวินาที ถ้าเรียงลำดับจากเสียงสระที่มีค่าระยษะเวลาน้อยที่สุดไปจนถึงมากที่สุด จะได้ดังนี้ เสียงสระ [i] มีค่าระยะเวลา น้อยที่สุด และมากขึ้นตามลำดับ คือ [u], [ɛ], [a], [o], [e] และ [ɔ] ซึ่งมีค่ามากที่สุด ในพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวธรรมดาจะมีค่าระยะเวลาอยู่ในช่วง 175.96 ถึง 201.92 มิลลิวินาที ถ้าเรียงลำดับจากเสียงสระที่มีค่าระยษะเวลาน้อยที่สุดไปจนถึงมากที่สุด จะได้ดังนี้ เสียงสระ [u:] มีค่าระยะเวลา น้อยที่สุด และมากขึ้นตามลำดับ คือ [i:], [e:], [ɛ:], [o:], [ɔ:] และ [a:] มีค่าระยะเวลามากที่สุด

เมื่อนำความแตกต่างของค่าระยะเวลามาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดทุกเสียงสระมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับเสียงสระ [ɔ] มีค่าระยะเวลาเพียง 19.17 มิลลิวินาที เนื่องจากว่าเป็นเสียงสระที่ปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนักเท่านั้น จึงทำให้มีค่าระยะเวลาสั้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับเสียงสระอื่นๆ นอกจากนี้ เมื่อนำค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงสระมารวมกัน โดยแยกตามโครงสร้างพยางค์แต่ละประเภท<sup>1</sup> จะทำให้ได้ค่าระยะเวลาเฉลี่ย คือ เสียง

<sup>1</sup> ไม่รวมค่าระยะเวลาของเสียงสระ [ɔ] เนื่องจากเป็นเสียงสระที่พบเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนักและไม่สามารถแยกประเภทตามโครงสร้างพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้

สระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 137.83 มิลลิวินาที และเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 189.03 มิลลิวินาที กล่าวคือ เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีความยาวมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด จากนั้น คำนวณหาอัตราความยาวของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดที่มีต่อเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด อัตราส่วนที่ได้คือ 1 : 1.37

ข้อค้นพบที่ได้ว่าเสียงสระในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระในพยางค์ปิดเหมือนกับที่ Maddieson (1985) และ Lehiste (1970) ได้กล่าวไว้ และเนื่องจากสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีจะเป็นสระเสียงสั้นเมื่ออยู่ในพยางค์ปิดและเป็นสระเสียงยาวเมื่ออยู่ในพยางค์เปิด ผู้วิจัยจึงนำไปเปรียบเทียบกับภาษาไทย (Abramson, 1962; Abramson and Ren, 1990; Abramson, 1993; Rungpat Roengpitya, 2001; Chutamanee Onsuwan, 2005; ชมนาด อินทจามรรักษ์, 2545) ภาษาม้ง ภาษาเมี่ยน และภาษามัต (สุภาพร ผลิพัฒน์, 2550) ผลจากการเปรียบเทียบออกมาในลักษณะเดียวกันคือ ค่าระยะเวลาของสระเสียงยาวจะมากกว่าสระเสียงสั้น

เนื่องจากภาษามลายูถิ่นปัตตานีและภาษาม้งเป็นภาษาที่ความสั้นยาวของเสียงสระไม่มีนัยสำคัญทางภาษาศาสตร์เหมือนกัน ผู้วิจัยจึงนำอัตราส่วนของทั้ง 2 ภาษามาเปรียบเทียบกัน พบว่าภาษาม้ง (สุภาพร ผลิพัฒน์, 2550) มีอัตราส่วนสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาว 1 : 2.17 ซึ่งมากกว่าภาษามลายูถิ่นปัตตานีที่มีอัตราส่วน 1 : 1.37 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับภาษาไทยซึ่งเป็นภาษาที่ความสั้นยาวของเสียงสระมีนัยสำคัญทางภาษาศาสตร์ พบว่าอัตราส่วนสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวในภาษามลายูถิ่นปัตตานีน้อยกว่าอัตราส่วนสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวในภาษาไทย ซึ่งมีอัตราส่วนอยู่ระหว่าง 1 : 1.8 ถึง 1 : 3.5 (Abramson, 1962; Abramson and Ren, 1990; Abramson, 1993; Rungpat Roengpitya, 2001; Chutamanee Onsuwan, 2005; ชมนาด อินทจามรรักษ์, 2545) (ดูรายละเอียดในบทที่ 2 หัวข้อ 2.5)

นอกจากนี้ เมื่อนำค่าระยะเวลาของเสียงสระ [ə] ซึ่งปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก ไปเปรียบเทียบกับเสียงสระ [ə] ในงานวิจัยของ สุนนมาศ ปุโรทกานนท์ (2549) ที่ได้วิเคราะห์ค่าระยะเวลาของเสียงสระ /ə/ ในพยางค์ลดรูปในภาษาไทย พบว่าเสียงสระ [ə] ในงานวิจัยนี้มีค่าน้อยกว่า

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่ามากกว่าของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบผลของค่าระยะเวลาที่ได้กับสมมติฐานข้อที่ 1.3.5 สรุปได้ว่า ผลที่ได้ตรงกันกับสมมติฐานที่ว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด

### 4.3 ค่าความเข้ม

ในเรื่องค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียง ผู้วิจัยได้นำมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย t-Test เพื่อดูว่าค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดจะแตกต่างจากค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 4.3 และสามารถแยกให้เห็นผลการวิเคราะห์เสียงสระแต่ละคู่ในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด

สระ	/i/		/e/		/ɛ/	
	[i]	[i:]	[e]	[e:]	[ɛ]	[ɛ:]
$\bar{X}$	69.55	69.95	70.69	71.50	71.02	71.74
S.D.	2.89	3.30	2.40	2.71	3.04	2.66

สระ	/ə/	/a/	
	[ə]	[a]	[a:]
$\bar{X}$	69.32	72.75	71.82
S.D.	3.09	4.05	3.37

สระ	/u/		/o/		/ɔ/	
	[u]	[u:]	[o]	[o:]	[ɔ]	[ɔ:]
$\bar{X}$	70.32	70.58	70.23	* 71.58	72.47	71.57
S.D.	3.24	3.06	2.99	2.89	3.68	2.90

จากตารางที่ 4.3 เสียงสระเดี่ยวธรรมดาส่วนใหญ่ในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด แต่ค่าความแตกต่างของเสียงสระแต่ละคู่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น คู่ของเสียงสระ [o] กับ [o:] เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า เสียงสระส่วนใหญ่ในพยางค์ปิดมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าเสียงสระในพยางค์เปิด กรณีพยางค์ปิด เสียงสระ [e] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และเสียงสระ [a] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด ส่วนกรณีพยางค์เปิด เสียงสระ [ɛ:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และเสียงสระ [a:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด

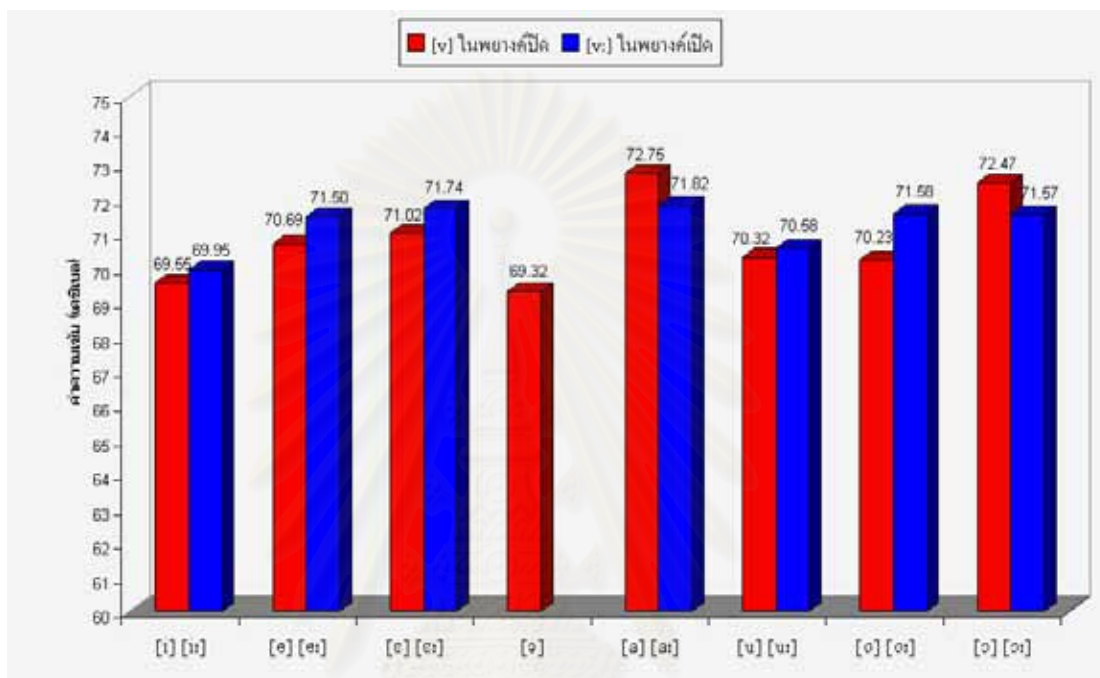
ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงจะนำเสนอเป็นกราฟแท่ง เพื่อแสดงให้เห็นความมากน้อยของค่าความเข้มของเสียงสระที่ปรากฏในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จากภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่า ในกรณีของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด จะมีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 69.55 ถึง 72.75 เดซิเบล เมื่อนำค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดมาเรียงลำดับจากน้อยที่สุดไปจนถึงมากที่สุดจะได้ดังนี้ เสียงสระ [i] มีค่าความเข้มน้อยที่สุด และมากขึ้นตามลำดับ คือ [o], [u], [e], [ɛ], [ɔ], และ [a] มีค่าความเข้มมากที่สุด ในกรณีของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด จะมีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 69.95 ถึง 71.82 เดซิเบล เมื่อนำค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมาเรียงลำดับจากน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุด จะได้ดังนี้ เสียงสระ [i:] มีค่าความเข้มน้อยที่สุด และมากขึ้นตามลำดับ คือ [u:], [e:], [ɔ:], [o:], [ɛ:] และ [a:] มีค่าความเข้มมากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดกับพยางค์เปิด พบว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดส่วนใหญ่มีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด ซึ่งได้แก่คู่ของเสียงสระ [i]-[i:], [e]-[e:], [ɛ]-[ɛ:], [u]-[u:] และ [o]-[o:] ยกเว้นคู่ของเสียงสระ [a]-[a:] และ [ɔ]-[ɔ:] ที่เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด และมีเพียงคู่ของเสียงสระ [o]-[o:] เท่านั้นที่ความแตกต่างของค่าความเข้มมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงมารวมกัน<sup>2</sup> โดยแยกตามโครงสร้างพยางค์แต่ละประเภท เพื่อหาค่าความเข้มเฉลี่ย ผลที่ได้คือ เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดมีค่าความเข้มเฉลี่ย 71.00 เดซิเบล และเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มเฉลี่ย 71.25 เดซิเบล กล่าวคือ เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีความดังมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด

ในกรณีของเสียงสระ [ɔ] มีค่าความเข้ม 69.32 เดซิเบล ซึ่งน้อยกว่าทุกเสียงสระเพราะปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก ข้อค้นพบนี้เป็นไปตาม Pickett (1998) ที่กล่าวว่า ค่าความเข้มของเสียงสระในพยางค์ที่ลงเสียงหนักจะมากกว่าในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก นอกจากนี้ ยังได้นำค่าความเข้มของเสียงสระ [ɔ] กับเสียงสระอื่นๆ ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดมาทดสอบหา นัยสำคัญในทางสถิติด้วย ปรากฏว่ามีเสียงสระ 4 เสียงในพยางค์ปิดที่มีค่าความเข้มแตกต่างจากเสียงสระ [ɔ] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ [e], [ɛ], [a] และ [ɔ] และมีเสียงสระ 6 เสียงในพยางค์เปิดที่มีค่าความเข้มแตกต่างจากเสียงสระ [ɔ] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ [e:], [ɛ:], [a:], [u:], [o:] และ [ɔ:]

<sup>2</sup> ไม่รวมค่าความเข้มของเสียงสระ [ɔ] เนื่องจากเป็นเสียงสระที่พบเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนักและไม่สามารถแยกประเภทตามโครงสร้างพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้

ผลการวัดค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาที่ปรากฏในพยางค์ปิดกับพยางค์เปิดดังที่ได้นำเสนอข้างต้น ทำให้เห็นว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดส่วนใหญ่มีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด เมื่อเปรียบเทียบผลของค่าความเข้มกับสมมติฐานข้อที่ 1.3.6 จึงกล่าวได้ว่า ผลที่ได้ตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด เพราะตามที่พบเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด



ภาพที่ 4.6 ค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [v] ในพยางค์ปิด และ [v:] ในพยางค์เปิด



ความเหมือนและความต่างของข้อค้นพบกับสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความถี่ฟอร์เมนท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา สามารถแสดงให้เห็นในตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** เปรียบเทียบข้อค้นพบกับสมมติฐานในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

สมมติฐาน	ข้อค้นพบ
- เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด	- เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นเสียงสระ [i] กับ [i] ที่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
- เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด	- เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด	- เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดส่วนใหญ่มีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด โดยความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปได้ว่า ในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 และค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ตรงกันกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ในเรื่องค่าความเข้ม ตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก

ในบทนี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก โดยจะเปรียบเทียบให้เห็นผลการวิเคราะห์ซึ่งแยกตามโครงสร้างพยางค์ปิดและพยางค์เปิด ผลการวิเคราะห์จะนำเสนอในเรื่องค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 ที่รวมถึงบริเวณเสียงสระของแต่ละสระ และบริเวณเสียงสระโดยรวม ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียง นอกจากนี้ จะแสดงให้เห็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละเสียง พร้อมทั้งผลการทดสอบทางสถิติว่าความแตกต่างของค่าทางกลศาสตร์ระหว่างโครงสร้างพยางค์ปิดกับพยางค์เปิดมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 5.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์

ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 ของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียง จะนำมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย t-Test เพื่อดูว่าค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 ของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด จะแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปออกมาได้ดังแสดงในตารางที่ 5.1 และสามารถแยกให้เห็นผลการวิเคราะห์เสียงสระแต่ละคู่ในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 (เฮิรตซ์) ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [จ] ในพยางค์ปิด และ [จ:] ในพยางค์เปิด

	สระ	/เอ̄/		/อ̄/		/อ̄ <sup>1</sup> /	/อ̄:/	
		[เอ̄]	[เอ̄:]	[อ̄]	[อ̄:]		[อ̄]	[อ̄:]
F1	$\bar{X}$	521.72 *	466.03	735.56 *	679.26	410.27	613.44 *	570.36
	S.D.	69.37	65.99	83.13	82.41	55.14	90.78	98.61
F2	$\bar{X}$	2228.13	2276.03	1541.23	1569.17	967.14	1033.39 *	933.03
	S.D.	194.48	174.35	90.84	105.67	115.84	125.04	122.52
F3	$\bar{X}$	2807.64 *	2876.53	2738.92	2674.64	2710.16	2738.83 *	2825.53
	S.D.	173.76	176.74	258.47	316.91	206.52	269.54	288.46

<sup>1</sup> สำหรับสระ /อ̄/ มีเสียงสระสั้น [อ̄] ในพยางค์ปิดเท่านั้น ไม่ปรากฏว่ามีเสียงสระยาว [อ̄:] ในพยางค์เปิด

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิก ทั้งที่เป็นสระหน้า สระกลาง และสระหลัง ทุกเสียงสระในพยางค์เปิด ซึ่งได้แก่ [ɛ:], [ā:] และ [ɔ:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด ซึ่งได้แก่ [ɛ], [ā] และ [ɔ] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของระดับลิ้นกับค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 คือ ในการออกเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์เปิดระดับลิ้นจะอยู่สูงกว่าในพยางค์ปิด จึงส่งผลให้มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่า

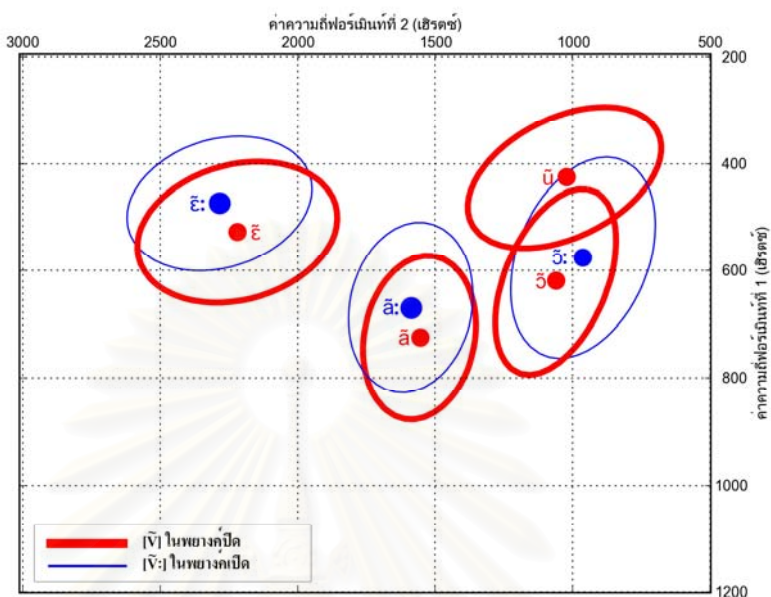
เสียงสระ [ɛ:] และ [ā:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าเสียงสระ [ɛ] และ [ā] โดยความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เสียงสระ [ɔ:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระ [ɔ] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อค้นพบนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนไหวของลิ้นกับค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 คือ ในการออกเสียงสระ [ɛ:] ซึ่งเป็นสระหน้า ลิ้นส่วนหน้าจะเข้าไปใกล้เพดานแข็งมากกว่า จึงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าเสียงสระ [ɛ] ในขณะที่ในการออกเสียงสระ [ɔ:] ซึ่งเป็นสระหลัง ลิ้นส่วนหลังจะเข้าไปใกล้เพดานอ่อนมากกว่า จึงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระ [ɔ] นอกจากนี้ เสียงสระ [ɔ:] ยังเป็นสระที่มีการห่อริมฝีปากมากกว่าเสียงสระ [ɔ] เพราะมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 ต่ำกว่า

คู่ของเสียงสระ [ɔ] กับ [ɔ:] เพียงคู่เดียวเท่านั้น ที่มีความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และคู่ของเสียงสระ [ɛ] กับ [ɛ:] มีความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 พบว่า เสียงสระ [ɔ] มีการแปรน้อยที่สุด ในขณะที่เสียงสระ [ɛ] มีการแปรมากที่สุด

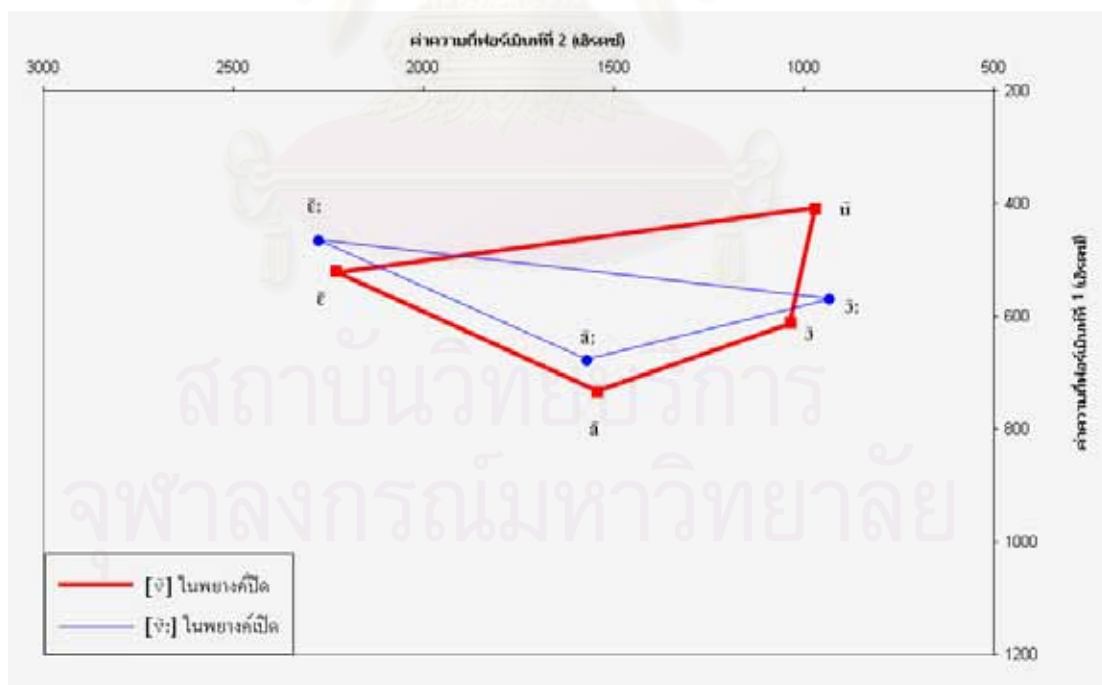
### 5.1.1 บริเวณเสียงสระของแต่ละสระ

ผู้วิจัยได้นำค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 ของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมาพล็อตเป็นบริเวณเสียงสระของแต่ละสระ (ดูภาพที่ 5.1) ในกรณีของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด จะเห็นว่า เสียงสระ [ɛ] มีบริเวณเสียงสระที่กว้างมากเพราะมีหน่วยเสียงสระนาสิกที่เป็นสระหน้าเพียงสระเดียว จึงมีการแปรเกิดขึ้นมาก แต่จะไม่ซ้อนทับกับบริเวณเสียงสระ [ā] เช่นเดียวกับเสียงสระ [ā] ที่มีบริเวณเสียงสระที่ไม่ซ้อนทับกับเสียงสระ [ɔ] ในขณะที่บริเวณเสียงสระ [ɔ] และ [ɔ] มีการแปรมากจึงมีบริเวณเสียงสระที่กว้างมาก และทำให้บริเวณเสียงสระทั้งสองมีบางส่วนที่ซ้อนทับกัน ในกรณีของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด บริเวณเสียงสระของทั้ง 3 สระ ซึ่งได้แก่ [ɛ:], [ā:] และ [ɔ:] จะไม่ซ้อนทับกัน เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบบริเวณเสียงสระระหว่างเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดกับในพยางค์เปิด จะเห็นได้ว่า บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดกับในพยางค์เปิดจะมีส่วนที่ซ้อนทับกันค่อนข้างมาก ไม่ว่าจะเป็นบริเวณเสียงสระของ [ɛ]-[ɛ:], [ā]-[ā:] และ [ɔ]-[ɔ:] รวมทั้งขนาดของบริเวณเสียงสระของสระแต่ละคู่ก็ยังมีขนาด

ใกล้เคียงกัน เพราะมีการแปรของเสียงสระในลักษณะเดียวกัน และมีจุดศูนย์กลางของบริเวณเสียงสระที่ใกล้กันด้วย แสดงว่าคุณสมบัติของเสียงสระทั้ง 2 ชุด ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 5.1 บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [จ้] ในพยางค์ปิด และ [จ๊ะ] ในพยางค์เปิด



ภาพที่ 5.2 บริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [จ้] ในพยางค์ปิด และ [จ๊ะ] ในพยางค์เปิด

### 5.1.2 บริเวณเสียงสระโดยรวม

นอกจากบริเวณเสียงสระของแต่ละสระแล้ว จะนำค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และ 2 มาพล็อตเป็นบริเวณเสียงสระโดยรวมด้วย เนื่องจากว่าเสียงสระ [ɔ] ไม่ปรากฏในพยางค์เปิดจึงทำให้ไม่มีคู่เสียงสระที่จะเทียบกันได้ ดังนั้น เมื่อนำค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และ 2 ของแต่ละเสียงสระมาพล็อตบริเวณเสียงสระโดยรวม จึงทำให้เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีพื้นที่น้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด โดยที่เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีพื้นที่ 106,310.59 ตารางหน่วย และเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดมีพื้นที่ 220,646.25 ตารางหน่วย

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ทั้งในตารางสรุปค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1-3 (ตารางที่ 5.1) และบริเวณเสียงสระโดยรวม (ภาพที่ 5.2) ทำให้ทราบว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดที่เป็นสระหน้าและสระกลางมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 2 สูงกว่าในพยางค์ปิด ยกเว้น กรณีสระหลังที่มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 2 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด ดังนั้น เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดจึงเป็นสระสูงกว่าและหนาแน่นกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

เมื่อนำผลของค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานข้อที่ 1.3.4 พบว่า ผลที่ได้ตรงกันกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด

### 5.2 ค่าระยะเวลา

ผู้วิจัยได้นำค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย t-Test เพื่อดูว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดมีค่าระยะเวลาแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปออกมาได้ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 5.2 และสามารถแยกให้เห็นผลการวิเคราะห์เสียงสระแต่ละคู่ในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้ดังนี้



ตารางที่ 5.2 ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [จ] ในพยางค์ปิด และ [จ:] ในพยางค์เปิด

สระ	/Ĳ/		/ã/		/ũ/	/õ/	
	[Ĳ]	[Ĳ:]	[ã]	[ã:]	[ũ] <sup>1</sup>	[õ]	[õ:]
$\bar{X}$	163.47	* 231.95	167.63	* 222.08	155.24	163.54	* 244.21
S.D.	22.98	53.10	27.23	47.15	33.21	24.74	49.29
อัตราส่วน	1 : 1.42		1 : 1.32		-	1 : 1.49	

จากตารางที่ 5.2 เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงในพยางค์ปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์เปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คู่ของเสียงสระ [õ] กับ [õ:] มีค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันมากที่สุด และคู่ของเสียงสระ [ã] กับ [ã:] มีค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงในพยางค์ปิดมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าในพยางค์เปิด กรณีพยางค์ปิด เสียงสระ [Ĳ] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และเสียงสระ [ũ] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด ส่วนกรณีพยางค์เปิด เสียงสระ [ã:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และเสียงสระ [Ĳ:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด

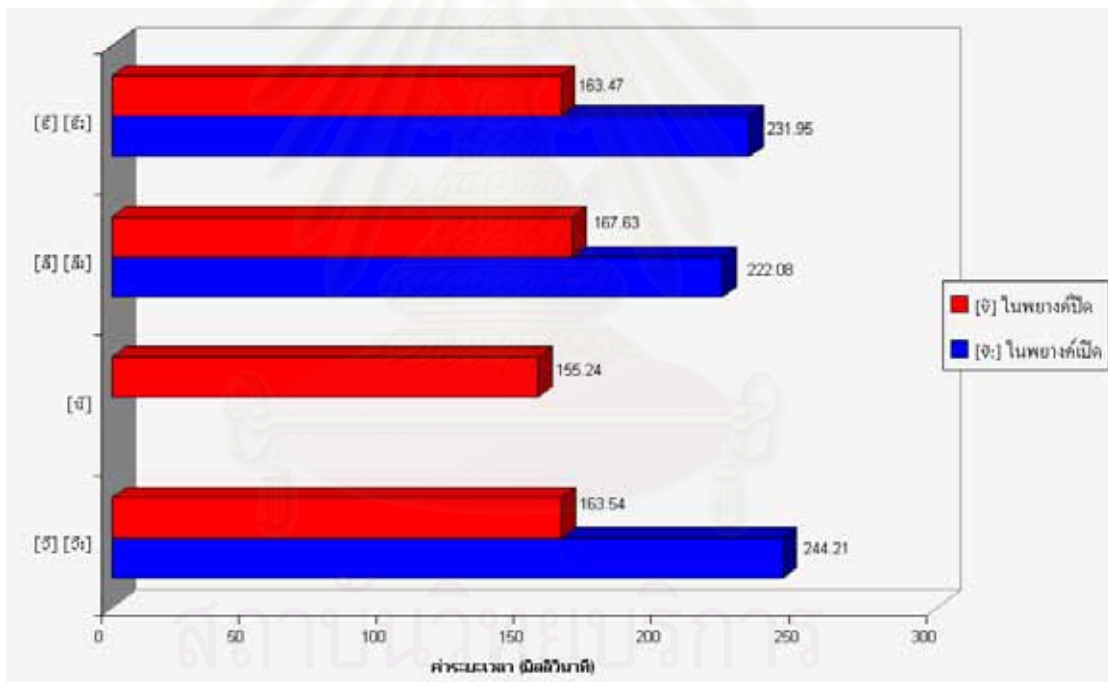
ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงจะนำเสนอเป็นกราฟแท่ง เพื่อเปรียบเทียบความสั้นยาวของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 5.3 ในพยางค์ปิดเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลาอยู่ในช่วง 155.24 ถึง 167.63 มิลลิวินาที เมื่อนำค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดมาเรียงลำดับจากน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุดจะได้ดังนี้ เสียงสระ [ũ] มีค่าระยะเวลาน้อยที่สุด และมากขึ้นตามลำดับ คือ [Ĳ], [õ] และ [ã] ซึ่งมีความยาวมากที่สุด ในพยางค์เปิดเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลาอยู่ในช่วง 222.08 ถึง 244.21 มิลลิวินาที เมื่อนำค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมาเรียงลำดับจากน้อยที่สุดไปจนถึงมากที่สุดจะได้ดังนี้ เสียงสระ [ã:] มีค่าระยะเวลาน้อยที่สุด และมากขึ้นตามลำดับ คือ [Ĳ:] และ [õ:] ซึ่งมีความยาวมากที่สุด

เมื่อนำค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันของเสียงสระเดี่ยวนาสิกมาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติพบว่า ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่ามากกว่าในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังได้นำค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมารวมกัน<sup>2</sup> โดยแยกตามโครงสร้างพยางค์แต่ละประเภท เพื่อให้ได้ค่าระยะเวลาเฉลี่ย ดังนี้ เสียงสระเดี่ยวนาสิกใน

<sup>2</sup> ไม่รวมค่าระยะเวลาของสระ /ũ/ เนื่องจากเป็นเสียงสระสั้น [ũ] ที่ปรากฏในพยางค์ปิด และไม่พบว่ามีเสียงสระยาว [ũ:] ปรากฏในพยางค์เปิด

พยางค์ปิด มีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 164.88 มิลลิวินาที และเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าระยะเวลาเฉลี่ย 232.75 มิลลิวินาที กล่าวคือ เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดเป็นสระที่มีความยาวมากกว่าในพยางค์ปิด และเมื่อคำนวณหาอัตราความยาวของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดที่มีต่อเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด อัตราส่วนที่ได้คือ 1 : 1.41 แม้ว่าจะเป็นสระนาสิก แต่โครงสร้างพยางค์ก็ส่งผลให้เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดมีค่าระยชเวลาน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด ซึ่งเป็นไปตามที่ Maddieson (1985) และ Lehiste (1970) ได้กล่าวไว้ว่าเสียงสระในพยางค์เปิดจะมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระในพยางค์ปิด

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นว่า ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบผลของค่าระยะเวลา กับสมมติฐานข้อที่ 1.3.5 สรุปได้ว่า ผลที่ได้ตรงกับสมมติฐานที่ว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด



ภาพที่ 5.3 ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [จ] ในพยางค์ปิด และ [จ:] ในพยางค์เปิด

### 5.3 ค่าความเข้ม

ในเรื่องค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียง ผู้วิจัยได้นำมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย t-Test เพื่อดูว่าค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดจะแตกต่างจากค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 5.3 และสามารถแยกให้เห็นผลการวิเคราะห์เสียงสระแต่ละคู่ในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้ดังนี้

ตารางที่ 5.3 ค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [ŋ] ในพยางค์ปิด และ [ŋ:] ในพยางค์เปิด

สระ	/ɛ̃/		/ã/		/ũ/	/õ/	
	[ɛ̃]	[ɛ̃:]	[ã]	[ã:]	[ũ] <sup>1</sup>	[õ]	[õ:]
$\bar{X}$	68.79	68.43	70.08	70.51	70.10	68.85	69.17
S.D.	3.09	2.63	3.37	3.55	3.90	3.10	3.12

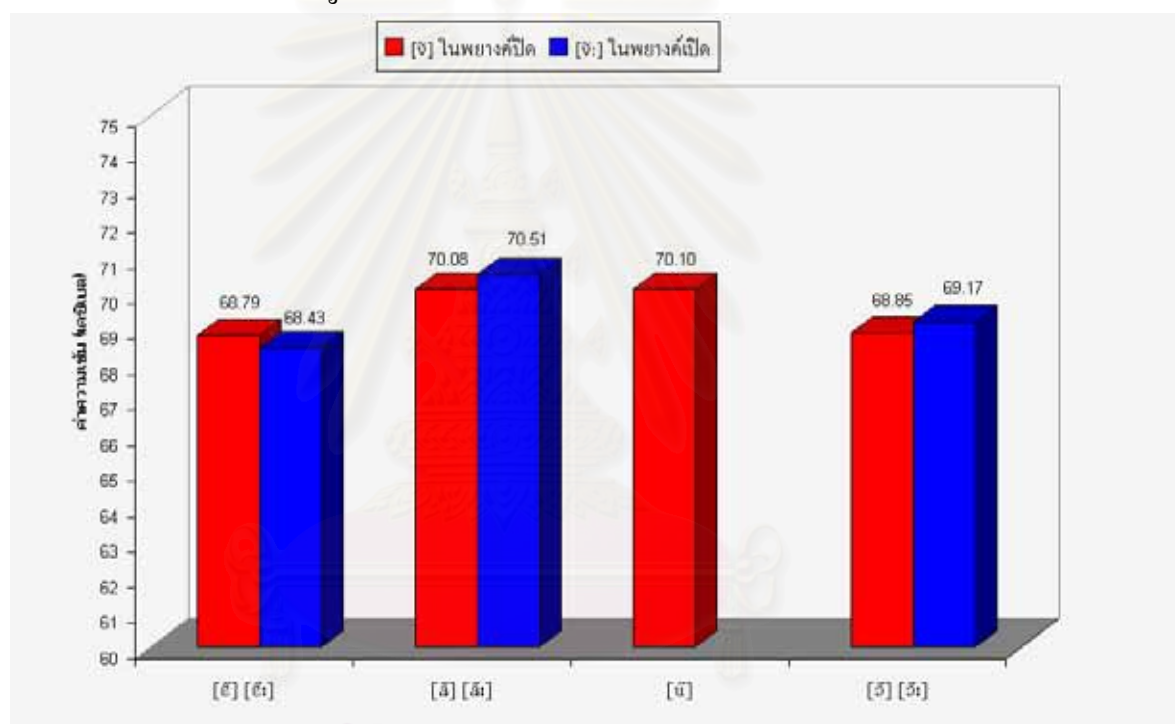
จากตารางที่ 5.3 เสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่ในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด แต่ค่าความแตกต่างของเสียงสระแต่ละคู่นั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า เสียงสระส่วนใหญ่ในพยางค์ปิดมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าในพยางค์เปิด กรณีพยางค์ปิด เสียงสระ [ɛ̃] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และเสียงสระ [ũ] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด ส่วนกรณีพยางค์เปิด เสียงสระ [ɛ̃:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และเสียงสระ [ã:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด

ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงจะนำเสนอเป็นกราฟแท่ง เพื่อแสดงให้เห็นความมากน้อยของค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (ดูภาพที่ 5.4) ในกรณีของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด จะมีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 68.79 ถึง 70.10 เดซิเบล เมื่อทำการเรียงลำดับจากน้อยที่สุดไปหามากที่สุด จะได้เป็น เสียงสระ [ɛ̃] มีค่าความเข้มน้อยที่สุด และมากขึ้นตามลำดับ คือ [õ], [ã] และ [ũ] ซึ่งมีค่าความเข้มมากที่สุด ในกรณีของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด จะมีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 68.43 ถึง 70.51 เดซิเบล และทำการเรียงลำดับจากเสียงสระเดี่ยวนาสิกที่มีค่าน้อยที่สุดไปจนถึงมากที่สุด จะได้เป็น เสียงสระ [ɛ̃:] มีค่าน้อยที่สุด ตามด้วย [õ:] และ [ã:] ซึ่งมีค่ามากที่สุด

เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดที่มีค่าความเข้มมากกว่าพยางค์เปิดมีเพียงเสียงสระเดี่ยวเท่านั้น คือ เสียงสระ [ɛ̃] ในขณะที่เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด [ã] และ [õ] มีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด [ã:] และ [õ:] และความแตกต่างของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทั้ง 3 คู่ไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ นอกจากนี้ ยังได้นำค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุก

เสียงมารวมกัน<sup>3</sup> โดยแยกตามโครงสร้างพยางค์แต่ละประเภท เพื่อให้ได้ค่าความเข้มเฉลี่ย ผลที่ได้ นั้น คือ เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด มีค่าความเข้มเฉลี่ย 69.24 เดซิเบล และเสียงสระเดี่ยว นาสิกในพยางค์เปิด มีค่าความเข้มเฉลี่ย 69.37 เดซิเบล กล่าวคือ เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมี ความดังมากกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

น่าสังเกตว่า มีเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดเพียง 1 เสียง ที่มีค่าความเข้มมากกว่าใน พยางค์เปิด ส่วนเสียงสระอีก 2 เสียงนั้น มีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์เปิด เมื่อเปรียบเทียบผล ของค่าความเข้มกับสมมติฐานข้อที่ 1.3.6 จึงกล่าวได้ว่า ผลที่ได้ตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ว่า เสียง สระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด เพราะตามที่พบเสียงสระเดี่ยว นาสิกในพยางค์เปิดส่วนใหญ่ มีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด



ภาพที่ 5.4 ค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวนาสิก [จ] ในพยางค์ปิด และ [จ:] ในพยางค์ เปิด

<sup>3</sup> ไม่รวมค่าความเข้มของสระ /ึ/ เนื่องจากเป็นเสียงสระที่ปรากฏในพยางค์ปิดเท่านั้น จึงมีแต่เสียงสระสั้น [ึ] ไม่มีเสียงสระยาว [ึ:]

ความเหมือนและความต่างของข้อค้นพบกับสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความถี่ฟอร์เมนต์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิก สามารถแสดงให้เห็นในตารางที่ 5.4

**ตารางที่ 5.4** เปรียบเทียบข้อค้นพบกับสมมติฐานในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนต์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิก

สมมติฐาน	ข้อค้นพบ
- เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด	- เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด	- เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดทุกเสียงมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด	- เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด 2 เสียง มีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด แต่มีเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด 1 เสียง ที่มีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด

สรุปได้ว่า ในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 และค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิก ตรงกันกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ในเรื่องค่าความเข้ม ตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ตั้งไว้



## บทที่ 6

### เปรียบเทียบลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับของเสียงสระเดี่ยวนาสิก

ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอผลการเปรียบเทียบระหว่างเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด โดยจะเปรียบเทียบเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1-3 รวมถึงบริเวณเสียงสระของแต่ละสระ และบริเวณเสียงสระโดยรวม ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม การเปรียบเทียบในทุกๆเรื่อง จะเปรียบเทียบเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบในพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดที่จะนำมาเปรียบเทียบมีด้วยกัน 4 คู่ ได้แก่ [ɛ]-[ɛ̃], [a]-[ã], [u]-[ũ] และ [ɔ]-[õ] แต่เนื่องจากสระเดี่ยวนาสิก /ũ/ ไม่ปรากฏในโครงสร้างพยางค์เปิด นั่นคือ ในภาษามลายูถิ่นปัตตานีไม่มีเสียงสระ [ũ:] ดังนั้น การเปรียบเทียบเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด จึงมีการเปรียบเทียบเพียง 3 คู่ ได้แก่ [ɛ]-[ɛ̃], [a]-[ã] และ [ɔ]-[õ] การเปรียบเทียบเสียงสระทั้งสองประเภท จะนำค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1-3 ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มมาเปรียบเทียบกัน นอกจากนี้ ยังมีการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ด้วย t-Test เพื่อดูว่าความแตกต่างของค่าทางกลศาสตร์ระหว่างเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่

#### 6.1 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนท

##### 6.1.1 ค่าความถี่ฟอร์เมนทของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

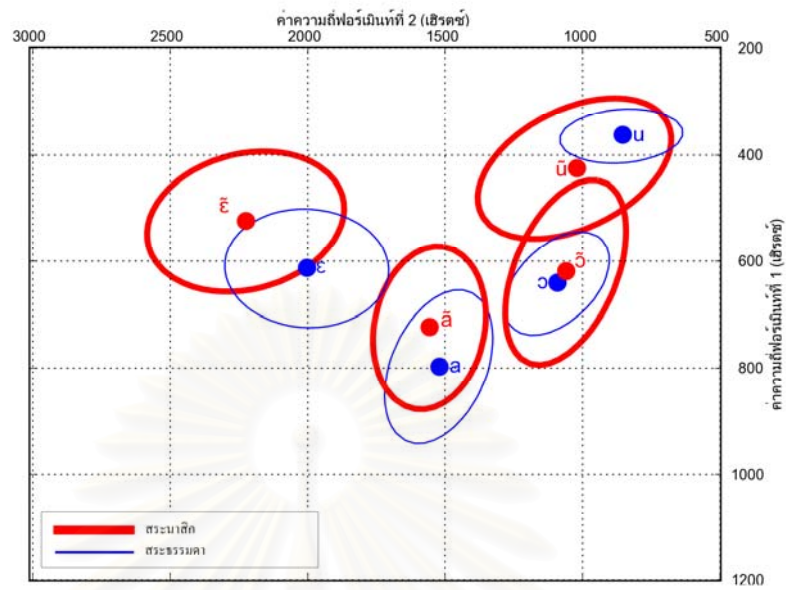
ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1-3 ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับของเสียงสระเดี่ยวนาสิกจะนำมาเปรียบเทียบกัน ในพยางค์ปิด และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ด้วย t-Test เพื่อดูว่าในพยางค์ปิด ค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1-3 ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาจะแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวนาสิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลของการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 6.1 ต่อไปนี้เป็นการเสนอผลการเปรียบเทียบเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละคู่ในพยางค์ปิด

ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1-3 (เฮิร์ตซ์) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

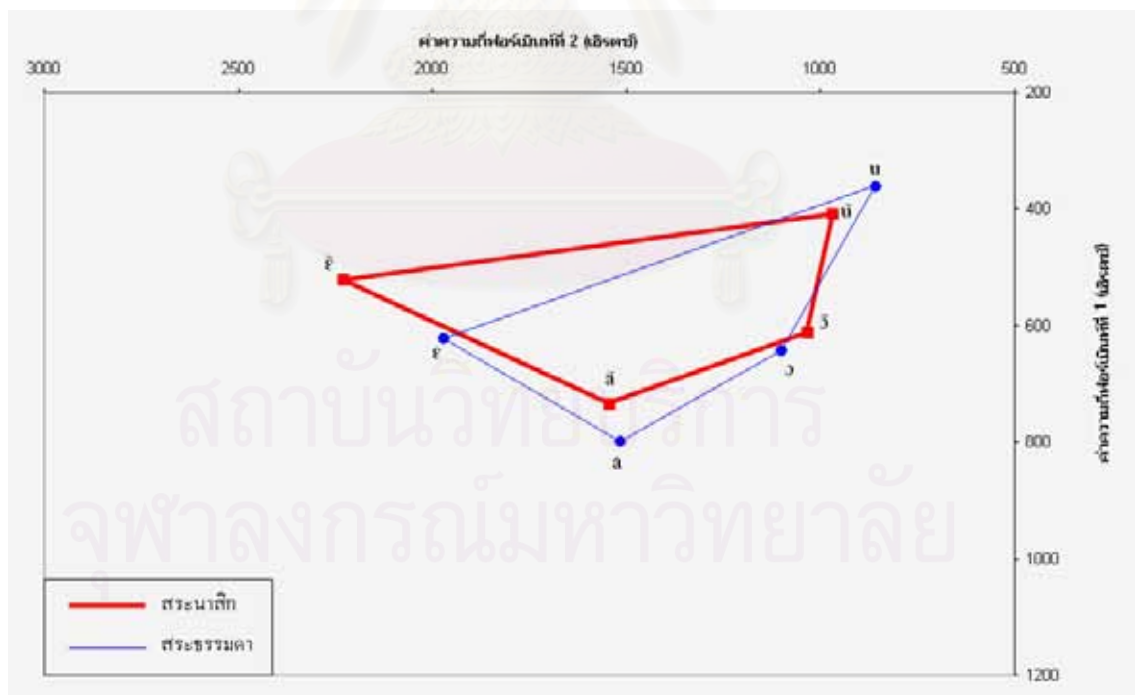
สระ		[ɛ]	[ɛ̃]	[a]	[ã]	[u]	[ũ]	[ɔ]	[õ]
F1	$\bar{X}$	622.97 * 521.72	800.40 * 735.56	362.19 * 410.27	644.17 * 613.44				
	S.D.	53.72 69.37	72.51 83.13	23.11 55.14	47.91 90.78				
F2	$\bar{X}$	1968.87 * 2228.13	1515.15 1541.23	857.50 * 967.14	1098.18 * 1033.39				
	S.D.	139.22 194.48	91.70 90.84	129.61 115.84	95.79 125.04				
F3	$\bar{X}$	2679.90 * 2807.64	2475.41 * 2738.92	2806.40 * 2710.16	2703.19 2738.83				
	S.D.	170.06 173.76	184.47 258.47	199.38 206.52	220.80 269.54				

จากตารางที่ 6.1 เมื่อพิจารณาในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 เสียงสระเดี่ยวนาสิก [ɛ̃], [ã] และ [õ] มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา [ɛ], [a] และ [ɔ] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เสียงสระ [ũ] มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 สูงกว่าเสียงสระ [u] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อค้นพบที่ว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา สอดคล้องกับคำอธิบายทางสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ที่ว่า ค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ของเสียงสระนาสิกจะลดลง เพราะการเปิดของช่องเพดานอ่อนที่ทำให้เกิดการต้านการกำทอน ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้ค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ลดลง (Stevens, 2000; Johnson, 2003) เสียงสระ [ɛ̃], [ã] และ [ũ] มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 2 สูงกว่าเสียงสระ [ɛ], [a] และ [u] แต่เฉพาะคู่เสียงสระ [ɛ̃]-[ɛ] และ [ũ]-[u] ที่ความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 2 มีนัยสำคัญทางสถิติ และเสียงสระ [õ] มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระ [ɔ] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คู่ของเสียงสระ 2 คู่ คือ [ɛ] กับ [ɛ̃] และ [u] กับ [ũ] เป็นคู่เสียงสระที่มีความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และ 2 พบว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา เพราะมีการแปรปรวนมากกว่า ซึ่งมีสาเหตุมาจากการออกเสียงสระนาสิกที่มีระดับความเป็นนาสิกที่ไม่เท่ากัน รวมทั้งจำนวนของสระนาสิกที่มีน้อยกว่าสระธรรมดา



ภาพที่ 6.1 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด



ภาพที่ 6.2 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

### 6.1.1.1 บริเวณเสียงสระของแต่ละสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

เมื่อนำบริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ซึ่งได้แก่ [e], [a], [u] และ [ɔ] มาเปรียบเทียบกับบริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวนาสิก ซึ่งได้แก่ [ɛ̃], [ã], [ũ] และ [õ] (ดูภาพที่ 6.1) จะเห็นได้ชัดเจนว่า บริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีบริเวณที่กว้างกว่า เพราะมีการแปรในการออกเสียงมากกว่า โดยเฉพาะบริเวณเสียงสระของสระ [ɛ̃], [ũ] และ [õ] บริเวณเสียงสระของสระ [ɛ̃] จะมีส่วนที่ซ้อนทับกับบริเวณเสียงสระของสระ [e] แต่บริเวณที่ซ้อนทับกันนั้นไม่มากเท่ากับบริเวณเสียงสระของสระ [ã] ที่ซ้อนทับกับบริเวณเสียงสระของสระ [a] ในขณะที่ บริเวณเสียงสระของสระ [ũ] และ [õ] จะมีบริเวณที่ครอบคลุมบริเวณเสียงสระ [u] และ [ɔ]

การที่เสียงสระนาสิกมีการแปรในการออกเสียงมากซึ่งทำให้มีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าเสียงสระธรรมดา อาจเป็นเพราะระบบสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีสระนาสิกเพียง 4 สระ ดังนั้นในการออกเสียงสระนาสิกแต่ละสระให้มีความแตกต่างกัน อวัยวะต่างๆในการออกเสียงจึงไม่จำเป็นต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องพอดี ยกตัวอย่างเช่น ในการออกเสียงสระ [ɛ̃] ระดับลิ้นสามารถยกสูงหรือต่ำลงได้มาก เพราะเนื่องจากสระ /ɛ/ เป็นสระหน้าที่เป็นสระนาสิกเพียงสระเดียว ซึ่งต่างจากการออกเสียงสระ [e] ที่ระดับลิ้นไม่สามารถยกสูงหรือต่ำลงได้มาก เนื่องจากมีสระอื่นๆ ที่เป็นสระหน้าด้วยกันหลายสระ หากยกลิ้นสูงไปจะกลายเป็นเสียงสระ [e] ดังนั้น เสียงสระนาสิกจึงมีการแปรในการออกเสียงมากกว่าและมีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าด้วย

### 6.1.1.2 บริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

นอกจากจะนำค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 และ 2 มาพล็อตบริเวณเสียงสระของแต่ละสระแล้ว ยังนำมาพล็อตเป็นบริเวณเสียงสระโดยรวมด้วย บริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด มีพื้นที่ 220,646.25 ตารางหน่วย ซึ่งมากกว่าบริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดที่มีพื้นที่ 197,743.62 ตารางหน่วย (ดูภาพที่ 6.2)

## อภิปรายผลการเปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระ เดี่ยวนาสิกแต่ละคู่ในพยางค์ปิด

สระ /ɛ/ กับ /ɛ̃/

จากผลการเปรียบเทียบพบว่า เสียงสระ [ɛ̃] มีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 ต่ำกว่า แต่มีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 และ 3 สูงกว่าเสียงสระ [ɛ] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูตารางที่ 6.1) เมื่อความถี่ฟอร์เมนท์ของเสียงสระทั้งสองสูงขึ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะสูงขึ้นด้วย และเห็นได้ชัดว่าเสียงสระ [ɛ̃] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 และ 2 สูงกว่าเสียงสระ [ɛ] เพราะว่ามี การแปรผันเนื่องมาจากการออกเสียงที่มากกว่า และโดยเฉพาะค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 เสียงสระ [ɛ̃] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดในบรรดาเสียงสระทุกเสียง นอกจากนี้ เสียงสระ [ɛ̃] ยังมีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าเสียงสระ [ɛ] อีกด้วย (ดูภาพที่ 6.1)

สระ /a/ กับ /ã/

จากผลการเปรียบเทียบพบว่า เสียงสระ [ã] มีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 ต่ำกว่า แต่มีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 3 สูงกว่าเสียงสระ [a] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 ของเสียงสระทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันมาก จึงทำให้ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูตารางที่ 6.1) นอกจากนี้ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 และ 2 ของเสียงสระทั้งสองก็มีค่าไม่ต่างกันมากนัก เพราะการแปรผันในการออกเสียงที่มีเท่าๆ กัน จึงส่งผลให้มีบริเวณเสียงสระที่มีขนาดใกล้เคียงกัน (ดูภาพที่ 6.1)

สระ /u/ กับ /ũ/

จากผลการเปรียบเทียบพบว่า เสียงสระ [ũ] กับ [u] มีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 2 และ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่เสียงสระ [ũ] มีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 และ 2 สูงกว่า แต่มีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 3 ต่ำกว่าเสียงสระ [u] (ดูตารางที่ 6.1) ค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1-3 ของเสียงสระทั้งสองมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงขึ้นตามลำดับ เสียงสระ [ũ] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 สูงกว่า ในทางกลับกัน เสียงสระ [u] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 สูงกว่า นอกจากนี้ เสียงสระ [ũ] ยังมีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าเสียงสระ [u] อีกด้วย (ดูภาพที่ 6.1)

การที่เสียงสระ [ũ] มีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 สูงกว่าเสียงสระ [u] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะระดับลิ้นในการออกเสียงสระ [ũ] อยู่ต่ำกว่าในการออกเสียงสระ [u] มาก จนทำให้ผู้บอกรายการออกเสียงคล้ายเป็นเสียงสระ [õ] เมื่อตอนเก็บข้อมูล ผู้วิจัยมักได้ยินผู้บอกรายการหลายคนออก



เสียงคำว่า [katũ?]¹ คล้ายๆจะเป็นคำว่า [katõ?] เพื่อพิสูจน์สิ่งที่ผู้วิจัยได้ยื่น ผู้วิจัยจึงนำค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ของเสียงสระ [ũ] กับ [õ] มาเปรียบเทียบกัน พบว่าเสียงสระทั้งสองมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ใกล้เคียงกันมาก คือ เสียงสระ [ũ] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 เฉลี่ย 410.27 เฮิรตซ์ และเสียงสระ [õ] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 เฉลี่ย คือ 436.86 เฮิรตซ์² จากการเปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ทำให้สรุปได้ว่า ในการออกเสียงสระ [ũ] เพดานอ่อนของผู้บอภาษาจะลดต่ำลงเพื่อให้เป็นสระนาสิก แต่ระดับลิ้นในการออกเสียงสระซึ่งควรเป็นระดับสูง กลับลดระดับลงมาอยู่ในระดับกลาง-สูงซึ่งเป็นระดับในการออกเสียงสระ [õ] ดังนั้น เสียงสระ [ũ] จึงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 สูงกว่าเสียงสระ [ũ]

สระ /o/ กับ /õ/

จากผลการเปรียบเทียบพบว่า เสียงสระ [õ] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 และ 2 ต่ำกว่าเสียงสระ [o] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 3 ของเสียงสระ [õ] จะสูงกว่าเพียงเล็กน้อย จึงทำให้ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูตารางที่ 6.1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสียงสระทั้งสองจะสูงขึ้น เมื่อความถี่ฟอร์เมนที่สูงขึ้น เสียงสระ [õ] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 และ 2 สูงกว่าเสียงสระ [o] เพราะมีการแปรในการออกเสียงมากกว่า และเสียงสระ [õ] ยังมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 มากที่สุดในบรรดาเสียงสระทุกเสียง นอกจากนี้ เสียงสระ [õ] ยังมีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าเสียงสระ [o] อีกด้วย (ดูภาพที่ 6.1)

### 6.1.2 ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1-3 ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกจะนำมาเปรียบเทียบกันในพยางค์เปิด และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ด้วย t-Test เพื่อดูว่าในพยางค์เปิด ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1-3 ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาจะแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวนาสิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลของการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 6.2 ต่อไปนี้เป็นการเสนอผลการเปรียบเทียบเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละคู่ในพยางค์เปิด³

¹ เป็นคำตัวอย่างสำหรับสระ /ũ/ ซึ่งมีเพียงคำเดียว

² เป็นค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ของสระ /o/ ทั้งที่ปรากฏในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด

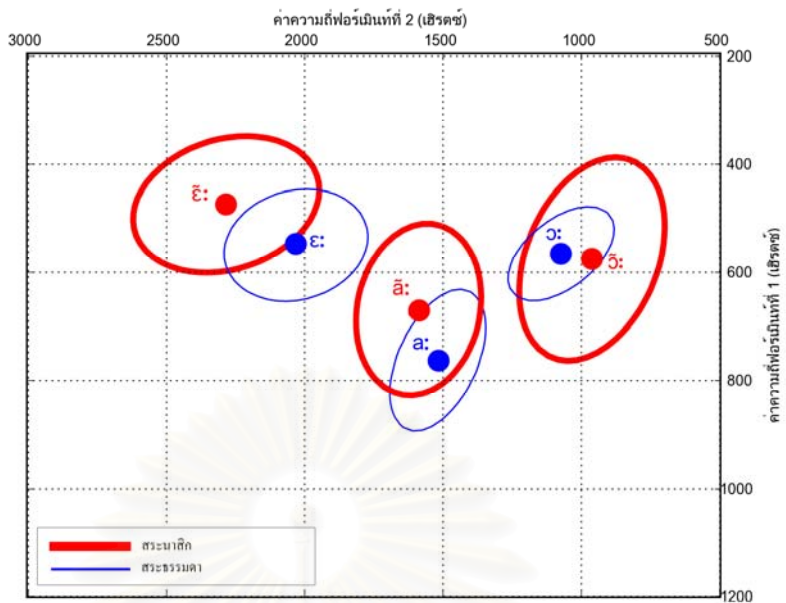
³ ไม่มีกรเปรียบเทียบสระ /u/ กับ /ũ/ เพราะไม่ปรากฏว่ามีเสียงสระ [ũ:] ในพยางค์เปิด

ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1-3 (เฮิร์ตซ์) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

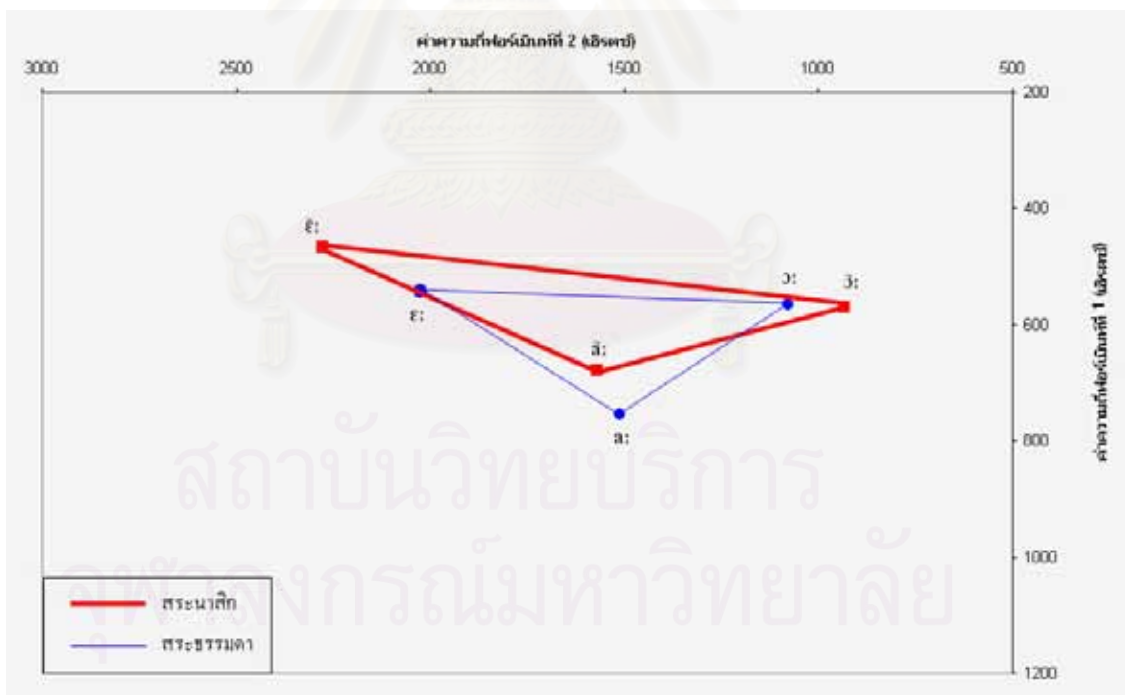
สระ		[ɛ:]	[ɛ̃:]	[a:]	[ã:]	[ɔ:]	[ɔ̃:]
		F1	$\bar{X}$	542.05 *	466.03	754.35 *	679.26
	S.D.	50.35	65.99	51.92	82.41	44.46	98.61
F2	$\bar{X}$	2025.47 *	2276.03	1511.98 *	1569.17	1078.45 *	933.03
	S.D.	133.45	174.35	76.63	105.67	108.17	122.52
F3	$\bar{X}$	2714.88 *	2876.53	2495.56 *	2674.64	2670.64 *	2825.53
	S.D.	212.24	176.74	198.46	316.91	220.34	288.46

จากตารางที่ 6.2 เมื่อพิจารณาค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 พบว่า เสียงสระ [ɛ̃:] และ [ã:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระ [ɛ:] และ [a:] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เสียงสระ [ɔ̃:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 สูงกว่าเสียงสระ [ɔ:] โดยความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การที่เสียงสระ [ɔ̃:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 สูงกว่าเสียงสระ [ɔ:] ไม่สอดคล้องกับคำอธิบายทางสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ที่ว่า ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ของเสียงสระนาสิกจะลดลง เพราะการเปิดของช่องเพดานอ่อนทำให้เกิดการต้านการกำทอน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ลดลง (Pickett, 1998; Johnson, 2003) เสียงสระ [ɛ̃:] และ [ã:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าเสียงสระ [ɛ:] และ [a:] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เสียงสระ [ɔ̃:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระ [ɔ:] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คู่ของเสียงสระ 2 คู่ คือ [ɛ:] กับ [ɛ̃:] และ [a:] กับ [ã:] เป็นคู่เสียงสระที่มีความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 พบว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา เพราะมีการแปรมากกว่า ซึ่งมีสาเหตุมาจากการออกเสียงสระนาสิกที่มีระดับความเป็นนาสิกที่ไม่เท่ากัน รวมทั้งจำนวนของสระนาสิกที่มีน้อยกว่าสระธรรมดา



ภาพที่ 6.3 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด



ภาพที่ 6.4 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

### 6.1.2.1 บริเวณเสียงสระของแต่ละสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

จากการเปรียบเทียบกันระหว่างบริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ซึ่งได้แก่ [e:], [a:] และ [ɔ:] กับบริเวณเสียงสระของเสียงสระเดี่ยวนาสิก ซึ่งได้แก่ [ɛ:], [ã:] และ [ɔ:] ดังแสดงในภาพที่ 6.3 จะเห็นได้ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมีบริเวณเสียงสระที่มากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงอย่างเห็นได้ชัด เพราะมีการแปรในการออกเสียงที่มากกว่า บริเวณเสียงสระของสระ [ɛ:] และ [ã:] มีบางส่วนที่ซ้อนทับกับบริเวณเสียงสระของสระ [e:] และ [a:] ส่วนบริเวณเสียงสระของสระ [ɔ:] มีบริเวณที่ครอบคลุมบริเวณเสียงสระของสระ [o:]

สาเหตุที่เสียงสระนาสิกมีการแปรในการออกเสียงมากซึ่งทำให้มีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าเสียงสระธรรมดา อาจเป็นเพราะในภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีสระนาสิกเพียง 4 หน่วยเสียง ซึ่งน้อยกว่าสระธรรมดาที่มีถึง 8 หน่วยเสียง ด้วยเหตุนี้ ในขณะที่ออกเสียงสระนาสิก เพียงแค่ออกเสียงให้เกิดความแตกต่างและสามารถฟังเข้าใจว่าเป็นสระใดก็เพียงพอ ยกตัวอย่างเช่น ในการออกเสียงสระ [ɛ] ระดับลิ้นสามารถสูงขึ้นหรือต่ำลงได้มาก เพราะสระ /ɛ/ เป็นสระหน้าที่เป็นสระนาสิกเพียงสระเดียว ในขณะที่ ในการออกเสียงสระ [e] ระดับลิ้นไม่สามารถสูงขึ้นหรือต่ำลงได้มาก เพราะหากยกลิ้นสูงไปจะกลายเป็นเสียงสระ [e] ด้วยเหตุนี้ เสียงสระนาสิกจึงเกิดการแปรในการออกเสียงได้มากกว่าและส่งผลให้มีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่า

### 6.1.2.2 บริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

นอกจากจะนำค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 และ 2 มาพล็อตบริเวณเสียงสระของแต่ละสระแล้ว ยังนำมาพล็อตเป็นบริเวณเสียงสระโดยรวมด้วย บริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีพื้นที่ 106,310.59 ตารางหน่วย ซึ่งมากกว่าบริเวณเสียงสระโดยรวมของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดที่มีพื้นที่ 94,533.74 ตารางหน่วย (ดูภาพที่ 6.4)

### อภิปรายผลการเปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละคู่ในพยางค์เปิด

สระ /e/ กับ /ɛ/

จากผลการเปรียบเทียบพบว่า เสียงสระ [ɛ:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 ต่ำกว่า แต่มีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 และ 3 สูงกว่าเสียงสระ [e:] และความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนต์ทั้งสามนี้มีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูตารางที่ 6.2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 และ 2

ของเสียงสระทั้งสองจะมากขึ้นตามลำดับ เสียงสระ [ɛ:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 สูงกว่าเสียงสระ [e:] เพราะมีการแปรในการออกเสียงมากกว่า โดยเฉพาะค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดในบรรดาเสียงสระทุกเสียง นอกจากนี้เสียงสระ [ɛ:] ยังมีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าเสียงสระ [e:] อีกด้วย (ดูภาพที่ 6.3)

สระ /a/ กับ /ã/

จากผลการเปรียบเทียบพบว่า เสียงสระ [ã:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระ [a:] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 และ 3 สูงกว่าเสียงสระ [ã:] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูตารางที่ 6.2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ของเสียงสระทั้งสองจะมากขึ้นตามความถี่ฟอร์เมนที่สูงขึ้น จากความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ถึง 3 เสียงสระ [ã:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 สูงกว่าเสียงสระ [a:] เพราะมีสาเหตุมาจากการแปรในการออกเสียงที่มากกว่า และเสียงสระ [ã:] ก็มีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าเสียงสระ [a:] อีกด้วย (ดูภาพที่ 6.3)

สระ /o/ กับ /õ/

จากผลการเปรียบเทียบพบว่า เสียงสระ [õ:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 สูงกว่าเสียงสระ [o:] โดยความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าและมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 3 สูงกว่าเสียงสระ [o:] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูตารางที่ 6.2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 และ 2 ของเสียงสระ [õ:] จะสูงกว่าเสียงสระ [o:] เพราะมีการแปรในการออกเสียงที่มากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ของเสียงสระ [õ:] ซึ่งมีค่าสูงที่สุดในบรรดาเสียงสระทุกเสียง นอกจากนี้ เสียงสระ [õ:] ยังมีบริเวณเสียงสระที่กว้างกว่าเสียงสระ [o:] อีกด้วย (ดูภาพที่ 6.3)

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ที่ได้เปรียบเทียบให้เห็นค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด ดังแสดงในตารางสรุปผลค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1-3 (ตารางที่ 6.1 และ 6.2) และบริเวณเสียงสระโดยรวม (ภาพที่ 6.2 และ 6.4) เห็นได้ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าและมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด เมื่อเปรียบเทียบผลของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 กับสมมติฐานข้อที่ 1.3.1 ปรากฏว่า ผลที่ได้นี้ตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 สูงกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด เพราะพบว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด



## 6.2 เปรียบเทียบค่าระยะเวลา

### 6.2.1 ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกจะนำมาเปรียบเทียบกันในพยางค์ปิด และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ด้วย t-Test เพื่อดูว่า ในพยางค์ปิด ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาจะแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวนาสิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตาราง ด้วยเครื่องหมาย \*) ผลของการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 6.3 และสามารถแยกให้เห็นความเหมือนและความแตกต่างของค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละคู่ในพยางค์ปิดได้ดังนี้

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

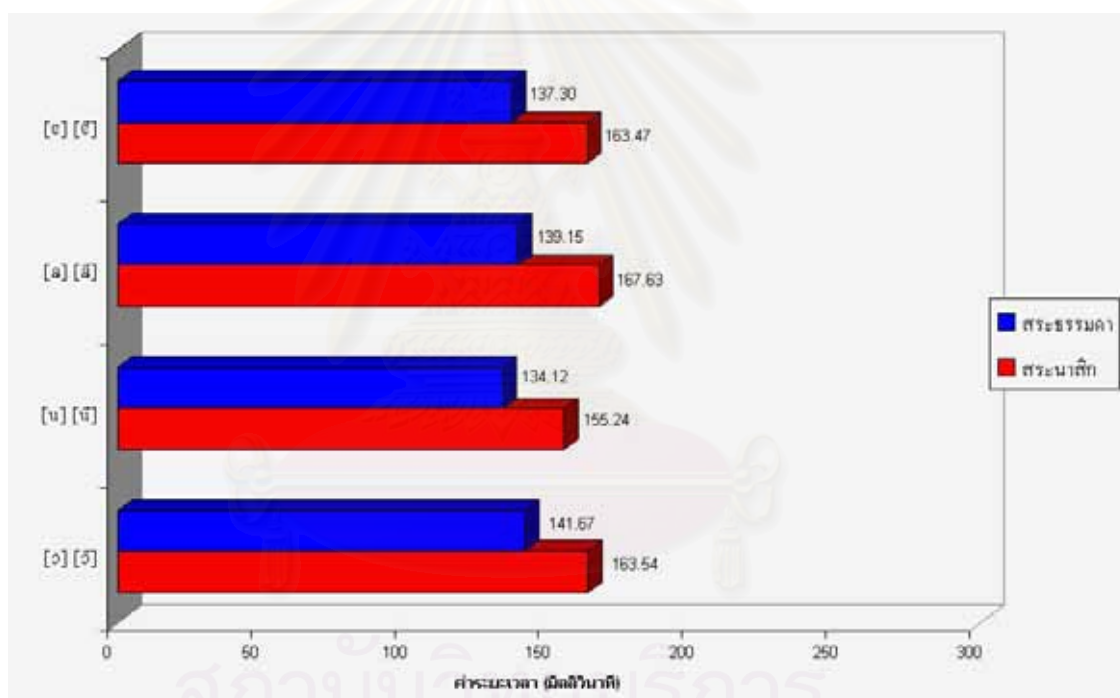
สระ	[e]	[ɛ]	[a]	[ã]	[u]	[ũ]	[o]	[õ]
$\bar{X}$	137.30 * 163.47		139.15 * 167.63		134.12 * 155.24		141.67 * 163.54	
S.D.	24.47	22.98	27.56	27.23	25.31	33.21	25.50	24.74
อัตราส่วน	1 : 1.19		1 : 1.20		1 : 1.16		1 : 1.15	

จากตารางที่ 6.3 ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คู่ของเสียงสระ [a] กับ [ã] มีค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันมากที่สุด และคู่ของเสียงสระ [o] กับ [õ] มีค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงจะนำเสนอเป็นกราฟแท่ง เพื่อเปรียบเทียบความสั้นยาวของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด จากภาพที่ 6.5 เห็นได้ว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดา ได้แก่ [e], [a], [u] และ [o] มีค่าระยะเวลาอยู่ในช่วง 134.12 ถึง 141.67 มิลลิวินาที คิดเป็นค่าระยะเวลาเฉลี่ย 138.06 มิลลิวินาที และเสียงสระเดี่ยวนาสิก ได้แก่ [ɛ], [ã], [ũ] และ [õ] มีค่าระยะเวลาอยู่ในช่วง 155.24 ถึง 167.63 คิดเป็นค่าระยะเวลาเฉลี่ย 162.47 มิลลิวินาที เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะในการออกเสียง เช่น ระดับลิ้น

และรูปลักษณะของริมฝีปาก รวมทั้งการลดต่ำลงของเพดานอ่อนเพื่อให้ช่องปากและช่องจมูก เชื่อมต่อกัน จึงทำให้สระนาสิกใช้เวลาในการออกเสียงมากกว่า อัตราส่วนของเสียงสระเดี่ยว ธรรมดาที่มีต่อเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดจะอยู่ที่ 1 : 1.15 ถึง 1 : 1.20 เมื่อนำอัตราส่วนมา เรียงลำดับจากอัตราส่วนน้อยที่สุดถึงมากที่สุด จะเป็นดังนี้ อัตราส่วนของเสียงสระเดี่ยวนาสิกที่มี ต่อเสียงสระเดี่ยวธรรมดาที่มีอัตราส่วนน้อยที่สุด คือ คู่ของเสียงสระ [อ] กับ [อ] ถัดมาคือ [น] กับ [น] และ [ย] กับ [ย] ตามลำดับ ส่วน [ม] กับ [ม] มีอัตราส่วนของเสียงสระเดี่ยวนาสิกต่อเสียงสระ เดี่ยวธรรมดามากที่สุด

นอกจากนี้ เมื่อนำค่าระยะเวลาเฉลี่ยของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิก ได้แก่ 138.06 มิลลิวินาที และ 162.47 มิลลิวินาที มาคำนวณหาอัตราส่วนของเสียงสระเดี่ยวนาสิกที่ มีต่อเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด อัตราส่วนที่ได้คือ 1 : 1.18



ภาพที่ 6.5 เปรียบเทียบค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์ปิด

## อภิปรายผลการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียง ซึ่งได้แก่ [ɛ̃], [ã], [ũ] และ [õ] มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยววรรณดา ซึ่งได้แก่ [ɛ], [a], [u] และ [o] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ เสียงสระเดี่ยวนาสิกเป็นสระที่ยาวมากกว่าเสียงสระเดี่ยววรรณดา

เสียงสระเดี่ยววรรณดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละคู่จะมีความต่างของค่าระยะเวลาไม่เท่ากัน ดังนี้

เสียงสระ [ɛ̃]	มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระ [ɛ]	26.17 มิลลิวินาที
เสียงสระ [ã]	มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระ [a]	28.48 มิลลิวินาที
เสียงสระ [ũ]	มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระ [u]	21.12 มิลลิวินาที
เสียงสระ [õ]	มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระ [o]	21.87 มิลลิวินาที

คู่ของเสียงสระ [ũ] กับ [u] มีค่าระยะเวลต่างกันน้อยที่สุด และ คู่ของเสียงสระ [ã] กับ [a] มีค่าระยะเวลต่างกันมากที่สุด นอกจากนี้ เสียงสระเดี่ยววรรณดามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ยกเว้นเสียงสระ [ũ] ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าเสียงสระ [u] แสดงว่าในการออกเสียงสระ [ũ] มีการแปรของความสั้นยาวของเสียงสระมากกว่าเสียงสระ [u] และมากกว่าเสียงสระอื่นๆด้วย

พฤติกรรมค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกนี้เหมือนกับข้อค้นพบในงานวิจัยอื่นๆ เช่น Lavetto et al. (2007) ซึ่งพบว่าสระนาสิกในภาษาโปรตุเกสสำเนียงบราซิลเลียน มีค่าระยะเวลามากกว่าสระวรรณดา

### 6.2.2 ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกจะนำมาเปรียบเทียบกันในพยางค์เปิด และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ด้วย t-Test เพื่อดูว่า ในพยางค์เปิด ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยววรรณดาจะแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวนาสิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลของการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 6.4 และสามารถ

แยกให้เห็นความเหมือนและความแตกต่างของค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละคู่ในพยางค์เปิด<sup>4</sup> ได้ดังนี้

**ตารางที่ 6.4** เปรียบเทียบค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

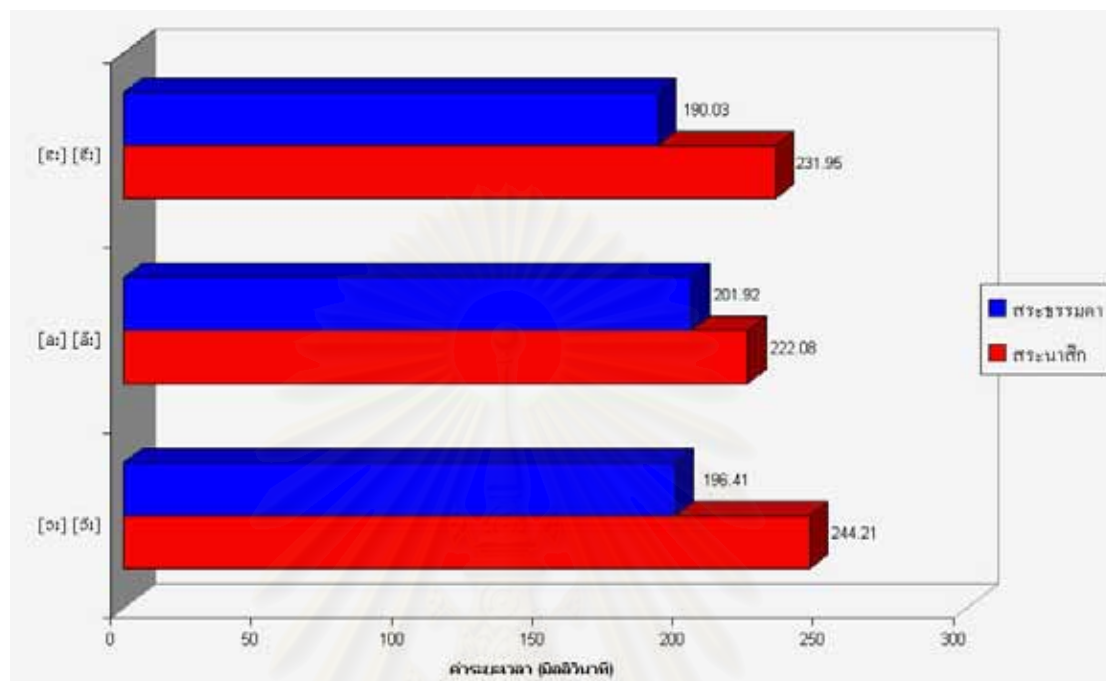
สระ	[ɛ:]	[ɛ̃:]	[a:]	[ã:]	[ɔ:]	[ɔ̃:]
$\bar{X}$	190.03	* 231.95	201.92	* 222.08	196.41	* 244.21
S.D.	41.87	53.10	46.87	47.15	48.69	49.29
อัตราส่วน	1 : 1.22		1 : 1.10		1 : 1.24	

จากตารางที่ 6.4 ในพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คู่ของเสียงสระ [ɔ:] กับ [ɔ̃:] มีค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันมากที่สุด และคู่ของเสียงสระ [a:] กับ [ã:] มีค่าระยะเวลาที่แตกต่างกันน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดานาสิกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดทุกเสียงจะนำเสนอเป็นกราฟแท่ง เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความสั้นยาวของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด ดังภาพที่ 6.6 จะเห็นได้ว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ได้แก่ [ɛ:], [a:] และ [ɔ:] มีค่าระยะเวลาอยู่ในช่วง 190.03 ถึง 201.92 มิลลิวินาที คิดเป็นค่าระยะเวลาเฉลี่ย 196.12 มิลลิวินาที และเสียงสระเดี่ยวนาสิก ได้แก่ [ɛ̃:], [ã:] และ [ɔ̃:] มีค่าระยะเวลาอยู่ในช่วง 222.08 ถึง 244.21 มิลลิวินาที คิดเป็นค่าระยะเวลาเฉลี่ย 232.75 มิลลิวินาที และเห็นได้ชัดว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะในการออกเสียง เช่น ระดับลิ้นและรูปลักษณะของริมฝีปาก รวมทั้งการลดต่ำลงของเพดานอ่อนเพื่อให้ช่องปากและช่องจมูกเชื่อมต่อกัน จึงทำให้สระนาสิกใช้เวลาในการออกเสียงมากกว่า อัตราส่วนของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาที่มีต่อเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดจะอยู่ที่ 1 : 1.10 ถึง 1 : 1.24 เมื่อนำอัตราส่วนมาเรียงลำดับจากอัตราส่วนน้อยที่สุดถึงมากที่สุด จะได้ดังนี้ คู่ของเสียงสระ [ã:] กับ [a:] ถัดมาคือ [ɛ̃:] กับ [ɛ:] และ [ɔ̃:] กับ [ɔ:] ซึ่งมีอัตราส่วนมากที่สุด

<sup>4</sup> ไม่มีกรเปรียบเทียบสระ /u/ กับ /ũ/ เพราะไม่ปรากฏว่ามีเสียงสระ [ũ:] ในพยางค์เปิด

นอกจากนี้ เมื่อนำค่าระยะเวลาเฉลี่ยของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิก ซึ่งได้แก่ 196.12 มิลลิวินาที และ 232.75 มิลลิวินาที มาคำนวณหาอัตราความยาวของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาที่มีต่อเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด อัตราส่วนที่ได้คือ 1 : 1.19



ภาพที่ 6.6 เปรียบเทียบค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

อภิปรายผลการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า เสียงสระ [เ:], [แ:], และ [โ:] มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระ [e:], [a:], และ [o:] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกเป็นสระที่ยาวมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

เสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดแต่ละคู่ จะมีความต่างของค่าระยะเวลาไม่เท่ากัน ดังนี้

- เสียงสระ [เ:] มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระ [e:] 41.92 มิลลิวินาที
- เสียงสระ [แ:] มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระ [a:] 20.16 มิลลิวินาที
- เสียงสระ [โ:] มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระ [o:] 47.80 มิลลิวินาที



คู่ของเสียงสระ [ã:] กับ [a:] มีค่าระยะเวลาต่างกันน้อยที่สุด และ คู่ของเสียงสระ [õ:] กับ [o:] มีค่าระยะเวลาต่างกันมากที่สุด นอกจากนี้ เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ยกเว้นเสียงสระ [ɛ:] ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าเสียงสระ [e:] แสดงให้เห็นว่าในการออกเสียงสระ [ɛ:] มีการแปรของความสั้นยาวของเสียงสระมากกว่าเสียงสระ [e:] และมากกว่าเสียงสระอื่นๆด้วย

ข้อค้นพบในงานวิจัยนี้ตรงกับข้อค้นพบในงานวิจัยของ Lavetto et al. (2007) และ Amelot and Rossato (2007) คือ เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

จากการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในพยางค์ปิด ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกมากกว่าของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกันกับในพยางค์เปิด เมื่อนำผลที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานข้อที่ 1.3.2 สรุปได้ว่า ผลที่ได้นี้ตรงกันกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด

### 6.3 เปรียบเทียบค่าความเข้ม

#### 6.3.1 ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกจะนำมาเปรียบเทียบกัน ในพยางค์ปิด และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ด้วย t-Test เพื่อดูว่า ในพยางค์ปิด ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาจะแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวนาสิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตารางด้วยเครื่องหมาย \*) ผลของการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 6.5 และสามารถแยกให้เห็นความเหมือนและความแตกต่างของค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละคู่ในพยางค์ปิดได้ดังนี้

ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

สระ	[ɛ]	[ɛ̃]	[a]	[ã]	[u]	[ũ]	[o]	[õ]
$\bar{X}$	71.02 *	68.79	72.75 *	70.08	70.32	70.10	72.47 *	68.85
S.D.	3.04	3.09	4.05	3.37	3.24	3.90	3.68	3.12

จากตารางที่ 6.5 ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น คู่ของเสียงสระ [u] กับ [ũ] เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า เสียงสระ [ɛ] และ [ũ] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าเสียงสระ [e] และ [u] แต่เสียงสระ [ã] และ [õ] กลับมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าเสียงสระ [a] และ [o]

ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดทุกเสียงจะนำเสนอเป็นกราฟแท่ง เพื่อให้เห็นความแตกต่างของค่าความเข้มในพยางค์ปิดของเสียงสระทั้งสองประเภทได้ชัดเจนขึ้นดังภาพที่ 6.7 ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวธรรมดา ได้แก่ [e], [a], [u] และ [o] มีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 70.32 ถึง 72.75 เดซิเบล และเสียงสระเดี่ยวนาสิก ได้แก่ [ɛ], [ã], [ũ] และ [õ] มีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 68.79 ถึง 70.10 เดซิเบล เห็นได้ชัดเจนว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นคู่ของเสียงสระ [u] กับ [ũ] ที่ค่าความเข้มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สาเหตุที่เสียงสระนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา คือ ในการออกเสียงโดยปกติ ผนังของช่องทางเดินเสียงซึ่งอ่อนนุ่มจะดูดซับพลังเสียงไว้ส่วนหนึ่ง ในขณะที่ออกเสียงนาสิก ช่องทางเดินเสียงจะเชื่อมต่อกันทั้งช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูก ทำให้มีช่องทางเดินเสียงที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีช่องทางเดินเสียงเพิ่มขึ้น การดูดซับพลังเสียงของผนังของช่องทางเดินเสียงย่อมเพิ่มขึ้นด้วย (Johnson, 2003) ดังนั้น เสียงสระนาสิกจึงมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มต่างกัน 0.22 ถึง 3.62 เดซิเบล คู่ของเสียงสระ [o] กับ [õ] มีค่าความเข้มต่างกันมากที่สุด รองลงมาตามลำดับ คือ [a] กับ [ã] และ [e] กับ [ɛ] คู่ที่มีค่าความเข้มต่างกันน้อยที่สุด คือ และ [u] กับ [ũ] จึงทำให้ความแตกต่างของค่าความเข้มของเสียงสระคู่นี้จึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ เมื่อนำค่าความเข้มของเสียงสระในพยางค์ปิดมาคำนวณรวมกัน โดยแยกเป็นค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิก เพื่อให้ได้ค่าความเข้มเฉลี่ยของเสียงสระแต่ละประเภท ผลที่ได้คือ เสียงสระเดี่ยวธรรมดามีค่าความเข้มเฉลี่ยอยู่ที่ 71.64 เดซิเบล ส่วนเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มเฉลี่ยอยู่ที่ 69.46 เดซิเบล และจากความเข้มเฉลี่ยของเสียงสระทั้งสองประเภท คิดเป็นผลต่างได้ 2.18 เดซิเบล

#### อภิปรายผลการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวธรรมดามีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงสระ กล่าวคือ เสียงสระ [e], [a], [u] และ [o] มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระ [ɛ], [ã], [ũ] และ [õ] แต่เฉพาะคู่ของเสียงสระ [e]-[ɛ], [a]-[ã] และ [o]-[õ] มีค่าความเข้มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เสียงสระเดี่ยวนาสิกจึงเป็นสระที่ดังน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา แต่ละคู่ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกจะมีความต่างของค่าความเข้มตั้งแต่ 0.22-3.62 เดซิเบล ดังนี้

เสียงสระ [ɛ] มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระ [ɛ̃] 2.23 เดซิเบล

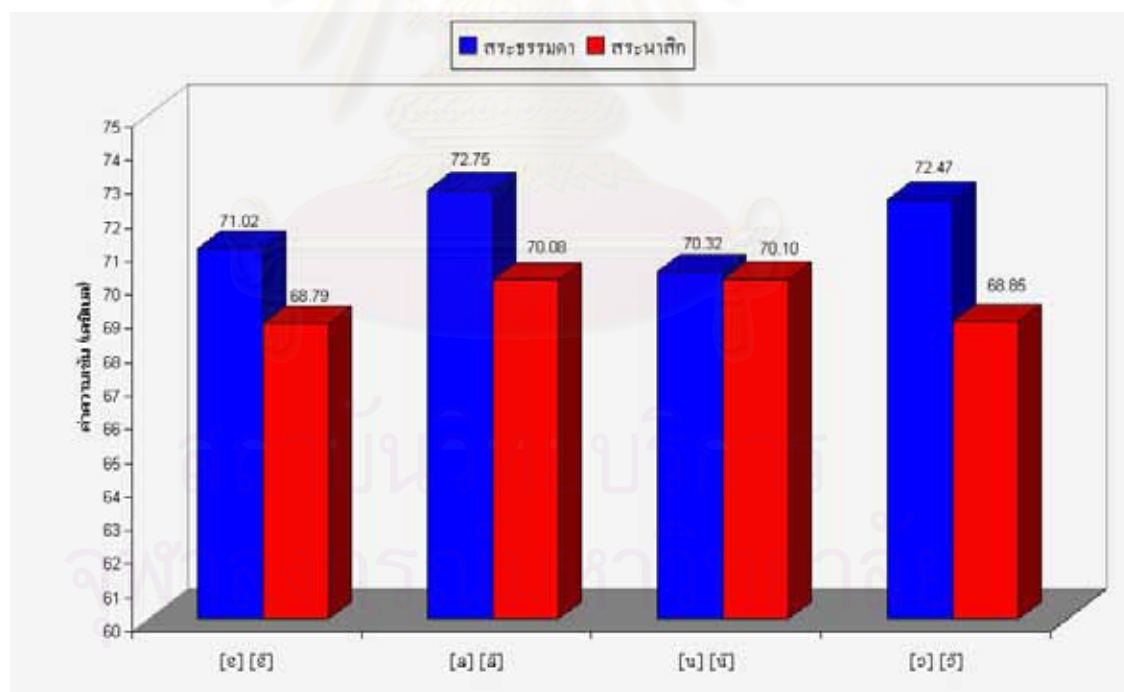
เสียงสระ [a] มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระ [ã] 2.67 เดซิเบล

เสียงสระ [u] มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระ [ũ] 0.22 เดซิเบล

เสียงสระ [ɔ] มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระ [ɔ̃] 3.62 เดซิเบล

คู่ของเสียงสระ [u] กับ [ũ] มีค่าความเข้มต่างกันน้อยที่สุด และ คู่ของเสียงสระ [ɔ] กับ [ɔ̃] มีค่าความเข้มต่างกันมากที่สุด นอกจากนี้ เสียงสระ [ɛ] และ [ũ] ยังมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่า เสียงสระ [ɛ] และ [u] ในทางกลับกัน เสียงสระ [a] และ [ɔ] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่า เสียงสระ [ã] และ [ɔ̃] โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เสียงสระ [a] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุด แสดงว่าในการออกเสียงสระ [a] มีการแปรของความดังค่อยของเสียงสระมากที่สุด

พฤติกรรมค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิกนี้เหมือนกับข้อค้นพบในงานวิจัยภาษาฝรั่งเศส (Delvaux, Metens and Soquet, 2002) ที่พบว่าสระนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าสระธรรมดา



ภาพที่ 6.7 เปรียบเทียบค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด

### 6.3.2 ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกจะนำมาเปรียบเทียบกันในพยางค์เปิด และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ด้วย t-Test เพื่อดูว่า ในพยางค์เปิด ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาจะแตกต่างจากเสียงสระเดี่ยวนาสิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (แสดงให้เห็นในตาราง ด้วยเครื่องหมาย \*) ผลของการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังในตารางที่ 6.6 และสามารถแยกให้เห็นความเหมือนและความแตกต่างของค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละคู่ในพยางค์เปิด<sup>5</sup> ได้ดังนี้

ตารางที่ 6.6 เปรียบเทียบค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์เปิด

สระ	[ɛ:]	[ɛ̃:]	[a:]	[ã:]	[ɔ:]	[ɔ̃:]
$\bar{X}$	71.74 *	68.43	71.82	70.51	71.57 *	69.17
S.D.	2.66	2.63	3.37	3.55	2.90	3.10

จากตารางที่ 6.6 ในพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น คู่ของเสียงสระ [a:] กับ [ã:] เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

ค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดทุกเสียงจะนำเสนอเป็นกราฟแท่ง เพื่อช่วยให้เห็นความแตกต่างของค่าความเข้มของเสียงสระทั้งสองประเภท ในพยางค์เปิดได้ชัดเจนขึ้น ข้อค้นพบมีดังนี้ เสียงสระเดี่ยวธรรมดา ได้แก่ [ɛ:], [a:], และ [ɔ:] มีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 71.57 ถึง 71.82 เดซิเบล และเสียงสระเดี่ยวนาสิก ได้แก่ [ɛ̃:], [ã:], และ [ɔ̃:] มีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 68.43 ถึง 70.51 เดซิเบล ดังแสดงไว้ในภาพที่ 6.8 เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิก แต่ความแตกต่างนี้มีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะคู่ของเสียงสระ [ɛ:] กับ [ɛ̃:] และ [ɔ:] กับ [ɔ̃:] สาเหตุที่เสียงสระนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา คือ ในการออกเสียงโดยปกติ ผนังของช่องทางเดินเสียงซึ่งอ่อนนุ่มจะดูดซับพลังเสียงไว้ส่วนหนึ่ง ในขณะที่ออกเสียงนาสิก ช่องทางเดินเสียงจะเชื่อมต่อกันทั้งช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูก

<sup>5</sup> ไม่มีการเปรียบเทียบสระ /u/ กับ /ũ/ เพราะไม่ปรากฏว่ามีเสียงสระ [ũ:] ในพยางค์เปิด

ทำให้มีช่องทางเดินเสียงที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีช่องทางเดินเสียงเพิ่มขึ้น การดูดซับพลังเสียงของผนังของช่องทางเดินเสียงย่อมเพิ่มขึ้นด้วย (Johnson, 2003) ดังนั้น ในการออกเสียงสระนาสิก พลังเสียงจะถูกดูดซับไว้มากกว่าในการออกเสียงสระธรรมดา เสียงสระนาสิกจึงมีค่าความเข้มน้อยกว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มต่างกัน 1.31 ถึง 3.31 เดซิเบล คู่ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก [ε:] กับ [ē:] มีค่าความเข้มต่างกันมากที่สุด รองลงมาคือ [o:] กับ [ō:] และ [a:] กับ [ā:] มีค่าความเข้มต่างกันน้อยที่สุด ความแตกต่างของค่าความเข้มจึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำค่าความเข้มของเสียงสระในพยางค์เปิดมาคำนวณรวมกัน โดยแยกเป็นค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิก เพื่อหาค่าความเข้มเฉลี่ยของเสียงสระแต่ละประเภท ผลที่ได้ คือ เสียงสระเดี่ยวธรรมดามีค่าความเข้มเฉลี่ยอยู่ที่ 71.71 เดซิเบล และเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มเฉลี่ยอยู่ที่ 69.37 เดซิเบล และจากค่าความเข้มเฉลี่ยของเสียงสระทั้งสองประเภท คิดเป็นผลต่างได้ 2.34 เดซิเบล

#### อภิปรายผลการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก ในพยางค์เปิด

ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงในพยางค์เปิด มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด เสียงสระ [ε:], [a:] และ [o:] มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระ [ē:], [ā:] และ [ō:] แต่เฉพาะคู่ของเสียงสระ [ε:]-[ē:] และ [o:]-[ō:] ที่ความแตกต่างของค่าความเข้มมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ เสียงสระเดี่ยวนาสิกเป็นสระที่ดังน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกแต่ละคู่จะมีค่าความเข้มที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ 1.31-3.31 เดซิเบล ดังนี้

เสียงสระ [ε:] มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระ [ē:] 3.31 เดซิเบล

เสียงสระ [a:] มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระ [ā:] 1.31 เดซิเบล

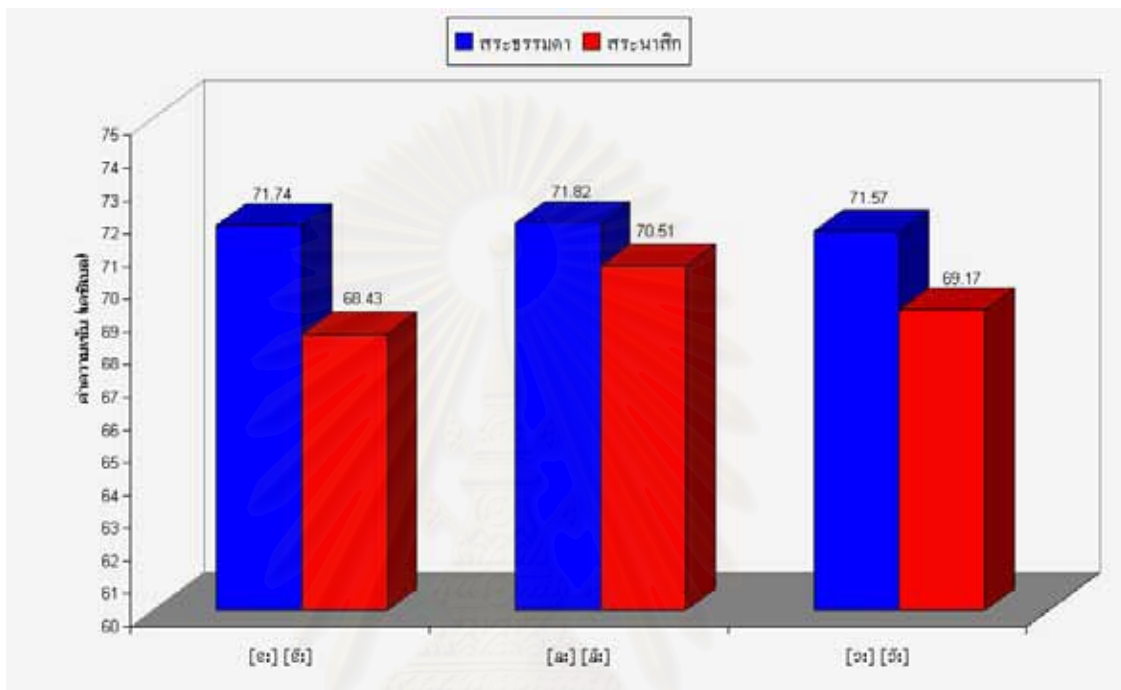
เสียงสระ [o:] มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระ [ō:] 2.40 เดซิเบล

คู่ของเสียงสระ [a:] กับ [ā:] มีค่าความเข้มต่างกันน้อยที่สุด และ คู่ของเสียงสระ [ε:] กับ [ē:] มีค่าความเข้มต่างกันมากที่สุด นอกจากนี้ เสียงสระ [ε:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าเสียงสระ [ē:] เพียงเล็กน้อย แต่เสียงสระ [ā:] และ [ō:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าเสียงสระ [a:] และ [o:]



โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เสียงสระ [ã:] ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุด แสดงว่าในการออกเสียงมีการแปรของความดังค่อยของเสียงสระมากที่สุด

ข้อค้นพบในงานวิจัยนี้ตรงกับข้อค้นพบในงานวิจัยเสียงสระในภาษาฝรั่งเศส (Delvaux, Metens and Soquet, 2002) คือ เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา



ภาพที่ 6.8 เปรียบเทียบค่าความเข้ม (เดซิเบล) ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

จากการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นคู่เสียงสระ [u] กับ [ũ] ที่ความแตกต่างนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นคู่เสียงสระ [a:] กับ [ã:] ที่ความแตกต่างนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบผลของค่าความเข้มที่ได้จากการวัดค่าทางกลศาสตร์กับสมมติฐาน ข้อที่ 1.3.3 กล่าวได้ว่า ผลที่ได้นี้ตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด เพราะตามที่พบ เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิก

#### 6.4 อภิปรายผลการเปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนที่ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก

ผลการเปรียบเทียบโดยรวม ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา แต่เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 2 สูงกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา เป็นที่น่าสังเกตว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกที่เป็นสระหลังมักจะมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 และ 2 แตกต่างไปจากเสียงสระนาสิกอื่นๆ ไม่ว่าจะปรากฏในพยางค์ปิดหรือพยางค์เปิด นอกจากนี้ การที่เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ต่ำกว่า เพราะมีสาเหตุมาจาก ในขณะที่ออกเสียง มีการเปิดของช่องเพดานอ่อนจึงทำให้เกิดการต้านการกำทอนซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ลดลง (Fant, 1960; Pickett, 1998; Stevens, 2000; Johnson, 2003)

เสียงสระเดี่ยวนาสิกจะมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่ว่าจะปรากฏในพยางค์ปิดหรือพยางค์เปิด ความต่างของค่าระยะเวลาเฉลี่ยของเสียงสระเดี่ยวนาสิกกับเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดจะมีมากกว่าในพยางค์ปิด กล่าวคือ ในพยางค์เปิดเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา 36.63 มิลลิวินาที ในขณะที่ ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา 24.41 มิลลิวินาที แต่เมื่อคิดเป็นอัตราส่วน เสียงสระทั้งสองมีอัตราส่วนในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดไม่ต่างกันมากนักคือ 1 : 1.18 และ 1 : 1.19 ตามลำดับ นอกจากนี้ การที่เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระธรรมดา เพราะการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะในการออกเสียง เช่น ระดับลิ้นและรูปลักษณะของริมฝีปาก รวมทั้งการลดต่ำลงของเพดานอ่อนเพื่อให้ช่องปากและช่องจมูกเชื่อมต่อกัน จึงทำให้สระนาสิกใช้เวลาในการออกเสียงมากกว่า

ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา และความต่างของค่าความเข้มเฉลี่ยของเสียงสระเดี่ยวนาสิกกับเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด คือ 2.34 เดซิเบล ซึ่งมากกว่าในพยางค์ปิด คือ 2.18 เดซิเบล นอกจากนี้ สาเหตุที่ทำให้เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดาก็คือ การมีช่องทางเดินเสียงเพิ่มขึ้น ทำให้มีผนังของช่องทางเดินเสียงเพิ่มขึ้น ซึ่งผนังของช่องทางเดินเสียงจะดูดซับพลังเสียงไว้ส่วนหนึ่ง (Johnson, 2003) ดังนั้น เมื่อเปล่งเสียงสระนาสิก พลังเสียงจะถูกดูดซับไว้มากกว่าเมื่อเปล่งเสียงสระธรรมดา ด้วยเหตุนี้ เสียงสระนาสิกจึงมีความดังน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา

ผลการเปรียบเทียบยังได้แสดงให้เห็นว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกที่ปรากฏในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 และ 2 มากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา เพราะมีการแปรในการออกเสียงที่มากกว่า ซึ่งส่งผลให้เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีบริเวณเสียง

สระที่กว้างเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ในพยางค์ปิด เสียงสระ [อ] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 มากที่สุด และเสียงสระ [ะ] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 มากที่สุด เช่นเดียวกันกับในพยางค์เปิด เสียงสระ [อ:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 มากที่สุด และเสียงสระ [ะ:] มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 มากที่สุด สำหรับค่าระยะเวลานั้น เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดจะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระยะเวลาสั้นกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา แต่เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดจะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา เช่นเดียวกันกับค่าความเข้ม เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดจะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา แต่เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดจะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระธรรมดา

จากการทบทวนวรรณกรรม ลักษณะทางกลศาสตร์โดยทั่วไปของสระนาสิก คือ เป็นสระที่มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าสระธรรมดา (Fant, 1960; Stevens, 2000; Johnson, 2003 ฯลฯ) เป็นสระที่มีค่าระยะเวลามากกว่าสระธรรมดา (Whalen and Beddor, 1989 อ้างใน Shosted, 2008; Lovatto et al., 2007; Amelot and Rossato, 2007) และเป็นสระที่มีค่าความเข้มน้อยกว่าสระธรรมดา (Delvaux, Metens and Soquet, 2000; Johnson, 2003) เมื่อพิจารณาลักษณะทางกลศาสตร์โดยทั่วไปของสระนาสิกที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมกับข้อค้นพบของงานวิจัยนี้ พบว่าเสียงสระนาสิกมีลักษณะทางกลศาสตร์ตรงตามที่กล่าวมาข้างต้นทุกประการ แสดงให้เห็นว่า สระนาสิกในภาษามลายูถิ่นปัตตานียังคงมีความแตกต่างจากเสียงสระธรรมดา ทั้งในทางกลศาสตร์ที่ได้จากข้อค้นพบในงานวิจัยนี้ และในทางสัทวิทยาซึ่งได้แบ่งหน่วยเสียงในภาษานี้ ออกเป็นหน่วยเสียงสระธรรมดาและหน่วยเสียงสระนาสิก

จากการวัดและวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์ สามารถสรุปความเหมือนและความต่างของ  
ข้อค้นพบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.7 เปรียบเทียบข้อค้นพบกับสมมติฐาน

สมมติฐาน	ข้อค้นพบ
- เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 สูงกว่าเสียงสระธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด	- เสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด
- เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด	- เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด
- เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด	- เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด

จากตารางที่ 6.7 สรุปได้ว่า การเปรียบเทียบเสียงสระเดี่ยวธรรมดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกในเรื่องค่าระยะเวลาตรงกันกับสมมติฐาน แต่ในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 และค่าความเข้มตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

## บทที่ 7

### เปรียบเทียบผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีใน 3 ประเด็นหลัก คือ ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม โดยเลือกศึกษาทั้งสระเดี่ยวธรรมดาและสระเดี่ยวนาสิก ผลการศึกษาใน 3 ประเด็นดังที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น จะนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆที่ได้มีการศึกษามาแล้ว ว่ามีลักษณะสอดคล้องกันหรือไม่และอย่างไร หากมีความสอดคล้องกันระหว่างผลของการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ นั้นหมายความว่า ลักษณะทางกลศาสตร์ที่ได้มีลักษณะที่เป็นสากล การเปรียบเทียบผลการศึกษาจะนำเสนอในแต่ละประเด็น ดังต่อไปนี้

#### 7.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์

ผลการเปรียบเทียบเสียงสระนาสิกกับเสียงสระธรรมดาในภาษามลายูถิ่นปัตตานี พบว่าเสียงสระนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา แต่เสียงสระนาสิกกลับมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 2 สูงกว่าเสียงสระธรรมดา จากการเปรียบเทียบเสียงสระนาสิกกับเสียงสระธรรมดาในภาษาอื่นๆ พบว่า เสียงสระนาสิกในภาษา Gujarati (Hawkins and Steven, 1985 อ้างใน Pickett, 1999) ภาษาฝรั่งเศส (Noel Nguyen อ้างใน Pickett, 1998; Delvaux, Metens and Soquet, 2002 และ Ladefoged, 2003) และภาษา Urdu (Riaz, n.d.) มีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และ 2 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา

จากข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษาเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับภาษา 3 ภาษาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ในภาษามลายูถิ่นปัตตานี พฤติกรรมความสัมพันธ์ของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และ 2 จะเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน คือ เสียงสระนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ต่ำกว่า แต่มีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 2 สูงกว่าเสียงสระธรรมดา ในขณะที่ในภาษา Gujarati ภาษาฝรั่งเศส และภาษา Urdu พฤติกรรมความสัมพันธ์ของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และ 2 จะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เสียงสระนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และ 2 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา

แม้ว่าพฤติกรรมการสัมพันธ์ของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และ 2 ของเสียงสระนาสิกและเสียงสระธรรมดาในภาษามลายูถิ่นปัตตานีจะแตกต่างจากในภาษาอื่น แต่ลักษณะเด่นของเสียงสระ



นาสิกคือค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ซึ่ง Pickett (1998) ได้กล่าวไว้ว่า ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 เป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้เสียงสระนาสิกแตกต่างจากเสียงสระธรรมดา และการที่ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ของเสียงสระนาสิกลดลง เป็นเพราะการเปิดของช่องเพดานอ่อนที่ทำให้เกิดการต้านการกำทอน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ลดลง (Fant, 1960; Pickett, 1998; Stevens, 2000; Johnson, 2003) นอกจากนี้ Delvaux, Meten and Siquet (2002) ยังพบว่าในการออกเสียงสระนาสิก ระดับลิ้นจะอยู่สูงกว่าในการออกเสียงสระธรรมดาอีกด้วย

ดังนั้น ข้อค้นพบในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ภาษามลายูถิ่นปัตตานีและจากภาษา Gujarati ภาษาฝรั่งเศส และภาษา Urdu ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น เป็นข้อค้นพบที่สอดคล้องกัน คือ เสียงสระนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา

อิทธิพลของโครงสร้างพยางค์มีผลทำให้เสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีเกิดความสั้นยาว ซึ่งไม่ทำให้เกิดความแตกต่างทางด้านความหมายของคำ กล่าวคือ ความสั้นยาวของเสียงสระนี้ไม่มีนัยสำคัญในทางภาษาศาสตร์ เสียงสระที่ปรากฏในพยางค์ปิดเป็นสระเสียงสั้นและเสียงสระที่ปรากฏในพยางค์เปิดเป็นสระเสียงยาว เมื่อได้วิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ของเสียงสระในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ผลที่ได้คือเสียงสระในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระในพยางค์ปิด ทั้งสระธรรมดาและสระนาสิก ส่วนค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 นั้นผลที่ได้ไม่สม่าเสมอ เพราะบางเสียงสระในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่าในพยางค์ปิด เช่น [u:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 สูงกว่า [u] แต่บางเสียงสระในพยางค์เปิดกลับมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด เช่น [i:] มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ต่ำกว่า [i]

ผลการศึกษาที่ได้จากภาษามลายูถิ่นปัตตานีเหมือนกับผลการศึกษาที่ได้จากภาษาอื่นๆ ที่มีสระเสียงสั้นและสระเสียงยาว ได้แก่ ภาษาไทย (Abramson and Ren, 1990; ชมนาด อินทจามรรัชย์, 2545) ภาษาฆังขาว ภาษาเมียน และภาษามัล (สุภาพร พลพัฒน์, 2550) ภาษาดังที่กล่าวมานี้ได้มีการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์และพบว่า สระเสียงยาวมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ต่ำกว่าสระเสียงสั้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะสระเสียงยาวใช้ระยะเวลาในการออกเสียงมากกว่า ลิ้นจึงสามารถเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ถูกต้องได้ดีกว่าเสียงสระสั้นซึ่งใช้ระยะเวลาในการออกเสียงน้อยกว่า ลิ้นจึงเคลื่อนไปไม่ถึงตำแหน่งที่ถูกต้องได้ กล่าวคือ ระดับลิ้นในการออกเสียงสระเสียงยาวจึงสูงกว่าระดับลิ้นในการออกเสียงสระสั้น ดังนั้น ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 ของสระเสียงยาวจึงต่ำกว่าของสระเสียงสั้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้พบงานวิจัยที่วิเคราะห์สระในภาษาอังกฤษ (Ladefoged, 2000) ซึ่งเป็นสระเกร็ง (tense vowel) และสระคลาย (lax vowel) เช่น คำว่า 'bit' กับ 'beat' หรือ 'foot' กับ 'food' ผลการวิจัยพบว่าเสียงสระคลายจะเป็นสระสั้นและเป็นสระที่ต่ำกว่าเพราะมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 1 สูงกว่าเสียงสระเกร็ง กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เสียงสระเกร็งจะเป็นสระยาวและเป็นสระที่สูงกว่าเพราะ

มีค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระคลาย ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสระในภาษาอังกฤษก็มีผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกับในภาษามลายูถิ่นปัตตานีด้วย

ดังนั้น พฤติกรรมของค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ที่เกิดขึ้นกับเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ภาษาอังกฤษ ภาษาไทย ภาษาม้งขาว ภาษาเมียน และภาษามัล จึงเป็นลักษณะเดียวกัน คือเสียงสระในพยางค์เปิดซึ่งเป็นสระเสียงยาวมีค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระในพยางค์ปิด ซึ่งเป็นสระเสียงสั้น

## 7.2 ค่าระยะเวลา

ความสั้นยาวของเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีเกิดจากอิทธิพลของโครงสร้างพยางค์ ซึ่งไม่ทำให้เกิดความแตกต่างทางด้านความหมายของคำ กล่าวคือ ความสั้นยาวของเสียงสระนี้ไม่มีนัยสำคัญในทางภาษาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ค่าระยะเวลาของเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี คือ เสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์ปิด ข้อค้นพบนี้ตรงกับที่ Maddieson (1985) และ Lehiste (1970) ได้กล่าวไว้ว่า เสียงสระในพยางค์เปิดจะมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระในพยางค์ปิด และข้อค้นพบนี้เหมือนกับข้อค้นพบในภาษาอื่นๆที่ได้เปรียบเทียบเสียงสระในพยางค์ปิดกับในพยางค์เปิด (อ้างไว้ใน Maddieson, 1985) เช่น ภาษาอังกฤษ ภาษารัสเซีย (Jones, 1950) ภาษาเกาหลี (Han, 1964) ภาษาฟินนิช (Wiik, 1965) ภาษา Ngizim (Schuh, 1978) ภาษาจีน (Ren Hong-Mo, 1984) และภาษาอิตาเลียน (Hajek, Steven and Webster, 2007)

ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ค่าระยะเวลาของเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีมาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ค่าระยะเวลาของเสียงสระในภาษาไทยพบว่า ในภาษาไทยก็มีลักษณะเช่นเดียวกับในภาษามลายูถิ่นปัตตานี คือ เสียงสระในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด (Abramson, 1962)

ภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาว คือ 1 : 1.37 ผู้วิจัยพบงานวิจัยเสียงสระในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หลายชิ้นที่ได้หาอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวไว้ เช่น ภาษาไทย ภาษาเมียน และภาษามัล ซึ่งเป็นภาษาที่ความสั้นยาวของเสียงสระมีนัยสำคัญทางภาษาศาสตร์ Abramson (1962), Rungpat Roengpitya (2001), Chutamane Onsuwan (2005) และ ชมนาค อินทจามรรักษ์ (2545) ได้หาอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวในภาษาไทยโดยเก็บข้อมูลจากคำพูดเดี่ยว ได้เท่ากับ 1 : 2-3.5, 1 : 2, 1 : 1.8, และ 1 : 2.73 ตามลำดับต่อมา สุภาพร ผลิพัฒน์ (2550) พบว่า ภาษาเมียนและภาษามัลมีอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาว คือ 1 : 1.93 และ 1 : 2.27 ตามลำดับ

นอกจากคำพูดเดี่ยวแล้ว Abramson (1990) ยังได้คำนวณหาอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวในภาษาไทยโดยเก็บข้อมูลจากกรอบประโยค ผลการศึกษานี้ได้อัตราส่วนเท่ากับ 1 : 1.9 และ Abramson (1993) เก็บข้อมูลจากกรอบประโยคทดสอบที่มีอัตราการพูดแบบช้าและเร็ว จึงมีอัตราส่วนสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวเป็น 1 : 1.8 และ 1 : 1.5 ตามลำดับ นอกจากนี้ ภาษาม้งขาวซึ่งเป็นภาษาที่ความสั้นยาวของเสียงสระไม่มีนัยสำคัญทางภาษาศาสตร์ ก็มีอัตราส่วนสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวในทำนองเดียวกัน คือ 1 : 2.17 (สุภาพร พลพัฒน์, 2550)

ในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากกรอบประโยคทดสอบและคำนวณหาอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวได้ 1 : 1.37 เมื่อเปรียบเทียบกับภาษาไทย ภาษาเมียน ภาษามัด และภาษาม้งขาว พบว่าภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวน้อยกว่าทุกๆภาษาดังที่กล่าวมาแล้ว ไม่ว่าอัตราส่วนของสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวนั้นจะมาจากการเก็บข้อมูลแบบคำพูดเดี่ยวหรือกรอบประโยค และไม่ว่าในภาษานั้น ความสั้นยาวของเสียงสระจะมีนัยสำคัญหรือไม่มีนัยสำคัญทางภาษาศาสตร์ก็ตาม

ผลจากการศึกษาค่าระยะเวลาของเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี สรุปได้ว่า เสียงสระในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระในพยางค์ปิด ซึ่งเหมือนกับผลจากการศึกษาในภาษาภาษาอังกฤษ ภาษารัสเซีย ภาษาเกาหลี ภาษาฟินนิช ภาษา Ngizim ภาษาจีน ภาษาอิตาเลียน และภาษาไทย ดังที่กล่าวมาข้างต้น

Whalen and Beddor, 1989 (อ้างใน Shosted, 2008) ได้กล่าวไว้ว่า ความแตกต่างในเรื่องค่าระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำมาใช้เพื่อแยกเสียงสระธรรมดาออกจากเสียงสระนาสิกได้ เพราะโดยปกติแล้ว เสียงสระนาสิกจะยาวกว่าเสียงสระธรรมดา จากการวิเคราะห์ค่าระยะเวลาระหว่างเสียงสระนาสิกกับเสียงสระธรรมดาในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ได้ข้อค้นพบว่าเสียงสระนาสิกจะยาวกว่าเสียงสระธรรมดา ไม่ว่าจะปรากฏในพยางค์ปิดหรือพยางค์เปิด กล่าวคือ เสียงสระนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระธรรมดา ดังนั้น ข้อค้นพบนี้จึงเป็นไปตามคำกล่าวของ Whalen and Beddor ผู้วิจัยพบงานวิจัยที่ได้เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของเสียงสระทั้งสองประเภทนี้ในภาษาอื่นๆ และได้ข้อค้นพบเหมือนกันคือ เสียงสระนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระธรรมดา เช่น ภาษาโปรตุเกสสำเนียงบราซิลเลียน (Lovatto et al., 2007) ภาษาฝรั่งเศส (Amelot and Rossato, 2007) และ ภาษาโปแลนด์ (Brooks, 1968 อ้างใน Jones, 2005)

ดังนั้น ข้อค้นพบในงานวิจัยภาษามลายูถิ่นปัตตานีที่ว่าเสียงสระนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระธรรมดา จึงสอดคล้องกับงานวิจัยที่วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของเสียงสระทั้งสองประเภทในภาษาโปรตุเกสสำเนียงบราซิลเลียน ภาษาฝรั่งเศส และ ภาษาโปแลนด์

### 7.3 ค่าความเข้ม

ผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มของเสียงสระที่เปรียบเทียบระหว่างเสียงสระนาสิกกับเสียงสระธรรมดา นั้น ได้ผลอย่างชัดเจนว่า ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาในภาษาอื่นๆ เช่น ภาษาฝรั่งเศส (Delvaux, Metens and Soquet, 2002) พบว่ามีพฤติกรรมค่าความเข้มเหมือนกัน คือ เสียงสระนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา สาเหตุเพราะโดยปกติ เสียงจะถูกดูดซับพลังเสียงไปบางส่วนโดยผนังของช่องทางเดินเสียง ในขณะที่ออกเสียงนาสิก จะมีช่องทางเดินเสียงที่เพิ่มขึ้น คือ ช่องคอ ช่องปาก และช่องจมูก ซึ่งทำให้มีพื้นที่ของผนังของช่องทางเดินเสียงเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น เสียงนาสิกจึงถูกดูดซับพลังเสียงไปมากกว่าเสียงสระธรรมดา (Johnson, 2003)

ดังนั้น ข้อค้นพบในภาษามลายูถิ่นปัตตานีที่ว่าเสียงสระนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา เหมือนกันกับข้อค้นพบในภาษาฝรั่งเศส

การวิเคราะห์ค่าความเข้มของเสียงสระที่เปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างพยางค์ในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ผลปรากฏว่าทั้งเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกที่ปรากฏในพยางค์เปิดส่วนใหญ่ มีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์ปิด จากงานวิจัยเรื่องค่าความเข้มของสระในภาษาอังกฤษ (Fónagy, 1966 อ้างใน Lehiste, 1979) พบว่า สระเสียงสั้นมีค่าความเข้มมากกว่าสระเสียงยาว ถ้านำมาเปรียบเทียบกับเสียงสระในพยางค์เปิดซึ่งเป็นสระเสียงยาว และเสียงสระในพยางค์ปิดซึ่งเป็นสระเสียงสั้นในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ผลที่น่าจะเป็นก็คือเสียงสระในพยางค์ปิดมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระในพยางค์เปิด และตามเหตุผลของความน่าจะเป็น คือ การออกเสียงสระในพยางค์เปิดซึ่งมีระยะเวลามากกว่าการออกเสียงสระในพยางค์ปิด จะทำให้พลังเสียงสูญเสียไปมากกว่า ในทางตรงกันข้าม การออกเสียงสระในพยางค์ปิดซึ่งมีระยะเวลาน้อยกว่า พลังเสียงจึงสูญเสียไปน้อยกว่า ดังนั้น เสียงสระในพยางค์ปิดควรมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระในพยางค์เปิด

เมื่อค่าความเข้มของเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์เปิดมีค่ามากกว่าในพยางค์ปิด จึงอาจกล่าวได้ว่า ข้อค้นพบในภาษามลายูถิ่นปัตตานีเป็นลักษณะเฉพาะภาษา (*language specific*) ไม่ใช่เป็นลักษณะสากลที่เป็นแนวโน้มปกติทางสัทศาสตร์ เพราะไม่สามารถหาคำอธิบายได้ทั้งในทางสรีรศาสตร์และกลศาสตร์



## 7.4 สรุปผลการเปรียบเทียบ

เสียงสระนาสิกกับเสียงสระธรรมดาและเสียงสระในพยางค์เปิดกับเสียงสระในพยางค์ปิด มีพฤติกรรมค่าความถี่ฟอร์เมินท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มที่แตกต่างกัน เมื่อได้เปรียบเทียบผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ ดังรายละเอียดในข้อ 7.1-7.3 พบว่ามีผลการศึกษามีลักษณะเหมือนกันและต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 เปรียบเทียบผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ

ภาษามลายูถิ่นปัตตานี	เหมือน/ต่าง	ภาษาอื่นๆ
- ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของเสียงสระนาสิกต่ำกว่าของเสียงสระธรรมดา	เหมือน	ภาษา Gujarati (Hawkins and Steven, 1985 อ้างใน Pickett, 1999) ภาษาฝรั่งเศส (Noel Nguyen อ้างใน Pickett, 1998; Delvaux, Metens and Soquet, 2002; Ladefoged, 2003) ภาษา Urdu (Riaz, n.d.)
- ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของเสียงสระในพยางค์เปิดต่ำกว่าของเสียงสระในพยางค์ปิด	เหมือน	ภาษาอังกฤษ (Ladefoged, 2000) ภาษาไทย (Abramson and Ren, 1990; ชมนาด อินทามรรักษ์, 2545) ภาษาม้งขาว ภาษามะเขียน ภาษามัด (สุภาพร ผลิพัฒน์, 2550)
- ค่าระยะเวลาของเสียงสระนาสิกมากกว่าของเสียงสระธรรมดา	เหมือน	ภาษาโปรตุเกสสำเนียงบราซิลเลียน (Lovatto et al., 2007) ภาษาฝรั่งเศส (Amelot and Rossato, 2007) ภาษาโปแลนด์ (Brooks, 1968 อ้างใน Jones, 2005)
- ค่าระยะเวลาของเสียงสระในพยางค์เปิดมากกว่าของเสียงสระในพยางค์ปิด	เหมือน	ภาษาอังกฤษ ภาษารัสเซีย (Jones, 1950) ภาษาเกาหลี (Han, 1964) ภาษาฟินนิช (Wiik, 1965) ภาษา Ngizim (Schuh, 1978) ภาษาจีน (Ren Hong-Mo, 1984) ภาษาอิตาลี (Hajek, Steven and Webster, 2007) ภาษาไทย (Abramson, 1962)
- ค่าความเข้มของเสียงสระนาสิกน้อยกว่าของเสียงสระธรรมดา	เหมือน	ภาษาฝรั่งเศส (Delvaux, Metens and Soquet, 2002)
- ค่าความเข้มของเสียงสระในพยางค์เปิดมากกว่าของเสียงสระในพยางค์ปิด	ต่าง	ภาษาฮังการี (ค่าความเข้มของสระเสียงยาวน้อยกว่าของสระเสียงสั้น) (Fónagy, 1966 อ้างใน Lehiste, 1979)



จากตารางที่ 7.1 จะเห็นว่าในเรื่องค่าความเข้มของเสียงสระในพยางค์เปิดกับพยางค์ปิด มีลักษณะที่แตกต่างจากผลการศึกษาในภาษาอื่นๆ เพราะพบว่าในภาษามลายูถิ่นปัตตานี เสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์ปิด ซึ่งไม่เหมือนกับข้อค้นพบในภาษาอังกฤษที่พบว่า สระเสียงสั้นมีค่าความเข้มมากกว่าสระเสียงยาว และไม่สอดคล้องกับหลักที่ควรจะเป็น คือ การออกเสียงสระในพยางค์เปิดซึ่งเป็นสระเสียงยาว จะเสียพลังเสียงไปมากกว่าการออกเสียงสระในพยางค์ปิดซึ่งเป็นสระเสียงสั้น

ผลการศึกษาที่สอดคล้องกันระหว่างภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับภาษาอื่นๆ ในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมินท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงสระ อาจกล่าวได้ว่าเป็นลักษณะที่เป็นสากล เพราะลักษณะเช่นนี้สามารถพบได้ในหลายๆภาษาที่มีการศึกษาทางกลศาสตร์ ทั้งในภาษาที่มีระบบสระแบบธรรมดากับสระนาสิก (/v/ vs. /ṽ/) และภาษาที่มีระบบสระแบบสั้นกับสระยาว (/v/ vs. /v:/) รวมทั้งภาษาที่ความสั้นยาวของเสียงสระเป็นเพียงความแตกต่างในระดับกลศาสตร์เท่านั้น ส่วนการที่ค่าความเข้มของเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์เปิดมีค่ามากกว่าในพยางค์ปิด อาจกล่าวได้ว่าเป็นลักษณะเฉพาะภาษา (language specific) เพราะไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาในภาษาอื่น และไม่สามารถหาคำอธิบายทั้งในทางสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ได้

เมื่อผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ ในประเด็นค่าความเข้มของเสียงสระในพยางค์เปิดกับในพยางค์ปิด ข้อค้นพบนี้จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1.3.7 ที่ว่า ผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีตามสมมติฐานข้อ 1.3.1-1.3.6 มีลักษณะสอดคล้องกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ ที่ได้มีการศึกษามาแล้วเพราะเป็นลักษณะทางสรีรศาสตร์ที่เป็นสากล

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 8

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ จากการศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ซึ่งได้แก่ ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม โดยมีโครงสร้างพยางค์ปิดและพยางค์เปิดเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระแตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้ เลือกศึกษาเฉพาะสระเดี่ยวธรรมดา 8 หน่วยเสียง ได้แก่ /i/, /e/, /ɛ/, /ə/, /a/, /u/, /o/, /ɔ/ และสระเดี่ยวนาสิก 4 หน่วยเสียง ได้แก่ /ɪ/, /ã/, /ũ/, /ĩ/ ใช้คำทดสอบทั้งหมด 2,070 คำ ในการวัดค่าทางกลศาสตร์ใช้โปรแกรมพราทเป็นโปรแกรมหลักและโปรแกรมเสริมอีก 2 โปรแกรม และมีการวิเคราะห์ทางสถิติโดยเลือกการวิเคราะห์แบบ Independent-Samples T Test เพื่อดูว่าความแตกต่างระหว่างเสียงสระในพยางค์ปิดกับพยางค์เปิดและเสียงสระเดี่ยวนาสิกกับเสียงสระเดี่ยวธรรมดามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่

#### 8.1 สรุปผลการวิจัย

##### 8.1.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์

###### เสียงสระเดี่ยวธรรมดา

เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นคู่ของเสียงสระ [i]-[i:] ที่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 ของเสียงสระทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันมาก เสียงสระเดี่ยวธรรมดาส่วนใหญ่ในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 2 และ 3 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด โดยความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อค้นพบทางกลศาสตร์แสดงให้เห็นลักษณะการออกเสียงสระและคุณสมบัติของสระที่ได้ยิน คือ การออกเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดระดับลิ้นจะสูงกว่า ลิ้นส่วนหน้าจะเข้าไปใกล้เพดานแข็งน้อยกว่า (สระหน้าและสระกลาง) และลิ้นส่วนหลังจะเข้าไปใกล้เพดานอ่อนมากกว่า รวมทั้งริมฝีปากจะห่อมากกว่าด้วย (สระหลัง) จึงทำให้มีค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และ 2 ต่ำกว่าการออกเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด ดังนั้น เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดจึงเป็นสระสูงกว่าและหลังมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด

บริเวณเสียงสระแต่ละเสียงของสระเดี่ยวธรรมดาที่ปรากฏในพยางค์ปิดกับพยางค์เปิด มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน และการซ้อนทับของบริเวณเสียงสระทั้ง 2 ประเภทจะซ้อนทับกันค่อนข้างมากจนเกือบเป็นบริเวณเสียงสระเดียวกัน แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันมาก บริเวณเสียงสระโดยรวมของสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดมีพื้นที่มากกว่าบริเวณเสียงสระโดยรวมของสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด

ข้อค้นพบในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดกับในพยางค์เปิดตรงกันกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด

### เสียงสระเดี่ยวนาสิก

เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงในพยางค์เปิด มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่ในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 2 และ 3 สูงกว่าในพยางค์ปิด

ข้อค้นพบทางกลศาสตร์แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของลักษณะการออกเสียงสระกับคุณสมบัติของสระที่ได้ยิน นั่นคือ การออกเสียงสระเดี่ยวนาสิกซึ่งเป็นสระหน้าและสระกลางในพยางค์เปิด ระดับลิ้นจะสูงกว่า และลิ้นส่วนหน้าจะเข้าใกล้เพดานแข็งมากกว่า จึงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ต่ำกว่า แต่มีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 2 สูงกว่าในพยางค์ปิด ในขณะที่ การออกเสียงสระเดี่ยวนาสิกซึ่งเป็นสระหลังในพยางค์เปิด ระดับลิ้นจะสูงกว่า แต่ลิ้นส่วนหลังจะเข้าใกล้เพดานอ่อนมากกว่า รวมทั้งริมฝีปากจะห่อมากกว่าด้วย จึงมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 และ 2 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด ดังนั้น เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด กรณีสระหน้าและสระกลาง จะเป็นสระสูงกว่าและหน้ามากกว่าในพยางค์ปิด ส่วนกรณีสระหลัง จะเป็นสระสูงกว่าและหลังมากกว่าในพยางค์ปิด

บริเวณเสียงสระแต่ละเสียงของสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดกับพยางค์เปิดมีขนาดที่ใกล้เคียงกันมาก และมีการซ้อนทับของบริเวณเสียงสระที่ค่อนข้างมากด้วย แสดงว่าเสียงสระทั้ง 2 ประเภทมีคุณสมบัติใกล้เคียงกันในภาษามลาญถิ่นปัตตานี บริเวณเสียงสระโดยรวมของสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดมีพื้นที่มากกว่าบริเวณเสียงสระโดยรวมของสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด

ข้อค้นพบในเรื่องค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดกับในพยางค์เปิดตรงกันกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมนที่ที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด

## 8.1.2 ค่าระยะเวลา

### เสียงสระเดี่ยวธรรมดา

เสียงสระเดี่ยวธรรมดาทุกเสียงในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดโดยความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรืออีกนัยหนึ่งคือ เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีความยาวมากกว่าในพยางค์ปิด ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิด อยู่ในช่วง 131.65 ถึง 141.67 มิลลิวินาที คิดเป็นค่าระยะเวลาเฉลี่ยคือ 137.83 มิลลิวินาที ส่วนค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด อยู่ในช่วง 175.96 ถึง 201.92 มิลลิวินาที คิดเป็นค่าระยะเวลาเฉลี่ย 189.03 มิลลิวินาที อัตราส่วนของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดต่อเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิด คือ 1 : 1.37 สำหรับเสียงสระ [อ] ซึ่งปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก มีค่าระยะเวลาเพียง 19.17 มิลลิวินาที

ข้อค้นพบในเรื่องค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดกับในพยางค์เปิดตรงกันกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด

### เสียงสระเดี่ยวนาสิก

เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดทุกเสียง มีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีความยาวมากกว่าในพยางค์ปิด ค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิด อยู่ในช่วง 155.24 ถึง 167.63 มิลลิวินาที คิดเป็นค่าระยะเวลาเฉลี่ยคือ 164.88 มิลลิวินาที ส่วนค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด อยู่ในช่วง 222.08 ถึง 244.21 มิลลิวินาที คิดเป็นค่าระยะเวลาเฉลี่ยคือ 232.75 มิลลิวินาที อัตราส่วนของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดต่อเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด คือ 1 : 1.41

ข้อค้นพบในเรื่องค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดกับในพยางค์เปิดตรงกันกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด

## 8.1.3 ค่าความเข้ม

### เสียงสระเดี่ยวธรรมดา

เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดส่วนใหญ่ มีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดโดยความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวธรรมดามีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 69.55 ถึง 72.75 เดซิเบล คิดเป็นค่าความเข้มเฉลี่ย 71.00 เดซิเบล ใน

พยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวธรรมดา มีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 69.95 ถึง 71.82 เดซิเบล คิดเป็นค่าความเข้มเฉลี่ย 71.25 เดซิเบล นอกจากนี้ เสียงสระ [อ] ซึ่งปรากฏเฉพาะในพยางค์ที่ไม่ลงเสียงหนัก มีค่าความเข้ม 69.32 เดซิเบล ซึ่งน้อยกว่าเสียงสระอื่นๆทุกเสียง

ข้อค้นพบในเรื่องค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์ปิดกับในพยางค์เปิดตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด เพราะพบว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดาในพยางค์เปิดส่วนใหญ่มีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด

### เสียงสระเดี่ยวนาสิก

เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดส่วนใหญ่มีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด โดยความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 68.79 ถึง 70.10 เดซิเบล คิดเป็นค่าความเข้มเฉลี่ย 69.24 เดซิเบล ในพยางค์เปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มอยู่ในช่วง 68.43 ถึง 70.51 เดซิเบล คิดเป็นค่าความเข้มเฉลี่ย 69.37 เดซิเบล

ข้อค้นพบในเรื่องค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์ปิดและพยางค์เปิดตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด เพราะพบว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดส่วนใหญ่มีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด

#### 8.1.4 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของเสียงสระเดี่ยวธรรมดา กับเสียงสระเดี่ยวนาสิก

ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด เสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่มีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 ต่ำกว่า แต่มีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 และ 3 สูงกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา โดยความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 ต่ำกว่า เพราะในขณะที่ออกเสียง มีการเปิดของช่องโพรงอ่อนจึงทำให้เกิดการต้านการกำทอนซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 ลดลง (Fant, 1960; Pickett, 1998; Stevens, 2000; Johnson, 2003) ดังนั้น เสียงสระเดี่ยวนาสิกจึงเป็นสระสูงกว่าและหนาแน่นกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา

ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด บริเวณเสียงสระของสระเดี่ยวนาสิกมีขนาดกว้างกว่าบริเวณเสียงสระแต่ละเสียงของสระเดี่ยวธรรมดา สาเหตุมาจาก ระบบสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี มีสระนาสิกเพียง 4 สระ จึงทำให้ในการออกเสียงสระนาสิกเกิดการแปรได้มากกว่าเสียงสระธรรมดาซึ่งมีถึง 8 สระ นอกจากนี้ บริเวณเสียงสระแต่ละเสียงของสระทั้ง 2 ประเภท มีส่วนที่



ซ้อนทับกันค่อนข้างมาก บริเวณเสียงสระโดยรวมของสระเดี่ยวนาสิกทั้งที่ปรากฏในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด มีพื้นที่มากกว่าบริเวณเสียงสระโดยรวมของสระเดี่ยววรรณดา

ข้อค้นพบจากการเปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนทของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิดตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 สูงกว่าเสียงสระเดี่ยววรรณดาทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด จากผลการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์พบว่าเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยววรรณดาทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด

### 8.1.5 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก

เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยววรรณดาโดยความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่ว่าจะปรากฏในพยางค์ปิดหรือพยางค์เปิด กล่าวคือ เสียงสระเดี่ยวนาสิกเป็นสระที่ยาวมากกว่าเสียงสระเดี่ยววรรณดา เพราะการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะในการออกเสียง เช่น ระดับลิ้นและริมฝีปาก รวมทั้งการลดต่ำลงของเพดานอ่อนเพื่อให้ช่องปากและช่องจมูกเชื่อมต่อกัน จึงทำให้สระนาสิกใช้เวลาในการออกเสียงมากกว่า

ในพยางค์ปิด อัตราส่วนของเสียงสระเดี่ยวนาสิกที่มีต่อเสียงสระเดี่ยววรรณดาจะอยู่ที่ 1 : 1.15 ถึง 1 : 1.20 คิดเป็นอัตราส่วนโดยเฉลี่ย คือ 1 : 1.18 ในพยางค์เปิด อัตราส่วนของเสียงสระเดี่ยวนาสิกที่มีต่อเสียงสระเดี่ยววรรณดาจะอยู่ที่ 1 : 1.10 ถึง 1 : 1.24 คิดเป็นอัตราส่วนโดยเฉลี่ย คือ 1 : 1.19

ข้อค้นพบจากการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิกทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิดตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่ว่า เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยววรรณดาทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด

### 8.1.6 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงสระเดี่ยววรรณดากับเสียงสระเดี่ยวนาสิก

เสียงสระเดี่ยวนาสิกทุกเสียงมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยววรรณดาโดยความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในพยางค์ปิดและพยางค์เปิด เพราะในขณะที่ออกเสียงเสียงสระเดี่ยวนาสิกพลังเสียงจะถูกดูดซับโดยผนังของช่องทางเดินเสียงซึ่งยาวกว่าในขณะที่ออกเสียงสระเดี่ยววรรณดา (Johnson, 2003) เสียงสระเดี่ยววรรณดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มต่างกัน 0.22 ถึง 3.61 เดซิเบล

## 8.1.7 เปรียบเทียบผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ

### 8.1.7.1 ค่าความถี่ฟอร์เมินท์

การศึกษาค่าความถี่ฟอร์เมินท์ของเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี และภาษาอื่นๆ เช่น ภาษา Gujarati ภาษา Urdu และภาษาฝรั่งเศส มีผลการศึกษาที่เหมือนกันคือ ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของเสียงสระนาสิกมีค่าต่ำกว่าค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของเสียงสระธรรมดา แต่ผลการศึกษาดังกล่าวในภาษามลายูถิ่นปัตตานี ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 2 ของเสียงสระนาสิกมีค่าสูงกว่าค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 2 ของเสียงสระธรรมดา ในขณะที่ ในภาษา Gujarati (Hawkins and Steven, 1985 อ้างใน Pickett, 1998) ภาษา Urdu (Riaz, n.d.) และภาษาฝรั่งเศส (Noel Nguyen อ้างใน Pickett, 1998; Delvaux, Metens and Soquet, 2002 และ Ladefoged, 2003) ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 2 ของเสียงสระนาสิกมีค่าต่ำกว่าของเสียงสระธรรมดา

ในภาษามลายูถิ่นปัตตานี เสียงสระในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระในพยางค์ปิด ทั้งสระธรรมดาและสระนาสิก ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นี้เหมือนกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอังกฤษ (Ladefoged, 2000) ภาษาม้งขาว ภาษาเมียน ภาษามัล (สุภาพร พลพัฒน์, 2550) และ ภาษาไทย (ชมขนาด อินทจามรรักษ์, 2545) ผลการศึกษาที่เหมือนกัน คือ สระเสียงยาวในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ต่ำกว่าสระเสียงสั้นในพยางค์ปิด

### 8.1.7.2 ค่าระยะเวลา

ผลการศึกษาค่าระยะเวลาของเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานี พบว่าค่าระยะเวลาของเสียงสระในพยางค์เปิดมีค่ามากกว่าค่าระยะเวลาของเสียงสระในพยางค์ปิด เช่นเดียวกับในภาษาอื่นๆ เช่น ภาษาอังกฤษ (Jones, 1950) ภาษาเกาหลี (Han, 1964) ภาษาฟินนิช (Wiik, 1965) ภาษาจีน (Ren Hong-Mo, 1984) ภาษาอิตาลี (Hajek, Steven and Webster, 2007) และ ภาษาไทย (Abramson, 1962) เมื่อนำค่าระยะเวลาของเสียงสระในพยางค์เปิดและพยางค์ปิดมาคิดเป็นอัตราส่วนสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาว ได้เท่ากับ 1 : 1.37 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่น้อยกว่าอัตราส่วนสระเสียงสั้นต่อสระเสียงยาวในภาษาอื่นๆ ทั้งที่เป็นภาษาที่ความสั้นยาวของเสียงสระมีนัยสำคัญและไม่มีนัยสำคัญทางภาษาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นจากการเก็บข้อมูลในคำพูดเดี่ยวหรือในกรอบประโยค เช่นในกรณีการศึกษาภาษาไทย (Abramson, 1962; Abramson, 1990) ภาษาเมียน ภาษามัล และภาษาม้งขาว (สุภาพร พลพัฒน์, 2550)

การศึกษาเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของเสียงสระธรรมดา กับเสียงสระนาสิกในภาษามลายูถิ่นปัตตานี และภาษาอื่นๆ เช่น ภาษาโปรตุเกสสำเนียงบราซิลเลียน ภาษาฝรั่งเศส (Lovatto et al., 2007) และ ภาษาโปแลนด์ (Brooks, 1968 อ้างใน Jones, 2005) มีผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน คือ เสียงสระนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระธรรมดา

### 8.1.7.3 ค่าความเข้ม

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงสระธรรมดา กับเสียงสระนาสิกในภาษามลายูถิ่นปัตตานี และภาษาอื่นๆ เช่น ภาษาฝรั่งเศส (Delvaux, Metens and Soquet (2002) พบว่าเสียงสระทั้งสองประเภทมีพฤติกรรมของค่าความเข้มที่เหมือนกัน คือ เสียงสระนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระธรรมดา เพราะการออกเสียงโดยปกติ ผนังของช่องทางเดินเสียงซึ่งอ่อนนุ่มจะดูดซับพลังเสียงไว้ส่วนหนึ่ง ในขณะที่ออกเสียงนาสิก จะมีช่องทางเดินเสียงที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีช่องทางเดินเสียงเพิ่มขึ้น การดูดซับพลังเสียงของผนังของช่องทางเดินเสียงย่อมเพิ่มขึ้นด้วย (Johnson, 2003) ดังนั้นในการออกเสียงสระนาสิก พลังเสียงจะถูกดูดซับไว้มากกว่าในการออกเสียงสระธรรมดา เสียงสระนาสิกจึงมีค่าความเข้มน้อยกว่า

เมื่อวิเคราะห์ค่าความเข้มของเสียงสระระหว่าง โครงสร้างพยางค์ที่แตกต่างกัน ข้อค้นพบคือทั้งเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในภาษามลายูถิ่นปัตตานีที่ปรากฏในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์ปิด ผลการวิเคราะห์นี้ไม่สอดคล้องกับข้อค้นพบในภาษาอังกฤษ (Fónagy, 1966 อ้างใน Lehiste, 1979) และพฤติกรรมค่าความเข้มนี้ยังไม่สอดคล้องกับหลักที่ควรจะเป็นที่ว่า การออกเสียงสระในพยางค์เปิดซึ่งมีระยะเวลา มากกว่าการออกเสียงสระในพยางค์ปิด จะทำให้พลังเสียงสูญเสียไปมากกว่า ดังนั้น เสียงสระในพยางค์เปิด จึงน่าจะมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระในพยางค์ปิด การที่เสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์เปิดในภาษามลายูถิ่นปัตตานีมีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเฉพาะภาษาในภาษามลายูถิ่นปัตตานี เพราะไม่สามารถหาคำอธิบายทั้งในทางสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ได้

ข้อค้นพบจากการเปรียบเทียบผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับ ผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1.3.7 ที่ว่า ผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีตามสมมติฐานข้อ 1.3.1-1.3.6 (ดูรายละเอียดในบทที่ 1) มีลักษณะสอดคล้องกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ ที่ได้มีการศึกษา มาแล้ว เพราะเป็นลักษณะทางสรีรศาสตร์ที่เป็นสากล ทั้งนี้ เนื่องจากในประเด็นค่าความเข้มในภาษามลายูถิ่นปัตตานีที่พบว่าเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาในภาษาอื่นๆ

### 8.1.8 สรุปข้อค้นพบจากการวิจัยกับสมมติฐาน

*สมมติฐานข้อที่ 1.3.1* เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 สูงกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด ข้อค้นพบตรงกันข้ามกับสมมติฐาน เพราะตามที่พบเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ต่ำกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด

*สมมติฐานข้อที่ 1.3.2* เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าระยะเวลามากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด ข้อค้นพบตรงกับสมมติฐาน

*สมมติฐานข้อที่ 1.3.3* เสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มมากกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด ข้อค้นพบตรงกันข้ามกับสมมติฐาน เพราะตามที่พบเสียงสระเดี่ยวนาสิกมีค่าความเข้มน้อยกว่าเสียงสระเดี่ยวธรรมดา ทั้งในพยางค์เปิดและพยางค์ปิด

*สมมติฐานข้อที่ 1.3.4* เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ต่ำกว่าในพยางค์ปิด ข้อค้นพบตรงกับสมมติฐาน

*สมมติฐานข้อที่ 1.3.5* เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าระยะเวลามากกว่าในพยางค์ปิด ข้อค้นพบตรงกับสมมติฐาน

*สมมติฐานข้อที่ 1.3.6* เสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกในพยางค์เปิด มีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด ข้อค้นพบตรงกันข้ามกับสมมติฐาน เพราะตามที่พบเสียงสระเดี่ยวธรรมดาและเสียงสระเดี่ยวนาสิกส่วนใหญ่ในพยางค์เปิด มีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด

*สมมติฐานข้อที่ 1.3.7* ผลการศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีตามสมมติฐานข้อ 1.3.1-1.3.6 มีลักษณะสอดคล้องกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ ที่ได้มีการศึกษามาแล้ว เพราะเป็นลักษณะทางกลศาสตร์ที่เป็นสากล ข้อค้นพบตรงกันข้ามกับสมมติฐาน เพราะพบว่าในประเด็นค่าความเข้ม เสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิกในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาในภาษาอื่นๆ

### 8.2 อภิปรายผลการวิจัย

การทำงานวิจัยย่อมมีปัญหาเกิดขึ้นบ้างไม่มากก็น้อย เช่นเดียวกับในงานวิจัยนี้ ก็มีปัญหากเกิดขึ้นบางประการ คือ การหาคำศัพท์ที่จะนำมาทำเป็นคำตัวอย่าง สามารถทำได้วิธีเดียว คือ หาคำศัพท์จากพจนานุกรมภาษามลายูถิ่นปัตตานี-ไทย แต่วิธีนี้ก็ทำให้เกิดปัญหา เพราะผู้วิจัยไม่ใช่เจ้าของภาษา จึงไม่ทราบว่คำศัพท์ที่เลือกมานั้นออกเสียงอย่างไร มีความหมายตามพจนานุกรม

หรือไม่ และเป็นคำศัพท์ที่ยังใช้กันอยู่หรือไม่ ในการแก้ปัญหานี้ ผู้วิจัยนำคำศัพท์ที่เลือกมาจากพจนานุกรมทั้งหมด ไปให้เจ้าของภาษา<sup>1</sup> ตรวจสอบก่อนที่จะนำไปใช้จริง โดยตรวจสอบว่าคำศัพท์เหล่านี้ยังใช้อยู่หรือไม่ มีความหมายและใช้อย่างไร รวมทั้งออกเสียงอย่างไรด้วย การตรวจสอบในประเด็นดังที่กล่าวมานี้ เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการเลือกคำตัวอย่าง เพราะกลุ่มคนสูงอายุจะใช้คำศัพท์ที่เป็นศัพท์เก่ามากกว่ากลุ่มคนอายุน้อย ดังนั้น รายการคำตัวอย่างที่ผู้วิจัยทำไว้จึงมีความเหมาะสมกับผู้บอกภาษาในระดับหนึ่ง และก่อนทำการบันทึกเสียง ผู้วิจัยได้นำคำศัพท์ในรายการคำมาตรวจสอบกับผู้บอกภาษาอีกครั้งหนึ่งด้วย เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้คำทดสอบที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์

อีกปัญหาหนึ่งที่พบคือ การคัดเลือกผู้บอกภาษาซึ่งจะต้องรู้จักคำศัพท์ในรายการคำตัวอย่างทุกคำและออกเสียงได้ชัดเจน ในกรณีของคำศัพท์บางคำที่เป็นศัพท์เก่า แต่หากเป็นคำศัพท์ที่มีสระธรรมดา ก็สามารถตัดทิ้งและหาศัพท์อื่นมาทดแทนได้ไม่ยาก แต่คำศัพท์เก่าที่มีสระนาสิก จะไม่สามารถตัดทิ้งได้เพราะคำศัพท์ประเภทนี้มีจำนวนไม่มาก ตัวอย่างเช่น คำว่า /se??/ แปลว่า บทกลอน (ภาษาอาหรับ) ซึ่งเป็นคำศัพท์เพียงคำเดียวที่มีสระนาสิก /e/ และมีโครงสร้างพยางค์เป็นพยางค์เปิด ด้วยเหตุนี้ จึงส่งผลให้ในการคัดเลือกผู้บอกภาษาเกิดปัญหา เพราะนักศึกษาบางคนไม่รู้จักคำศัพท์นี้ จึงไม่สามารถเป็นผู้บอกภาษาได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยนำรายการคำตัวอย่างมาสอบถามกับนักศึกษาก่อน เพื่อตรวจสอบว่ารู้จักคำศัพท์ที่มีสระนาสิกซึ่งอยู่ในรายการคำหรือไม่ เพื่อช่วยให้การตัดสินใจเลือกผู้บอกภาษาไม่ผิดพลาด

นอกจากนี้ การนำโปรแกรมเสริมมาใช้ ถือว่าเป็นสิ่งที่ช่วยให้การทำงานวิจัยนี้สะดวกมากขึ้นและทำให้งานวิจัยสมบูรณ์มากขึ้นด้วย ค่าทางกลศาสตร์ที่ได้จากการใช้โปรแกรมเสริมจะมีความแม่นยำมาก อย่างไรก็ตาม การใช้โปรแกรมเสริมจะใช้ได้ดีต่อเมื่อมีการตรวจดูว่าคลื่นเสียงที่นำมาวัดค่านั้นมีลักษณะที่สมบูรณ์หรือไม่ ผู้วิจัยได้พบข้อผิดพลาด คือ เนื่องจากคำทดสอบบางคำมีคลื่นเสียงที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการออกเสียงของผู้บอกภาษาแต่ละคน ทำให้เส้นแสดงค่าความถี่ฟอร์มินท์และค่าความเข้มไม่สมบูรณ์ โปรแกรมเสริมจึงคำนวณค่าความถี่ฟอร์มินท์และค่าความเข้มของคำทดสอบผิดไป ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยเมื่อใช้โปรแกรมเสริมคำนวณค่าทางกลศาสตร์ออกมาแล้ว ผู้วิจัยจึงต้องตรวจสอบค่าที่ได้นี้ด้วยตนเองอีกครั้ง หากพบว่าค่าที่ผิดปกติ ผู้วิจัยจะกลับไปตรวจสอบที่แผ่นภาพคลื่นเสียงว่าเป็นอย่างไรและวัดค่าทางกลศาสตร์นี้ด้วยตนเองแทน

<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุสลัน อุทัย



จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นนี้ จึงอยากเตือนให้ผู้ที่ใช้โปรแกรมเสริมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็  
โปรแกรมเสริมที่ใช้ในงานวิจัยนี้หรือโปรแกรมเสริมอื่นๆ ที่มีผู้คิดค้นขึ้นมา ให้มีความระมัดระวัง  
กันมากขึ้น โดยก่อนใช้โปรแกรมเสริมจะต้องตรวจสอบคลื่นเสียงให้แน่ใจว่ามีลักษณะที่สมบูรณ์  
พร้อมที่จะนำมาวัดค่าทางกลศาสตร์หรือไม่ และควรศึกษาการใช้โปรแกรมเสริมให้มีความ  
เข้าใจ เพื่อที่จะใช้โปรแกรมนั้นๆ ได้ถูกต้องไม่เกิดข้อผิดพลาด

เนื่องจากภาษามลายูถิ่นปัตตานีเป็นภาษาที่มีทั้งสระธรรมดาและสระนาสิก และเป็นภาษาที่  
ความสั้นยาวของเสียงสระไม่มีนัยสำคัญทางภาษาศาสตร์ แต่เป็นเพียงความสั้นยาวที่เกิดจาก  
โครงสร้างพยางค์ และผู้วิจัยมีความต้องการที่จะศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของสระในภาษา  
มลายูถิ่นปัตตานี จึงออกแบบงานวิจัยนี้ ให้มีการวิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ ค่าระยะเวลา และค่า  
ความเข้มของเสียงสระซึ่งเป็นค่าทางกลศาสตร์ของเสียงสระที่มักจะวิเคราะห์กันโดยทั่วไป และ  
เปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของลักษณะทางกลศาสตร์ของสระ ระหว่างในพยางค์ปิดกับ  
พยางค์เปิด และระหว่างสระธรรมดากับสระนาสิก ผู้วิจัยได้ควบคุมตัวแปร ไม่ว่าจะเป็  
ตัวแปรทาง  
สังคมของผู้บอภาษาที่จะต้องเกิด เติบโต อาศัยอยู่ใน จ.ปัตตานี และใช้ภาษามลายูถิ่นปัตตานีเป็น  
ส่วนใหญ่ในชีวิตประจำวัน และตัวแปรทางเสียง เพื่อหลีกเลี่ยงอิทธิพลจากเสียงซึ่งเป็นบริบท  
แวดล้อม นอกจากนี้ คำตัวอย่างที่ใช้เป็นคำที่มีทั้งสระธรรมดาและสระนาสิกปรากฏอยู่ รวมทั้งมี  
โครงสร้างพยางค์เป็นพยางค์เปิดและพยางค์ปิด เพื่อนำมาเปรียบเทียบกันได้ และจำนวนคำตัวอย่าง  
ที่นำมาทำเป็นคำทดสอบที่คำนวณไว้ถือว่ามากเพียงพอต่อความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์และ  
การคำนวณหาข้อมูลทางสถิติ ดังนั้น การออกแบบในงานวิจัยนี้ ถือว่ามีความเหมาะสมมาก  
เพราะทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงตรงตามวัตถุประสงค์ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการจะศึกษา และได้ข้อ  
ค้นพบในสิ่งที่ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้

ผู้วิจัยมีความมั่นใจกับข้อค้นพบที่ได้ในงานวิจัยนี้มาก เพราะงานวิจัยที่ต้องวัดค่าทางกล  
ศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1-3 ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงสระ จะต้อง  
ควบคุมบริบททางเสียงที่แวดล้อมให้ดี เพราะบริบททางเสียงจะมีผลต่อค่าทางกลศาสตร์ต่างๆ  
ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้พยัญชนะต้นและพยัญชนะท้ายของคำตัวอย่างทั้งหมดเป็น  
พยัญชนะกักเสียงสั้น ไม่ก้อง และไม่พ่นลม ดังนั้นคำตัวอย่างที่นำมาวัดค่าทางกลศาสตร์ จึง  
แตกต่างกันเพียงสระที่ปรากฏอยู่เท่านั้น และแม้ว่าจะมีการใช้โปรแกรมเสริมในการวัดค่าทางกล  
ศาสตร์ แต่ผู้วิจัยได้ตรวจสอบค่าทางกลศาสตร์เหล่านี้ด้วยตนเองอีกครั้งหนึ่ง เพราะฉะนั้นจึง  
มั่นใจได้ว่าค่าทางกลศาสตร์ต่างๆที่ได้เป็นค่าที่ถูกต้อง นอกจากนี้ เมื่อผู้วิจัยได้เปรียบเทียบผล  
การศึกษาเสียงสระในภาษามลายูถิ่นปัตตานีกับผลการศึกษาเสียงสระในภาษาอื่นๆ ซึ่งพบว่าผล  
การศึกษามีลักษณะที่สอดคล้องกัน ก็ยิ่งทำให้ผู้วิจัยรู้สึกมั่นใจกับผลการศึกษาที่ได้มากขึ้นด้วย

ผู้วิจัยมีประเด็นที่ไม่ค่อยมั่นใจ คือ ประเด็นค่าความเข้มที่พบว่าเสียงสระในพยางค์เปิดส่วนใหญ่มีค่าความเข้มมากกว่าในพยางค์ปิด เพราะยังมีบางเสียงสระที่ในพยางค์เปิดมีค่าความเข้มน้อยกว่าในพยางค์ปิด ผู้วิจัยคิดว่าข้อค้นพบเช่นนี้ ถือเป็นลักษณะเฉพาะภาษา (language specific) เพราะไม่สามารถหาค่าอธิบายได้ทั้งในทางสรีรศาสตร์และกลศาสตร์ อย่างไรก็ตาม หากเป็นไปได้ ผู้วิจัยจะศึกษาในประเด็นนี้อีกเพื่อยืนยันข้อค้นพบนี้ อีกประเด็นหนึ่งที่ผู้วิจัยไม่มั่นใจคือ ประเด็นค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 ของเสียงสระนาสิก ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ข้อค้นพบว่าเสียงสระนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 สูงกว่าเสียงสระธรรมดา ในขณะที่ภาษาอื่นๆพบว่าเสียงสระนาสิกมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 ต่ำกว่าเสียงสระธรรมดา จากประเด็นดังกล่าวมานี้ หากเป็นไปได้ ผู้วิจัยต้องการที่จะเก็บข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง แต่จะเก็บข้อมูลจากผู้บอกภาษาที่เป็นกลุ่มคนอายุมาก เพราะกลุ่มคนอายุมากจะยังคงพูดภาษามลายูถิ่นปัตตานีแบบดั้งเดิมได้มากกว่าผู้บอกภาษาที่เป็นกลุ่มคนอายุน้อย เพื่อจะได้นำค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 2 ของเสียงสระนาสิกมาเปรียบเทียบกับกันระหว่างผู้บอกภาษาที่เป็นกลุ่มคนอายุมากกับผู้บอกภาษาที่เป็นกลุ่มคนอายุน้อย ว่าจะมีลักษณะที่เหมือนกันหรือไม่

งานวิจัยนี้มีจุดแข็งอยู่ที่การเป็นงานวิจัยชิ้นแรกที่น่าภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มาศึกษาทางกลศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมความแตกต่างระหว่างเสียงสระธรรมดากับเสียงสระนาสิก เพราะจากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยยังไม่พบว่าม้งงานวิจัยในลักษณะนี้ในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ การศึกษาทางกลศาสตร์ของเสียงสระในงานวิจัยนี้ได้ครอบคลุมสระทุกสระในระบบสระภาษามลายูถิ่นปัตตานี ซึ่งก็คือ สระธรรมดาและสระนาสิก ค่าทางกลศาสตร์ที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติของเสียงสระ ซึ่งได้แก่ ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ ค่าระยะเวลา และค่าความเข้ม และมีการวิเคราะห์ที่แยกตามโครงสร้างพยางค์ซึ่งมีอิทธิพลต่อการออกเสียงสระ ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงเป็นงานที่ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการศึกษาเสียงสระในเชิงกลศาสตร์ทั่วไปได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ก็ยังมีจุดอ่อนอยู่ที่การเก็บข้อมูลจากผู้บอกภาษาที่เป็นกลุ่มคนอายุน้อย ซึ่งผู้วิจัยมีความคิดว่ากลุ่มคนอายุมากน่าจะรักษาภาษามลายูถิ่นปัตตานีแบบดั้งเดิมไว้ได้มากกว่า แต่เนื่องจากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มคนอายุมากมีความลำบากมาก ทั้งในเรื่องการสื่อสารที่กลุ่มคนอายุมากจะฟังและพูดภาษาไทยไม่ค่อยได้ และในเรื่องความปลอดภัยในการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลตามหมู่บ้าน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงออกแบบงานวิจัยนี้โดยเก็บข้อมูลจากผู้บอกภาษาที่เป็นกลุ่มคนอายุน้อยที่เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ซึ่งคนรุ่นใหม่จะไม่รู้จักคำศัพท์เก่า โดยเฉพาะในกรณีของสระนาสิก แม้ว่ากลุ่มคนอายุน้อยจะออกเสียงคำศัพท์ที่มีสระนาสิกอยู่บ้าง แต่ความเป็นนาสิกของเสียงสระที่ผู้วิจัยได้อินนั้นจะไม่เท่ากัน ผู้บอกภาษาบางคนออกเสียงสระนาสิกได้ชัดเจนมาก แต่บางคนออกเสียงไม่ชัดเจน และจุดอ่อนอีกประการหนึ่งคือ ผู้วิจัย

ไม่ได้ทำการทดสอบการรับรู้ทั้งเสียงสระธรรมดาและเสียงสระนาสิก จึงทำให้เกิดคำถามว่ากลุ่มคนอายุน้อยนั้น จะสามารถรับรู้และบ่งชี้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเสียงสระธรรมดา กับเสียงสระนาสิกได้หรือไม่และมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับกลุ่มคนอายุมากซึ่งยังเก็บรักษาเสียงสระนาสิกไว้

### 8.3 ข้อเสนอแนะ

8.3.1 ควรมีการศึกษาในด้านสรีรศาสตร์ของเสียงสระเดี่ยวนาสิกในภาษามลายูถิ่นปัตตานี เพื่อดูการเคลื่อนที่ของเพดานอ่อน และการเปิดช่องเพดานอ่อนในการออกเสียงสระนาสิกแต่ละสระ เพื่อจะได้นำไปเปรียบเทียบกับภาษาอื่นๆที่ได้มีการวิจัยในด้านนี้

8.3.2 ควรมีการศึกษาเสียงสระนาสิกในด้านการรับรู้ เพื่อดูว่าผู้พูดภาษามลายูถิ่นปัตตานี รุนอายุน้อยสามารถได้ยินเสียงสระนาสิกและรับรู้ได้ดีมากน้อยเพียงใด

8.3.3 ควรมีการศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อื่นๆ ที่มีระบบสระและโครงสร้างพยางค์ลักษณะเดียวกันกับภาษามลายูถิ่นปัตตานี เพื่อยืนยันลักษณะทางกลศาสตร์ที่พบว่าเป็นลักษณะสากลหรือไม่ โดยเฉพาะเรื่องค่าความเข้ม

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กุสุมา เลาะเด. 2547. การเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลาของเสียงสระกับพยัญชนะท้ายในภาษามลายูถิ่นปัตตานีที่พูดในจังหวัดปทุมธานีกับจังหวัดปัตตานี: การศึกษาทางกลศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2525. พจนานุกรมภาษามลายูท้องถิ่นปัตตานี-ไทย. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ชมนาค อินทจามรรักษ์. 2545. ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติ และการรับรู้เสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวนิธิ อยู่โพธิ์. 2532. การออกเสียงภาษามลายูด้วยอักษรโรมันและระบบเสียงในภาษามลายู. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: พี.เอ.ลีฟวิ่ง.
- นันทนา รณเกียรติ. 2548. สัทศาสตร์ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พนิดา บัวเลิศ. 2536. คำประสมในภาษามลายูถิ่นปัตตานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิสมัย อินทรฉัตร. 2527. เรียนภาษามลายูท้องถิ่นจากบทสนทนาสาธิตตามชุมชนมุสลิม. สถาบันวิจัยภาษาและวัฒนธรรมเพื่อพัฒนาชนบท มหาวิทยาลัยมหิดล.
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 2525. พจนานุกรมภาษามลายูท้องถิ่นปัตตานี-ไทย. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 2527. พจนานุกรมภาษามลายูถิ่นปัตตานี-ไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- รัตติยา สาและ. 2534. ภาษามลายูถิ่นภาคใต้ของประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รุสลัน อุทัย. 2536. การเปรียบเทียบการสร้างคำในภาษามลายูมาตรฐานและมลายูถิ่นปัตตานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุสลัน อุทัย. 2002. ท่องแดนภาษามลายูถิ่น: วรรณคดีในภาษามลายูถิ่นปัตตานี. ภูมิแล 23, 1

- วรวิทย์ บารุ และคณะ. 2551. พจนานุกรมมลายูถิ่นปัตตานี-ไทย ไทย-มลายูถิ่นปัตตานี. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปัตตานี: โรงพิมพ์มิตรภาพปัตตานี.
- สุภาพร ผลิพัฒน์. 2550. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลากับค่าความถี่ฟอร์เมนทซ์ของเสียงสระ: กรณีศึกษาภาษาม้ง เมี่ยน และมัล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนนมาศ ปุโรทกานนท์. 2549. ลักษณะทางกลศาสตร์ของสระเดี่ยวในพยางค์ลดรูปที่ปรากฏในหน่วยจังหวะประเภท 2 พยางค์ และ 3 พยางค์ในภาษาไทยกรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมร ทวีศักดิ์. 2530. ภาษามลายูถิ่นในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาลัย. ศาลาเยา.
- อัสสมิง กาแข็ง. 2544. คำยืมภาษาอาหรับในภาษามลายูถิ่นปัตตานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

#### ภาษาอังกฤษ

- Abramson, A.S. 1962. The Vowels and Tones of Standard Thai: Acoustical Measurements and Experiments. Ann Arbor: University Microfilms International.
- Abramson, A.S. 1986. Distinctive length in initial consonants: Pattani Malay. The Journal of the Acoustical Society of America 79: S27.
- Abramson, A. S. 1986. The perception of word-initial consonant length: Pattani Malay. Journal of the International Phonetic Association 16: 8-16.
- Abramson, A. S. 1987. Word-initial consonants length in Pattani Malay. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences 6: 68-70. Tallinn: Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.
- Abramson, A. S. and Ren, N. 1990. Distinctive vowel length: Duration versus spectrum on Thai. Journal of Phonetics 18: 79-92.
- Abramson, A. S. 1991. Amplitude as a cue to word-initial consonant length: Pattani Malay. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences 3: 98-101. Aix-en-Provence: Université de Provence.



- Abramson, A. S. 1998. The complex acoustic output of a single articulatory gesture: Pattani Malay word-initial consonant length. Papers from the 4<sup>th</sup> Annual Meeting of the Southeast Asian Linguistics Society 1994 1-20. Tempe, Arizona: Arizona State University Program for Southeast Asian Studies, Monograph Series Press.
- Abramson, A. S. 1999. Fundamental frequency as a cue to word-initial consonant length: Pattani Malay. Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences 591-594. Berkeley, CA: University of California Press.
- Abramson, A. S. 2001. The stability of distinctive vowel length in Thai. In M. R. Kalaya Tingsabhadh and A. S. Abramson (eds.), Essays in Tai Linguistics, pp.13-26. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Abramson, A. S. 2003. Acoustic cues to word-initial stop length in Pattani Malay. Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences (August 3-9): 387-390. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Äimä, F. 1918. Phonetik und lautlehre des Inarilappischen. Mémoires de la Société Finno-Ougrienne 42: 1-118, 43: 1-249. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Amelot, A., and Rossato, S. 2007. Velar movements for two French speakers. Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences (August 6-10): 489-492.
- Aronoff, M., and Fudeman, K. 2005. What is Morphology? 1<sup>st</sup> ed. Victoria: Blackwell.
- Aronson, L., Rosenhouse, J., Rosenhouse, G., and Podoshin, L. 1996. An acoustic analysis of modern Hebrew vowels and voiced consonants. Journal of Phonetics 24: 283-293.
- Ashby, M., and Maidment, J. 2005. Introducing Phonetic Science. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ball, M., and Rahilly, J. 1999. Phonetics: The Science of Speech. London: Arnold.
- Bishop, Nancy. 1995. A Preliminary Description of Kensiw (Maniq) Phonology. Thammasat University and the Summer Institute of Linguistics.
- Brooks, M. Z. 1968. Nasal Vowels in Contemporary Standard Polish. The Hague: Mouton. Cited in Jones, M. J. 2005. Explaining Patterns of Nasalization in Standard Polish. Department of Linguistics, University of Cambridge.

- Chen, M. 1970. Vowel length variation as a function of the voicing of the consonant environment. Phonetica 22: 129-159. Cited in Myers, S. 2005. Vowel duration and neutralization of vowel length contrasts in Kinyarwanda. Journal of Phonetics 33: 427-446.
- Cox, F. M. 1996. An Acoustic Study of Vowel Variation in Australian English. Ph. D. Dissertation, Macquarie University, Sydney, Australia.
- Cox, F. 2005. Consonant Acoustics: The Acoustic Characteristics of Nasals[On-line]. Available from: <http://www.ling.mq.edu.au/speech/acoustics/consonants/nasalweb.html>[2008, December 11]
- Chutamanee Onsuwan. 2005. Temporal Relations between Consonants and Vowels in Thai Syllables. Ph. D. Dissertation, University of Michigan.
- Daranee Krisnapan. 1985. The Phonology of Taba Malay. Unpublished Master's Thesis. Mahidol University. Cited in Paramal, Waemaaji. 1991. Long Consonants in Pattani Malay: The Result of Word and Phrase Shortening. Master's Thesis. Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Delvaux, V., Metens, Th., and Soquet, A. 2002. French nasal vowels: acoustic and articulatory properties. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP) 1: 53-56.
- De Mareüil, Ph. B., Adda-Decker, M., and Woehrling, C. 2007. Analysis of oral and nasal vowel realization in Northern and Southern French varieties. Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences (August 6-10): 2221-2224.
- Dew, D., and Jensen, P. J. 1977. Phonetic Processing: The Dynamics of Speech. Ohio: A Bell & Howell.
- Didier, D., and Bernard, T. 1997-1998. Aspects aerodynamiques et articulatoires des voyelles nasals du Français. Travaux de l'Institute de Phonétique d'Aix 18: 47-59.
- Elert, Claes-Christian. 1964. Phonologic Studies of Quantity in Swedish. Stockholm-Göteborg-Uppsala: Almqvist & Wiksell. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Engwall, O., Delvaux, V., and Metens, Th. 2006. Interspeaker variation in the articulation of nasal vowels. Proceedings of 7<sup>th</sup> International Seminar on Speech Production (ISSP).
- Fant, G. 1960. Acoustic Theory of Speech Production. 1<sup>st</sup> ed. The Hague: Mouton & Co. N.V.

- Fischer-Jørgensen, E. 1955. Om vokallaengde i dansk rigsmål. Nordisk Tidsskrift for Tale og Stemme 15: 33-56. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Flagg, E. J., Cardy, J. E. O., and Roberts, T. P.L. 2006. MEG detects neural consequences of anomalous nasalization in vowel-consonant pairs. Neuroscience Letters 397: 263-268.
- Fónagy, I. 1966. Electro-physiological and acoustic correlates of stress and stress perception. Journal of Speech and Hearing Research 9: 231-244. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Frasher, Th. M. 1962. Rusembilan: A Malay Fishing Village. New York: Cornell University Press. Cited in Paramal, Waemaaji. 1991. Long Consonants in Pattani Malay: The Result of Word and Phrase Shortening. Master's Thesis. Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Fuller, J. WH. 1988. Topic and Comment in Hmong. University of Wisconsin-Madison. Indiana University Linguistics Club.
- Galvao, M. J. C. 1998. The nasal vowels of Iberian Portuguese. Journal of the Acoustical Society of America 103: 3087.
- Gay, T. 1981. Mechanisms in the control of speech rate. Phonetica 38: 148-158. Cited in Myers, S. 2005. Vowel duration and neutralization of vowel length contrasts in Kinyarwanda. Journal of Phonetics 33: 427-446.
- Gonzalez, J. 2004. Formant frequencies and body size of speaker: A weak relationship in adult humans. Journal of Phonetics 32: 277-287.
- Hajek, J., Steven, M., and Webster, G. 2007. Vowel duration, compression and lengthening in stressed syllables in Italian. Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences (August 6-10): 1057-1060.
- Han, M. S. 1964. Studies in the Phonology of Asian Languages 2: Duration of Korean vowels. Los Angeles: University of Southern California. Cited in Maddieson, I. 1985. Phonetic cues to syllabification. In V. A. Fromkin (ed.), Phonetic Linguistics: Essays in Honor of Peter Ladefoged, pp.203-219. Florida: Academic Press.
- Haspelmath, M. 2002. Understanding Morphology. New York: Oxford University Press.

- Hawkins, S., and Stevens, K. N. 1985. Acoustic and perceptual correlates of the nasal-nonnasal distinction for vowels. Journal of the Acoustical Society of American 77: 1560-1575.  
Cited in Pickett, J. M. 1998. The Acoustics of Speech Communication. MA: Allyn and Bacon.
- Heffner, R-M. S. 1937. Notes on the length of vowels. American Speech 12: 128-134. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Heffner, R-M. S. 1969. General Phonetics. 4<sup>th</sup> ed. Wisconsin: University of Wisconsin Press.
- Hirata, Y. 2004. Effects of speaking rate on the vowel length distinction in Japanese. Journal of Phonetics 32: 565-589.
- Hombert, JM. 1987. Phonetic conditioning for the development of nasalization in Teke. Pholia 2: 85-94.
- House, A., and Fairbanks, G. 1953. The influence of consonant environment upon the secondary acoustical characteristics of vowels. Journal of the Acoustical Society of American 25: 105-113. Cited in Myers, S. 2005. Vowel duration and neutralization of vowel length contrasts in Kinyarwanda. Journal of Phonetics 33: 427-446.
- House, A. S., and Fairbanks, G. 1953. The influence of consonant environment upon the secondary acoustical characteristics of vowels. Journal of the Acoustical Society of America 25: 105-113. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- House, A. 1961. On vowel duration in English. Journal of the Acoustical Society of American 33: 1174-1178. Cited in Myers, S. 2005. Vowel duration and neutralization of vowel length contrasts in Kinyarwanda. Journal of Phonetics 33: 427-446.
- House, A. S. 1961. On vowel duration in English. Journal of the Acoustical Society of America 33: 1174-1178. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Huss, V. 1977. English word stress in post-nuclear position. Phonetica 35: 86-105. Cited in Sugahara, M. 2007. Secondary stress vowels in American English: The target undershoot of F1 and F2 formant values. Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences (August 6-10): 633-636.
- International Phonetic Association. 1982. The Principles of the International Phonetic Association. University College, London.

- International Phonetic Association. 1995. Preview of the IPA handbook. Journal of the International Phonetic Association 25: 10-12.
- International Phonetic Association. 2005. The International Phonetic Alphabet (revised to 2005)[On-line]. Available from:  
[http://www2.arts.gla.ac.uk/IPA/IPA\\_chart\\_\(C\)2005.pdf](http://www2.arts.gla.ac.uk/IPA/IPA_chart_(C)2005.pdf)[2008, December 20]
- John, H., and Rob, G. 2003. Word-initial geminates and stress in Pattani Malay. Linguistic Review 20: 79-94.
- Johnson, K. 2003. Acoustic and Auditory Phonetics. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Blackwell Publishing.
- Jones, D. 1950. The Phoneme: Its nature and use. Cambridge: Heffer. Cited in Maddieson, I. 1985. Phonetic cues to syllabification. In V. A. Fromkin (ed.), Phonetic Linguistics: Essays in Honor of Peter Ladefoged, pp.203-219. Florida: Academic Press.
- Kawasaki, H. 1986. Phonetic explanations for phonological universals: the case of distinctive vowel nasalization. In J. J. Ohala and J. J. Jaeger (eds.), Experimental Phonology, pp.81-103. Orlando FL: Academic Press. Cited in Laver, J. 1994. Principles of Phonetics. 1<sup>st</sup> ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Keating, P. A. 1985. Universal phonetics and the organization of grammars. In V. A. Fromkin (ed.), Phonetic Linguistics: Essays in Honor of Peter Ladefoged, pp.115-130. Florida: Academic Press.
- Kelm, O.R. 1989. Acoustic characteristics of oral vs. nasalized /a/ in Brazilian Portuguese: variation in vowel timbre and duration. Hispania 72: 853-861.
- Ladefoged, P. 2003. Phonetic Data Analysis: An Introduction to Fieldwork and Instrumental Technique. 1<sup>st</sup> ed. Oxford: Blackwell.
- Ladefoged, P. 2000. A Course in Phonetics. 4<sup>th</sup> ed. MA: Thomson Wadsworth.
- Lahiri, A., and Hankamer, J. 1988. The timing of geminate consonants. Journal of Phonetics 16: 327-338. Cited in Ohala, M., and Ohala, J. J. 1992. Phonetic universals and Hindi segment duration. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP) 831-834.
- Lehiste, I., and Ivić, P. 1963. Accent in Serbo-Croatian: An experimental study. Michigan Slavic Materials 4. Ann Arbor: University of Michigan. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.



- Lehiste, I. 1970. Suprasegmentals. Cambridge: MIT Press. Cited in Myers, S. 2005. Vowel duration and neutralization of vowel length contrasts in Kinyarwanda. Journal of Phonetics 33: 427-446.
- Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lindblom, B., Lyberg, B., and Holmgren, K. 1981. Durational Patterns of Swedish Phonology: Do They Reflect Short-term Memory Processes? Bloomington: Indiana University Linguistics Club. Cited in Myers, S. 2005. Vowel duration and neutralization of vowel length contrasts in Kinyarwanda. Journal of Phonetics 33: 427-446.
- Lovatto, L., Amelot, A., Crevier-Buchman, L., Basset, P., and Vaissière, J. 2007. A fiberoptic analysis of nasal vowels in Brazilian Portuguese. Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences (August 6-10): 549-552.
- Maack, A. 1949. Die spezifische Lautdauer deutscher Sonanten. Zeitschrift für Phonetik 3: 190-232. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Maddieson, I. 1982. Further studies on vowel length before aspirated consonants. Working Papers in Phonetics (UCLA) 38: 82-90. Cited in Ohala, M., and Ohala, J. J. 1992. Phonetic universals and Hindi segment duration. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP) 831-834.
- Maddieson, I. 1985. Phonetic cues to syllabification. In V. A. Fromkin (ed.), Phonetic Linguistics: Essays in Honor of Peter Ladefoged, pp.203-219. Florida: Academic Press.
- Maeda, Shinji. 1993. Acoustics of vowel nasalization and articulatory shifts in French nasal vowels. Phonetics and Phonology 5: 147-167. Cited in Takeuchi, K., and Arai, T. n.d. The Strategy for the Production of French Nasal Vowel in Japanese Students: Observation of the Articulation Which Brings F1 Change[On-line]. Available from: [http://www.phon.ucl.ac.uk/ptlc/proceedings/ptlcpaper\\_25e.pdf](http://www.phon.ucl.ac.uk/ptlc/proceedings/ptlcpaper_25e.pdf)[2008, October 2]
- Magen, H., and Blumstein, S. 1993. Effects of speaking rate on the vowel length distinction in Korean. Journal of Phonetics 21: 387-409. Cited in Myers, S. 2005. Vowel duration and neutralization of vowel length contrasts in Kinyarwanda. Journal of Phonetics 33: 427-446.
- Metz, D. E., et al. 2006. Effect of syllable-initial voicing on vowel duration during simultaneous communication. Journal of Communication Disorders 39: 192-199.
- Myers, S. 2005. Vowel duration and neutralization of vowel length contrasts in Kinyarwanda. Journal of Phonetics 33: 427-446.

- Navarro Tomás, T. 1916. Cantidad de las vocales accentuadas. Revista de Filología Española 3: 387-408. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Nawanit Yupho. 1989. Consonant clusters and stress rules in Pattani Malay. Mon—Khmers Studies 15: 125-137.
- Ohala, M., and Ohala, J. J. 1992. Phonetic universals and Hindi segment duration. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP) 831-834.
- Okobi, T. 2006. Acoustic Correlates of Word Stress in American English. Ph. D. Dissertation, MIT. Cited in Sugahara, M. 2007. Secondary stress vowels in American English: The target undershoot of F1 and F2 formant values. Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences (August 6-10): 633-636.
- Paramal, Waemaaji. 1991. Long Consonants in Pattani Malay: The Result of Word and Phrase Shortening. Master's Thesis. Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Peterson, G. E., and Lehiste, I. 1960. Duration of syllable nuclei in English. Journal of the Acoustical Society of America 32: 693-703. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Prapai Ninlapan. 1993. Expressives in Pattani Malay. Master's Thesis. Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Phanintra Teeranon. 2007. The plausibility of tonal evolution in the Malay dialect spoken in Thailand: evidence from an acoustic study. Taiwan Journal of Linguistics 5.2: 45-64.
- Phaiboon Duangchand. 1984. A Phonological Description of the Kansiw Language (A Sakai Dialect). Master of Arts. Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Pickett, J. M. 1998. The Acoustics of Speech Communication. MA: Allyn and Bacon.
- Podesva, R. J., and Adisasmito-Smith, N. 1999. Acoustic investigation of the vowel systems of Buginese and Toba Batak. Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences (August 1-7): 535-538.
- Phongthep Bunrueng. 1990. A Phonological Study of Tha-it Malay, Pakkret District, Nonthaburi Province. Master's Thesis. Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Raja, B. A. 2006. Recognition of Nasalized and Non-nasalized Vowels. Speech Communication Lab, Department of Electronic and Computer Engineering, University of Maryland.

- Riaz, M. Kh. n.d. Synthesis of Oral and Nasal Vowels of Urdu. Center of Research in Urdu Language Processing (CRULP) National University of Computer and Emerging Sciences.
- Rietveld, T., Kerkhoff, J., and Gussenhoven, C. 2004. Word prosodic structure and vowel duration in Dutch. Journal of Phonetics 32: 349-371.
- Rungpat Roengpitya. 2001. A Study of Vowels, Diphthongs, and Tones in Thai. Ph. D. dissertation, University of California, Berkeley.
- Schuh, R. G. 1978. Bade/Ngizim vowels and syllable structure. Studies in African Linguistics 9: 247-283. Cited in Ohala, M., and Ohala, J. J. 1992. Phonetic universals and Hindi segment duration. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP) 831-834.
- Stevens, K. N. 2000. Acoustic Phonetics. 1<sup>st</sup> ed. MA: MIT Press.
- Takeuchi, K., and Arai, T. n.d. The Strategy for the Production of French Nasal Vowel in Japanese Students: Observation of the Articulation Which Brings F1 Change[On-line]. Available from: [http://www.phon.ucl.ac.uk/ptlc/proceedings/ptlcpaper\\_25e.pdf](http://www.phon.ucl.ac.uk/ptlc/proceedings/ptlcpaper_25e.pdf)[2008, October 2]
- Tarnóczy, T. 1965. Can the problem of automatic speech recognition be solved by analysis alone? Rapports du 5<sup>e</sup> Congrès International d' Acoustique. Volume II, Conférences générales (Liège: D. E. Commins), pp.371-387. Cited in Lehiste, I. 1979. Suprasegmentals. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Thawika Raiwong. 1990. A Phonological Study of Pathumthani Malay. Master's Thesis. Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Theraphan L. Thongkum. 1988. Phonation types in Mon-Khmer languages. In Osamu Fujimura (ed.), Vocal Fold Physiology 2: Voice Production, Mechanisms and Functions, pp.319-333. New York: Raven Press.
- Theraphan L. Thongkum. 1989. An acoustic study of the register complex in Kui (Suai). Mon-Khmer Studies 15: 1-19.
- Theraphan L. Thongkum. 1991. An instrumental study of Chong registers. In J. H. C. S. Davidson (ed.), Austroasiatic Languages: Essays in Honour of H. L. Shorto, pp.141-160. London: SOAS.

- Theraphan L. Thongkum. 1998. Another look at the register distinction in Mon. In Cholticha Bamroongraks et al. (eds.), Proceedings of the International Symposium on Languages and Linguistics, pp.22-49. Bangkok: Thammasat University.
- Umeda, N. 1975. Vowel duration in American English. Journal of the Acoustical Society of America 58: 434-445. Cited in Pickett, J. M. 1998. The Acoustics of Speech Communication. MA: Allyn and Bacon.
- Wiik, K. 1965. Finnish and English vowels. Turku: University of Turku. Cited in Maddieson, I. 1985. Phonetic cues to syllabification. In V. A. Fromkin (ed.), Phonetic Linguistics: Essays in Honor of Peter Ladefoged, pp.203-219. Florida: Academic Press.
- Whalen, D. H., and Beddor, P. S. 1989. Connections between nasality and vowel duration and height: Elucidation of the Eastern Algonquian intrusive nasal. Language 65: 457-486. Cited in Shosted, R. K. 2008. The Acoustics of Voiceless Nasal Vowels. Department of Linguistics, University of Illinois.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ภาคผนวก ก

## รายการคำตัวอย่างสำรอง

รายการคำตัวอย่างสำรองของสระเดี่ยวธรรมดาและสระเดี่ยวนาสิก

สระ	พยางค์ปิด		พยางค์เปิด	
	คำตัวอย่าง	ความหมาย	คำตัวอย่าง	ความหมาย
/e/	[pipeʔ]	นกหวีด	[kate:]	เตียง
/ɛ/	[gəleʔ]	จักจี้		
/ə/	[pətɪ:]	กล่อง		
	[təpɪ:]	ริม ขอบ		
	[kətə:]	ต้น		
	[kətɛ:]	ปู		
	[kətə:]	กระโถน		
/a/	[dəkaʔ]	ไถลี้		
/ã/	[jəmaʔãʔ]	วันศุกร์		
	[təʔãʔ]	เชื้อฟิง, ซื่อสัตย์		
/u/	[jəpuʔ]	หีบ		
	[sɪpuʔ]	หอยทาก		
/o/			[dapo:]	คร้ว
			[puko:]	ถ่ายรูป
/ɔ/	[bəkɔʔ]	บวม		
/ɔ̃/	[rəkɔ̃ʔ]	การก้มตัวให้มือถึงหัวเข่า ซึ่งเป็นท่าหนึ่งของการ ละหมาด		

## ภาคผนวก ข

## ค่าความถี่ฟอร์เมนท

## ผู้บอกภาษาคนที่ 1 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนท (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	320.15	312.07	324.88	328.97	340.05	320.39	317.13	318.67	340.42
		F2	2399.65	2400.64	2383.10	2260.00	2392.03	2404.45	2394.22	2431.02	2388.80
		F3	3046.93	3123.33	3035.15	2963.86	3010.59	3036.44	3085.90	3123.08	3011.82
	[i:]	F1	306.26	313.41	298.76	300.95	315.27	326.14	311.95	308.44	317.07
		F2	2382.64	2367.83	2444.98	2540.49	2468.44	2335.54	2430.45	2383.18	2431.42
		F3	3126.12	3076.65	3216.63	3181.84	3004.63	2961.27	3069.47	3118.09	3077.71
/e/	[e]	F1	383.03	388.75	410.84	381.73	387.86	384.46	396.89	386.12	424.98
		F2	2256.38	2268.49	2123.46	2223.35	2185.02	2316.38	2217.78	2295.12	2215.08
		F3	2970.66	2826.16	2891.56	2792.05	2900.14	2907.71	2961.68	3051.18	2913.82
	[e:]	F1	402.47	366.26	404.24	398.48	407.70	366.73	408.57	379.25	404.80
		F2	2083.55	2335.15	2143.69	2225.81	2230.25	2416.13	2294.68	2386.17	2231.41
		F3	2835.52	2823.40	2796.03	2871.96	2900.23	2800.63	2982.21	2811.95	2916.18
/ɛ/	[ɛ]	F1	643.94	575.44	618.82	623.47	569.49	628.57	569.38	623.93	627.27
		F2	1903.43	2119.02	1910.51	1862.15	2093.98	1961.57	2078.90	1966.90	1874.26
		F3	2665.09	2721.91	2692.56	2685.29	2737.67	2707.02	2699.80	2703.57	2737.16
	[ɛ:]	F1	584.99	571.19	545.46	558.49	558.50	571.30	531.08	551.97	529.99
		F2	1936.11	2006.07	1941.73	1960.04	1967.64	1995.35	1950.32	1976.17	2032.74
		F3	2670.73	2646.33	2795.07	2688.96	2731.05	2567.60	2579.74	2776.78	2820.51
/ə/	[ə]	F1	567.17	534.71	561.26	492.80	479.04	491.06	552.60	507.79	487.96
			461.77	494.95	519.75	535.34	543.17	530.33	544.23	481.81	540.03
		F2	1848.75	1460.67	1524.47	1449.00	1751.31	1565.09	1164.18	1443.01	1476.43
			1437.03	1481.77	1492.75	1403.23	1518.39	1217.82	1221.89	1819.76	1585.17
		F3	2452.96	2768.10	2817.44	2782.09	2582.47	2564.22	2387.35	2751.76	2735.53
			2793.67	2787.42	2505.49	2907.76	2818.00	2398.10	2388.18	2518.85	2554.71
/a/	[a]	F1	791.68	790.75	778.96	754.85	747.42	794.61	768.86	751.59	782.66
		F2	1420.51	1602.66	1563.13	1588.44	1514.99	1485.67	1586.69	1508.74	1466.43
		F3	2545.97	2452.55	2336.92	2367.65	2385.06	2537.26	2432.52	2356.63	2542.87
	[a:]	F1	735.07	760.07	732.01	737.55	719.44	731.28	746.01	756.16	723.33
		F2	1530.41	1510.23	1534.25	1578.10	1544.64	1561.37	1557.24	1558.60	1576.13
		F3	2408.12	2456.18	2314.55	2342.86	2417.13	2435.51	2357.76	2433.85	2546.67

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ (เฮิร์ตซ์)									
/น/	[น]	F1	349.43	338.63	336.68	349.26	353.75	354.84	350.63	352.99	349.77
		F2	795.98	822.75	1102.46	806.27	761.87	1126.85	804.08	840.70	1188.07
		F3	2763.01	2649.43	2575.78	2640.78	2741.04	2582.42	2733.59	2705.42	2568.86
	[น:]	F1	337.69	341.57	334.02	358.45	362.13	332.24	343.57	337.52	328.07
		F2	858.78	1016.84	1006.04	883.36	1115.75	1000.06	831.86	1020.54	1032.44
		F3	2679.88	2551.01	2577.82	2614.31	2822.52	2566.70	2652.68	2641.85	2571.51
/อ/	[อ]	F1	464.04	418.67	410.40	457.28	420.97	427.09	403.58	443.99	436.99
		F2	1252.52	1165.01	977.57	1241.14	1025.95	1167.37	1052.42	1208.25	1239.36
		F3	2516.31	2567.51	2541.40	2560.72	2560.54	2573.36	2591.20	2574.23	2596.61
	[อ:]	F1	419.61	428.33	418.50	429.84	432.84	416.40	428.15	409.45	405.73
		F2	944.14	1007.76	839.46	971.72	1016.08	810.26	982.41	1023.36	915.73
		F3	2636.34	2492.84	2767.44	2584.11	2579.40	2816.72	2606.34	2542.82	2593.54
/อ/	[อ]	F1	670.56	665.48	681.91	654.48	653.29	650.40	647.37	650.06	620.72
		F2	945.38	1166.98	1106.91	1151.74	1002.86	1193.86	1175.31	1150.69	1030.18
		F3	2902.65	2615.05	2688.76	2590.99	2707.74	2630.09	2633.52	2470.37	2652.64
	[อ:]	F1	589.99	564.53	585.87	594.40	589.66	575.63	597.64	574.40	586.12
		F2	1100.27	974.96	1081.80	1077.81	1117.46	964.32	1123.72	973.24	1159.70
		F3	2615.79	2823.61	2645.33	2654.96	2604.59	2834.89	2573.27	2606.58	2594.68

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 1 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	429.46	506.99	431.81	439.48	465.33	453.85	408.26	500.32	560.67
		F2	2247.63	2152.15	2383.33	2202.89	2186.21	2189.88	2343.72	2207.71	2128.59
		F3	2918.87	2809.22	2821.07	2835.39	2894.95	2787.31	2960.19	2865.96	2800.33
	[เ้:]	F1	361.18	349.42	431.34	430.70	440.18	413.81	445.13	425.30	392.88
		F2	2404.74	2315.99	2320.77	2340.46	2295.78	2347.30	2317.92	2328.40	2298.87
		F3	3021.15	2938.81	2957.30	2926.27	2822.40	2864.14	2834.08	2791.17	2891.13
/เ้า/	[เ้า]	F1	735.26	804.92	825.96	804.16	825.03	719.99	731.01	805.04	828.78
		F2	1436.88	1553.86	1539.10	1552.74	1540.99	1424.05	1426.15	1551.74	1533.92
		F3	2798.85	2816.84	2772.72	2815.37	2771.41	2714.56	2738.00	2816.22	2781.70
	[เ้า:]	F1	712.86	689.41	692.93	726.10	677.86	712.79	678.99	659.05	693.69
		F2	1412.72	1555.89	1554.30	1617.18	1556.50	1445.62	1525.16	1552.39	1455.71
		F3	2662.52	2545.25	2557.69	2825.37	2802.85	2871.20	2826.57	2499.84	2963.73
/เึ้/	[เึ้]	F1	357.80	456.69	429.38	366.36	385.06	379.14	363.62	367.23	366.24
		F2	1156.47	1018.37	1014.38	1032.76	1126.77	1186.31	1012.65	1026.64	1075.14
		F3	2542.67	2471.63	2492.89	2614.53	2614.54	2567.12	2558.58	2600.25	2544.26
/เือ้/	[เือ้]	F1	675.61	656.36	691.39	735.28	691.59	634.37	737.54	679.87	686.16
		F2	1057.79	1043.49	1066.59	1153.18	1079.51	1061.15	1017.75	1055.34	1075.22
		F3	2408.38	2652.66	2899.55	3073.46	2867.76	2725.97	2718.16	2758.61	2795.30
	[เือ้:]	F1	678.47	653.21	649.92	676.90	662.76	785.13	648.23	677.73	815.12
		F2	1074.50	1055.88	1115.18	1110.69	1109.40	1042.26	1052.24	1111.59	1039.48
		F3	2764.32	2840.31	2753.15	2794.79	2545.98	2978.25	2837.86	2823.55	3020.03

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 2 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	322.12	349.30	329.24	317.96	320.58	329.89	356.28	329.29	327.86
		F2	2440.83	2368.23	2469.01	2590.49	2435.26	2497.71	2460.81	2586.63	2569.14
		F3	3083.04	3008.61	3019.05	3118.83	3100.11	3086.03	2960.73	3216.62	3075.06
	[i:]	F1	340.32	316.15	315.84	319.24	310.85	319.35	316.62	305.84	318.27
		F2	2470.17	2395.32	2463.42	2540.16	2515.72	2494.45	2498.35	2540.51	2514.92
		F3	3138.17	2798.74	3126.71	3143.10	3101.43	3093.99	3084.75	3067.03	3183.28
/e/	[e]	F1	387.38	382.98	401.88	391.65	381.27	424.46	410.64	429.07	430.05
		F2	2267.92	2300.35	2176.27	2272.52	2400.92	2311.20	2266.61	2319.19	2297.99
		F3	2944.94	2846.32	2627.83	2819.93	2941.39	3018.99	2843.21	2859.13	2984.01
	[e:]	F1	357.69	342.80	364.16	345.64	348.81	352.10	377.56	343.76	341.86
		F2	2247.34	2316.21	2249.18	2237.48	2248.33	2368.60	2289.95	2364.35	2273.70
		F3	2913.68	2876.95	2976.97	3007.16	2991.63	2935.51	2986.24	2888.83	2930.62
/ɛ/	[ɛ]	F1	632.91	520.83	607.43	629.21	566.98	644.91	605.77	638.87	615.50
		F2	1972.88	2217.32	1941.89	1953.80	2088.30	1999.00	2085.16	1992.13	1931.48
		F3	2725.85	2748.42	2910.00	3003.29	2766.35	2826.26	2786.60	2703.82	2868.99
	[ɛ:]	F1	505.78	469.85	525.75	532.86	548.41	469.35	486.70	545.70	566.15
		F2	2104.23	2199.21	2046.43	2098.81	2123.43	2153.63	2163.19	2077.41	2031.55
		F3	2808.06	2801.23	2811.47	2548.33	2897.97	2906.27	2715.17	2790.87	2919.46
/ə/	[ə]	F1	495.08	549.36	519.66	615.26	462.59	577.12	594.04	562.37	478.56
			471.63	466.44	440.53	468.44	561.30	524.77	484.27	501.68	427.96
		F2	1790.22	1460.59	1440.56	1391.52	1614.97	1446.91	1438.63	1348.46	1713.47
			1398.53	1624.77	1507.97	1597.17	1379.22	1498.30	1059.96	1793.04	1588.13
		F3	2782.56	3210.26	3288.08	3057.75	2816.80	3106.51	2991.91	3055.19	2812.24
			3410.86	2796.17	2790.96	2625.47	3010.69	2996.30	2810.78	2756.28	2803.09
/a/	[a]	F1	839.33	817.12	816.56	763.64	841.91	839.69	826.28	816.90	859.37
		F2	1521.37	1592.01	1594.35	1584.49	1595.64	1445.50	1604.01	1545.72	1457.77
		F3	2733.33	2520.37	2496.14	2667.62	2683.87	2721.80	2715.29	2447.41	2669.22
	[a:]	F1	789.61	766.65	800.48	805.60	807.93	794.39	795.83	775.63	781.77
		F2	1550.49	1525.40	1496.17	1537.42	1534.93	1563.44	1527.48	1525.17	1528.87
		F3	2811.78	2724.62	2494.53	2591.40	2701.30	2755.94	2498.54	2626.77	2669.44



สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิร์ตซ์)									
/u/	[u]	F1	353.26	342.76	344.92	360.68	348.86	346.03	347.93	353.82	351.19
		F2	748.99	769.59	991.06	778.46	793.60	1066.13	781.38	728.40	997.71
		F3	3204.30	3222.07	2869.96	3123.98	3193.58	2881.77	3122.38	3067.69	2833.03
	[u:]	F1	316.34	311.83	336.76	319.10	325.32	336.70	315.36	326.64	313.76
		F2	927.79	951.18	1063.35	881.81	1005.37	999.68	894.61	966.61	936.84
		F3	2839.75	2852.36	2858.88	2978.92	2911.20	2976.16	2943.80	2874.44	2842.90
/o/	[o]	F1	458.51	416.68	394.36	405.44	397.33	415.19	428.42	457.88	455.06
		F2	1215.79	1206.50	868.19	950.54	964.77	1116.23	994.43	1012.83	1274.51
		F3	2745.21	2734.88	2936.13	2930.16	2956.65	2784.76	2884.97	2955.91	2739.95
	[o:]	F1	389.48	391.87	395.02	405.72	370.16	370.44	380.93	380.74	395.62
		F2	950.55	951.77	1009.31	931.11	956.84	899.25	948.63	970.89	814.48
		F3	2923.89	3050.45	2838.77	2912.96	2908.16	2986.28	3018.86	2982.13	3020.98
/ɔ/	[ɔ]	F1	662.19	624.84	624.26	638.70	633.80	642.68	637.78	594.26	659.94
		F2	1110.38	1132.89	1143.25	1199.27	1218.39	1176.76	1160.24	1129.77	1166.91
		F3	3016.34	2802.72	2772.92	2884.36	2843.78	3051.01	2959.42	2909.70	3013.20
	[ɔ:]	F1	540.13	517.67	533.56	550.05	545.58	500.17	534.93	520.02	571.10
		F2	1177.64	1193.01	1125.96	1100.49	1161.65	1054.58	1233.64	1043.28	1146.81
		F3	2786.12	2796.64	2864.21	3035.86	2806.85	2896.02	2772.35	2990.70	3007.68

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 2 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	497.70	496.93	374.29	373.26	484.83	590.34	504.43	512.74	543.11
		F2	2241.16	2371.67	2626.44	2653.20	2307.66	2256.62	2428.69	2361.50	2282.59
		F3	2635.71	2898.14	3108.87	2899.38	2747.06	2835.95	2945.90	2987.84	2912.12
	[เ้:]	F1	378.08	427.30	527.96	505.57	500.38	551.98	512.39	473.39	498.75
		F2	2353.77	2393.67	2441.89	2479.11	2453.69	2341.62	2400.12	2435.58	2284.35
		F3	2600.28	2826.66	2862.92	2965.11	2974.94	2930.03	2899.21	2856.57	2893.18
/เ้า/	[เ้า]	F1	770.81	800.96	736.54	729.28	754.86	719.26	800.55	849.27	768.27
		F2	1693.67	1658.24	1601.14	1605.49	1603.62	1625.47	1539.39	1677.17	1588.92
		F3	2576.86	2945.95	2655.32	2639.33	3094.40	3125.40	2931.31	2582.84	2947.16
	[เ้า:]	F1	667.89	786.21	666.98	588.83	627.18	707.78	758.83	741.80	791.98
		F2	1641.17	1587.97	1725.47	1746.57	1598.27	1734.77	1672.91	1714.10	1621.63
		F3	2715.07	2973.13	3027.00	2995.44	2724.48	3155.04	3075.70	3011.65	2858.31
/นุ้/	[นุ้]	F1	417.27	432.92	394.70	385.39	389.28	364.71	397.93	407.80	537.85
		F2	990.11	1067.20	965.70	1007.37	985.47	950.13	804.75	758.93	1017.34
		F3	2862.81	2707.11	2760.08	2944.78	3113.93	3226.69	2656.15	2578.02	2907.15
/อึ/	[อึ]	F1	528.90	616.32	512.66	625.94	413.07	650.11	506.69	427.36	544.68
		F2	834.32	999.36	819.90	886.23	850.31	949.95	808.08	845.43	845.45
		F3	2687.22	2657.10	2710.61	3079.13	2554.20	3195.79	2699.55	2541.34	2706.56
	[อึ:]	F1	578.67	424.12	609.56	692.58	570.62	423.72	691.27	572.37	612.23
		F2	888.96	872.56	964.49	950.44	737.17	875.28	949.91	889.59	958.44
		F3	2798.56	3235.86	2771.96	3125.62	2651.46	3225.59	3111.55	2802.77	2757.36

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 3 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	322.12	349.30	329.24	317.96	320.58	329.89	356.28	329.29	327.86
		F2	2440.83	2368.23	2469.01	2590.49	2435.26	2497.71	2460.81	2586.63	2569.14
		F3	3083.04	3008.61	3019.05	3118.83	3100.11	3086.03	2960.73	3216.62	3075.06
	[i:]	F1	340.32	316.15	315.84	319.24	310.85	319.35	316.62	305.84	318.27
		F2	2470.17	2395.32	2463.42	2540.16	2515.72	2494.45	2498.35	2540.51	2514.92
		F3	3138.17	2798.74	3126.71	3143.10	3101.43	3093.99	3084.75	3067.03	3183.28
/e/	[e]	F1	387.38	382.98	401.88	391.65	381.27	424.46	410.64	429.07	430.05
		F2	2267.92	2300.35	2176.27	2272.52	2400.92	2311.20	2266.61	2319.19	2297.99
		F3	2944.94	2846.32	2627.83	2819.93	2941.39	3018.99	2843.21	2859.13	2984.01
	[e:]	F1	357.69	342.80	364.16	345.64	348.81	352.10	377.56	343.76	341.86
		F2	2247.34	2316.21	2249.18	2237.48	2248.33	2368.60	2289.95	2364.35	2273.70
		F3	2913.68	2876.95	2976.97	3007.16	2991.63	2935.51	2986.24	2888.83	2930.62
/ɛ/	[ɛ]	F1	632.91	520.83	607.43	629.21	566.98	644.91	605.77	638.87	615.50
		F2	1972.88	2217.32	1941.89	1953.80	2088.30	1999.00	2085.16	1992.13	1931.48
		F3	2725.85	2748.42	2910.00	3003.29	2766.35	2826.26	2786.60	2703.82	2868.99
	[ɛ:]	F1	505.78	469.85	525.75	532.86	548.41	469.35	486.70	545.70	566.15
		F2	2104.23	2199.21	2046.43	2098.81	2123.43	2153.63	2163.19	2077.41	2031.55
		F3	2808.06	2801.23	2811.47	2548.33	2897.97	2906.27	2715.17	2790.87	2919.46
/ə/	[ə]	F1	495.08	549.36	519.66	615.26	462.59	577.12	594.04	562.37	478.56
			471.63	466.44	440.53	468.44	561.30	524.77	484.27	501.68	427.96
		F2	1790.22	1460.59	1440.56	1391.52	1614.97	1446.91	1438.63	1348.46	1713.47
			1398.53	1624.77	1507.97	1597.17	1379.22	1498.30	1059.96	1793.04	1588.13
		F3	2782.56	3210.26	3288.08	3057.75	2816.80	3106.51	2991.91	3055.19	2812.24
			3410.86	2796.17	2790.96	2625.47	3010.69	2996.30	2810.78	2756.28	2803.09
/a/	[a]	F1	839.33	817.12	816.56	763.64	841.91	839.69	826.28	816.90	859.37
		F2	1521.37	1592.01	1594.35	1584.49	1595.64	1445.50	1604.01	1545.72	1457.77
		F3	2733.33	2520.37	2496.14	2667.62	2683.87	2721.80	2715.29	2447.41	2669.22
	[a:]	F1	789.61	766.65	800.48	805.60	807.93	794.39	795.83	775.63	781.77
		F2	1550.49	1525.40	1496.17	1537.42	1534.93	1563.44	1527.48	1525.17	1528.87
		F3	2811.78	2724.62	2494.53	2591.40	2701.30	2755.94	2498.54	2626.77	2669.44

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิร์ตซ์)									
/u/	[u]	F1	353.26	342.76	344.92	360.68	348.86	346.03	347.93	353.82	351.19
		F2	748.99	769.59	991.06	778.46	793.60	1066.13	781.38	728.40	997.71
		F3	3204.30	3222.07	2869.96	3123.98	3193.58	2881.77	3122.38	3067.69	2833.03
	[u:]	F1	316.34	311.83	336.76	319.10	325.32	336.70	315.36	326.64	313.76
		F2	927.79	951.18	1063.35	881.81	1005.37	999.68	894.61	966.61	936.84
		F3	2839.75	2852.36	2858.88	2978.92	2911.20	2976.16	2943.80	2874.44	2842.90
/o/	[o]	F1	458.51	416.68	394.36	405.44	397.33	415.19	428.42	457.88	455.06
		F2	1215.79	1206.50	868.19	950.54	964.77	1116.23	994.43	1012.83	1274.51
		F3	2745.21	2734.88	2936.13	2930.16	2956.65	2784.76	2884.97	2955.91	2739.95
	[o:]	F1	389.48	391.87	395.02	405.72	370.16	370.44	380.93	380.74	395.62
		F2	950.55	951.77	1009.31	931.11	956.84	899.25	948.63	970.89	814.48
		F3	2923.89	3050.45	2838.77	2912.96	2908.16	2986.28	3018.86	2982.13	3020.98
/ɔ/	[ɔ]	F1	662.19	624.84	624.26	638.70	633.80	642.68	637.78	594.26	659.94
		F2	1110.38	1132.89	1143.25	1199.27	1218.39	1176.76	1160.24	1129.77	1166.91
		F3	3016.34	2802.72	2772.92	2884.36	2843.78	3051.01	2959.42	2909.70	3013.20
	[ɔ:]	F1	540.13	517.67	533.56	550.05	545.58	500.17	534.93	520.02	571.10
		F2	1177.64	1193.01	1125.96	1100.49	1161.65	1054.58	1233.64	1043.28	1146.81
		F3	2786.12	2796.64	2864.21	3035.86	2806.85	2896.02	2772.35	2990.70	3007.68

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 3 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	497.70	496.93	374.29	373.26	484.83	590.34	504.43	512.74	543.11
		F2	2241.16	2371.67	2626.44	2653.20	2307.66	2256.62	2428.69	2361.50	2282.59
		F3	2635.71	2898.14	3108.87	2899.38	2747.06	2835.95	2945.90	2987.84	2912.12
	[เ้:]	F1	378.08	427.30	527.96	505.57	500.38	551.98	512.39	473.39	498.75
		F2	2353.77	2393.67	2441.89	2479.11	2453.69	2341.62	2400.12	2435.58	2284.35
		F3	2600.28	2826.66	2862.92	2965.11	2974.94	2930.03	2899.21	2856.57	2893.18
/เ้า/	[เ้า]	F1	770.81	800.96	736.54	729.28	754.86	719.26	800.55	849.27	768.27
		F2	1693.67	1658.24	1601.14	1605.49	1603.62	1625.47	1539.39	1677.17	1588.92
		F3	2576.86	2945.95	2655.32	2639.33	3094.40	3125.40	2931.31	2582.84	2947.16
	[เ้า:]	F1	667.89	786.21	666.98	588.83	627.18	707.78	758.83	741.80	791.98
		F2	1641.17	1587.97	1725.47	1746.57	1598.27	1734.77	1672.91	1714.10	1621.63
		F3	2715.07	2973.13	3027.00	2995.44	2724.48	3155.04	3075.70	3011.65	2858.31
/เึ/	[เึ]	F1	417.27	432.92	394.70	385.39	389.28	364.71	397.93	407.80	537.85
		F2	990.11	1067.20	965.70	1007.37	985.47	950.13	804.75	758.93	1017.34
		F3	2862.81	2707.11	2760.08	2944.78	3113.93	3226.69	2656.15	2578.02	2907.15
/เือ/	[เือ]	F1	528.90	616.32	512.66	625.94	413.07	650.11	506.69	427.36	544.68
		F2	834.32	999.36	819.90	886.23	850.31	949.95	808.08	845.43	845.45
		F3	2687.22	2657.10	2710.61	3079.13	2554.20	3195.79	2699.55	2541.34	2706.56
	[เือ:]	F1	578.67	424.12	609.56	692.58	570.62	423.72	691.27	572.37	612.23
		F2	888.96	872.56	964.49	950.44	737.17	875.28	949.91	889.59	958.44
		F3	2798.56	3235.86	2771.96	3125.62	2651.46	3225.59	3111.55	2802.77	2757.36

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผู้บอกภาษาคนที่ 4 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	319.76	324.01	379.99	332.93	318.70	323.52	323.34	324.60	322.92
		F2	2168.01	2147.53	2205.90	2190.38	2394.13	2205.33	2224.72	2319.70	2232.73
		F3	3109.86	3001.58	2901.27	2901.21	3125.77	2921.42	3065.30	2840.72	2966.24
	[i:]	F1	294.16	314.73	291.44	296.05	301.48	310.62	300.62	303.77	308.13
		F2	2162.77	2077.25	2256.80	2268.67	2270.74	2435.25	2337.71	2354.53	2281.45
		F3	2939.83	2962.57	2870.17	3023.33	3113.61	3306.69	3363.38	3199.85	3154.16
/e/	[e]	F1	406.94	409.81	407.65	417.25	422.01	400.84	409.34	421.47	436.25
		F2	2041.04	1979.76	1941.22	2089.09	1989.97	2052.29	2149.52	2095.33	1941.45
		F3	2681.17	2668.94	2602.87	2505.22	2561.82	2724.35	2599.17	2689.11	2596.70
	[e:]	F1	363.25	382.84	363.62	380.33	387.75	379.52	387.84	378.84	357.87
		F2	2123.59	2075.32	1998.51	1989.80	2035.50	2089.94	2107.97	1989.28	2106.96
		F3	2648.72	2656.73	2542.99	2691.88	2660.95	2601.71	2617.02	2566.02	2611.38
/ɛ/	[ɛ]	F1	584.33	549.11	555.88	567.25	575.51	541.97	578.88	537.49	577.13
		F2	1758.02	1821.65	1908.09	1724.98	1744.85	1804.41	1706.44	1828.44	1685.85
		F3	2478.38	2424.97	2589.02	2396.03	2360.84	2218.88	2443.60	2414.93	2486.46
	[ɛ:]	F1	501.38	480.38	473.06	484.57	482.22	457.33	476.58	498.92	458.93
		F2	1783.58	1857.31	1845.17	1809.27	1765.71	1910.72	1791.23	1852.22	1905.45
		F3	2402.06	2476.16	2478.68	2475.83	2454.97	2529.89	2498.05	2473.02	2453.55
/ə/	[ə]	F1	445.46	443.40	445.29	479.85	429.11	431.19	478.62	449.69	487.44
			470.45	476.20	491.33	518.30	441.69	525.67	466.90	445.56	406.70
		F2	1478.43	1249.27	1542.67	1280.91	1501.49	1536.52	1131.99	1225.43	1279.28
			1029.81	1247.49	1652.03	1343.98	1549.42	1329.66	1523.09	1608.85	1531.98
		F3	2051.19	2414.31	2157.54	2231.48	2060.04	2249.26	2056.06	2325.26	2296.00
			2144.53	2286.63	2403.84	2439.40	2053.59	2735.82	1942.35	2108.10	2057.63
/a/	[a]	F1	657.94	661.95	651.69	687.13	693.36	701.86	678.67	665.23	694.87
		F2	1322.11	1360.84	1551.89	1498.40	1501.35	1334.31	1534.50	1498.31	1353.88
		F3	2295.54	2199.52	2446.54	2122.01	2047.81	2134.15	2101.09	2220.79	2222.27
	[a:]	F1	641.67	624.47	664.94	697.55	647.12	680.19	613.32	669.17	634.90
		F2	1406.13	1411.39	1409.54	1475.15	1503.27	1383.99	1403.38	1419.89	1390.43
		F3	2400.49	2068.63	2322.51	2296.04	2099.44	2224.18	2044.58	2424.10	2302.28

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิร์ตซ์)									
/u/	[u]	F1	372.00	363.17	369.12	369.54	356.58	345.66	351.08	358.13	363.00
		F2	764.46	738.12	964.45	723.96	784.38	1061.65	774.93	796.36	1025.78
		F3	2423.23	2762.56	2402.99	2752.42	2628.31	2510.68	2654.77	2634.23	2471.63
	[u:]	F1	359.96	359.03	355.41	354.18	339.96	335.64	325.36	339.74	367.22
		F2	1077.22	1028.39	812.87	924.36	777.34	944.55	921.34	800.48	883.65
		F3	2375.40	2368.21	2470.08	2379.89	2512.67	2591.72	2543.73	2512.49	2386.99
/o/	[o]	F1	410.48	437.96	417.12	440.27	411.58	433.24	416.56	433.49	431.41
		F2	992.49	1033.99	914.63	1101.99	896.95	1155.32	949.36	1093.19	1087.89
		F3	2288.61	2288.33	2375.17	2382.05	2510.89	2449.95	2519.44	2420.64	2453.03
	[o:]	F1	387.79	388.40	416.51	411.24	375.04	386.41	396.46	383.73	389.06
		F2	860.79	767.45	752.26	902.07	736.86	751.66	897.01	825.66	792.40
		F3	2289.87	2451.55	2355.00	2477.92	2780.15	2641.63	2379.43	2622.11	2802.42
/ɔ/	[ɔ]	F1	563.79	536.16	551.92	571.31	532.59	551.49	543.73	545.40	526.77
		F2	1028.20	871.86	1005.05	1112.77	945.48	1032.39	1076.61	1063.75	949.29
		F3	2441.43	2522.09	2325.17	2447.91	2599.23	2393.54	2146.89	2309.73	2446.28
	[ɔ:]	F1	483.57	472.76	509.97	509.67	487.33	471.88	476.40	453.11	495.14
		F2	1009.57	912.83	910.30	1021.58	1026.45	928.33	977.38	917.12	947.11
		F3	2245.64	2248.55	2372.53	2551.66	2246.47	2426.68	2312.32	2326.49	2322.88

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 4 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	454.59	417.51	448.49	413.18	488.44	507.38	487.68	490.84	422.23
		F2	1850.46	2002.56	1894.82	1864.21	1813.62	1846.68	1781.84	1803.32	1854.85
		F3	2486.89	2566.35	2547.07	2422.28	2509.34	2481.86	2505.86	2493.03	2503.63
	[เ้:]	F1	340.36	426.02	415.60	437.31	427.52	455.01	438.52	338.45	403.71
		F2	1908.21	1849.02	1922.31	1880.65	2067.90	1931.25	2043.76	2050.77	1845.36
		F3	2537.07	2602.07	2576.10	2627.47	2632.12	2570.26	2649.19	2601.27	2600.09
/เ้า/	[เ้า]	F1	588.33	559.70	516.40	538.86	559.03	602.77	567.88	585.31	597.93
		F2	1535.05	1492.07	1387.10	1298.39	1371.93	1485.07	1530.33	1473.14	1454.36
		F3	2544.78	2269.13	2382.54	2495.34	2278.47	2389.74	2423.25	2335.30	2254.58
	[เ้า:]	F1	463.05	491.16	464.87	416.12	553.65	542.75	543.02	478.79	429.44
		F2	1556.12	1485.26	1556.99	1609.64	1456.98	1449.52	1370.85	1444.23	1471.71
		F3	2562.38	2232.83	2210.57	2273.74	2469.98	2414.72	2065.07	2190.48	2033.07
/นุ้/	[นุ้]	F1	378.88	354.16	353.71	381.17	361.84	397.65	344.39	371.24	367.66
		F2	918.22	900.02	1008.60	835.23	952.02	861.67	840.99	841.12	926.04
		F3	2430.09	2214.56	2420.00	2373.09	2461.06	2263.07	2382.13	2429.13	2274.27
/อึ/	[อึ]	F1	478.92	511.40	486.18	458.84	478.01	457.79	452.58	507.44	474.22
		F2	1021.40	1021.25	945.78	965.86	968.37	1045.52	956.11	1001.99	948.92
		F3	2350.55	2524.10	2345.48	2275.98	2323.91	2394.37	2383.73	2642.58	2590.88
	[อึ:]	F1	383.66	396.21	442.25	406.17	384.48	346.58	392.50	372.34	385.44
		F2	865.40	885.12	898.46	841.74	835.80	877.63	872.20	924.59	889.99
		F3	2292.06	2245.16	2298.22	2302.57	2312.62	2299.38	2225.49	2332.24	2290.75

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 5 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	392.37	334.77	345.96	348.19	369.25	345.37	379.30	350.23	341.11
		F2	2330.41	2286.77	2308.52	2340.24	2272.00	2285.47	2344.90	2263.44	2251.14
		F3	3189.35	3008.04	2906.05	3046.72	2880.49	2971.90	3071.57	2951.44	2928.03
	[i:]	F1	324.57	322.57	327.71	326.98	317.23	316.20	327.39	328.58	326.70
		F2	2297.17	2251.15	2278.55	2318.97	2297.16	2254.64	2134.19	2258.60	2251.13
		F3	3026.27	2871.18	2822.46	2866.66	2993.92	2987.81	3020.80	2890.84	2943.67
/e/	[e]	F1	500.90	507.88	491.85	502.56	476.23	526.82	511.77	449.56	502.59
		F2	2175.21	2159.69	2170.03	2143.05	2131.79	2086.44	1945.24	2116.83	2115.06
		F3	2929.99	2851.95	2881.74	2840.36	2716.00	2771.33	2716.01	2793.21	2954.17
	[e:]	F1	452.87	476.52	463.12	462.90	490.48	452.78	493.56	455.41	473.73
		F2	2169.93	2069.76	2015.94	2248.96	2047.10	2060.30	2110.32	2104.58	2084.92
		F3	2810.39	2641.44	2754.01	2827.00	2795.86	2743.19	2944.00	2774.21	2828.35
/ɛ/	[ɛ]	F1	733.66	759.69	643.21	727.72	715.76	661.31	630.18	747.30	705.52
		F2	1820.69	1719.37	1972.61	1936.59	1858.91	1934.87	1968.29	1828.64	1805.01
		F3	2594.15	2566.43	2747.40	2708.01	2663.86	2752.56	2798.12	2672.68	2597.76
	[ɛ:]	F1	607.99	519.32	622.76	599.06	627.72	588.90	613.45	630.81	632.67
		F2	1925.12	1977.99	1962.67	1893.27	1944.29	2063.92	1896.88	1863.34	1774.30
		F3	2664.30	2772.95	2749.43	2531.34	2851.50	2705.09	2716.96	2618.36	2670.71
/ə/	[ə]	F1	531.46	565.90	531.14	505.99	462.63	496.65	471.04	550.74	510.68
			512.26	533.63	451.98	517.88	511.58	564.22	528.88	573.05	525.15
		F2	1716.44	1543.44	1450.62	1545.43	1452.81	1549.66	1506.15	1470.88	1525.50
			1504.05	1076.11	1593.07	1620.56	1676.31	980.32	1594.29	1101.03	1616.64
		F3	2597.55	2654.52	2682.23	2663.55	2947.87	2779.35	2686.59	2638.16	2750.56
			2554.88	2454.14	2783.21	2779.57	2806.69	2627.17	2769.02	2534.74	2639.34
/a/	[a]	F1	872.11	868.58	889.11	854.04	799.38	841.06	810.47	782.21	862.27
		F2	1543.45	1473.65	1438.88	1540.08	1537.37	1610.74	1461.54	1544.46	1444.38
		F3	2577.79	2484.37	2514.39	2354.06	2354.42	2578.28	2511.09	2619.46	2553.80
	[a:]	F1	709.43	770.17	771.39	728.58	733.08	752.79	741.38	732.35	760.85
		F2	1738.28	1581.39	1602.57	1492.03	1629.54	1594.97	1489.07	1580.71	1506.63
		F3	2779.84	2965.04	2481.02	2383.02	2756.51	2505.06	2471.00	2438.12	2620.91

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/u/	[u]	F1	344.22	350.75	336.58	354.82	340.35	356.68	359.07	346.70	361.84
		F2	813.58	793.26	777.55	821.67	1230.99	756.77	763.90	1107.56	741.79
		F3	2956.85	2881.16	2804.32	2964.56	2735.68	3007.05	2919.51	2836.13	3049.95
	[u:]	F1	371.58	351.57	335.92	336.50	351.36	333.13	335.74	353.17	332.62
		F2	1093.68	1071.33	1235.48	1001.89	1024.77	1144.25	949.04	986.15	1244.18
		F3	2811.23	2730.02	2775.96	2709.69	2776.67	2805.10	2806.05	2930.65	2743.20
/o/	[o]	F1	506.90	516.60	485.95	463.24	526.46	514.96	484.25	550.88	539.41
		F2	1296.58	1235.03	1137.24	1115.52	1243.48	1127.57	1300.84	1254.80	1321.63
		F3	2805.57	2753.61	2671.20	2685.22	2665.00	2773.42	2717.24	2777.21	2797.74
	[o:]	F1	461.38	471.01	485.92	486.79	452.24	450.73	499.52	482.07	467.75
		F2	1232.51	1029.90	1273.32	1220.91	1157.80	1021.84	1157.50	1231.49	1047.38
		F3	2807.60	2857.25	2740.21	2705.21	2779.63	2881.44	2771.27	2749.79	2885.71
/ɔ/	[ɔ]	F1	712.71	687.72	728.36	730.36	703.64	701.47	722.63	760.06	726.16
		F2	1338.61	1209.75	1284.06	1269.37	1202.13	1253.16	1243.30	1250.96	1184.42
		F3	2546.67	2591.65	2513.68	2411.73	2531.83	2495.81	2593.57	2471.91	2565.59
	[ɔ:]	F1	631.05	609.23	641.12	638.09	628.84	593.97	642.91	606.46	640.43
		F2	1400.99	1118.09	1277.73	1243.48	1345.87	1221.73	1346.84	1167.49	1247.08
		F3	2617.04	2566.59	2577.76	2667.96	2435.39	2569.11	2595.57	2669.80	2543.58

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผู้บอกภาษาคนที่ 5 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	515.45	581.65	539.85	483.72	594.13	603.95	503.04	549.72	573.68
		F2	2233.00	2212.60	2294.64	2282.12	2217.39	2181.21	2202.66	2260.77	2332.23
		F3	2833.82	2834.40	2871.26	2893.05	2875.01	2864.07	2842.48	2772.74	2955.95
	[เ้:]	F1	467.88	479.71	507.56	533.46	504.26	507.92	517.42	472.26	539.33
		F2	2280.72	2264.85	2149.40	2164.66	2134.90	2131.60	2180.64	2093.16	2244.92
		F3	2922.60	2965.63	2766.50	2810.56	2836.53	2886.21	2866.62	2809.28	2855.96
/เ้/	[เ้]	F1	757.65	733.97	745.75	732.18	739.99	751.47	740.15	780.12	747.84
		F2	1517.77	1721.83	1619.33	1691.23	1677.48	1526.56	1474.09	1561.68	1664.36
		F3	2953.77	3010.59	3076.29	3133.19	3209.90	2709.99	2598.86	2783.11	3009.65
	[เ้:]	F1	744.19	775.97	727.03	781.53	785.59	684.50	636.39	708.88	649.62
		F2	1590.36	1752.43	1651.20	1449.26	1598.61	1620.52	1686.20	1678.41	1667.46
		F3	2829.95	2967.80	2935.89	2370.50	2427.72	2942.00	2945.57	3095.72	3071.87
/นุ้/	[นุ้]	F1	348.18	366.93	347.81	347.42	372.72	341.28	378.73	353.54	355.73
		F2	1149.80	1138.52	1101.50	1039.99	1109.99	985.48	1110.76	993.42	1076.74
		F3	2732.29	2880.09	2828.44	2839.92	2719.15	2966.36	2808.34	2816.76	2853.04
/อึ/	[อึ]	F1	682.21	665.95	630.18	641.99	633.76	721.86	674.03	690.89	678.09
		F2	1261.56	1227.66	1213.92	1237.11	1137.14	1251.07	1258.99	1182.19	1183.06
		F3	2813.46	2871.14	2935.41	2954.39	2605.06	2744.73	3128.78	2939.31	2691.88
	[อึ:]	F1	590.50	591.83	629.44	614.70	650.82	579.24	643.13	592.97	588.01
		F2	969.66	1087.86	1051.40	1058.54	1074.96	1108.03	1169.02	1112.23	1117.92
		F3	2762.59	2878.89	2989.50	3002.51	3013.93	2885.00	3091.45	2920.65	2933.99

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 6 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	296.09	302.41	281.82	300.84	300.60	297.27	308.85	298.10	309.35
		F2	2109.33	2099.86	2159.42	2148.47	2219.97	2189.41	2217.33	2286.78	2159.21
		F3	3098.41	2982.42	3021.26	3128.50	3045.45	3095.60	3103.18	3174.92	2905.63
	[i:]	F1	282.35	328.08	292.62	278.41	284.97	269.90	273.38	287.17	292.90
		F2	2066.79	2247.29	2259.92	2222.55	2301.93	2214.70	2220.59	2190.83	2245.76
		F3	2945.33	2869.10	3004.97	2961.12	3083.42	3182.99	3132.34	3111.66	3186.20
/e/	[e]	F1	400.18	412.50	418.22	410.87	385.51	376.25	385.90	391.41	383.39
		F2	2017.42	2104.77	2214.89	2176.02	2153.36	2149.01	2102.52	2116.35	2206.40
		F3	2725.32	2796.76	2834.24	2737.05	2776.94	2769.70	2718.56	2796.65	2810.00
	[e:]	F1	386.85	395.05	400.31	351.53	407.52	373.03	384.23	358.45	396.31
		F2	2096.67	2127.26	2079.80	2108.26	2075.13	2120.71	2133.21	2160.65	2075.51
		F3	2819.41	2701.49	2647.46	2783.02	2676.29	2667.74	2737.84	2854.01	2783.62
/ɛ/	[ɛ]	F1	578.68	584.11	500.81	635.86	631.46	563.88	507.69	576.96	568.88
		F2	1922.28	1874.64	1954.85	1889.99	1837.53	1925.37	2033.28	1918.81	1852.73
		F3	2482.83	2317.50	2417.07	2452.69	2337.60	2329.38	2482.25	2442.45	2399.27
	[ɛ:]	F1	452.58	558.61	466.65	504.01	484.31	456.02	435.68	526.45	494.84
		F2	1999.07	1995.08	2036.05	2002.71	1963.89	2064.41	2034.18	2016.51	1935.48
		F3	2460.74	2379.13	2571.74	2736.63	2483.30	2543.43	2490.74	2487.57	2438.99
/ə/	[ə]	F1	528.10	533.61	517.01	553.00	506.93	473.01	444.30	445.88	574.64
			480.61	494.79	507.47	403.82	493.14	478.47	454.85	530.99	523.25
		F2	1555.85	1373.11	1351.18	1251.76	1397.96	1231.37	987.87	1212.52	1265.55
			1266.14	1397.43	1508.19	1538.92	1262.77	1355.04	1005.59	1158.66	1459.37
		F3	2146.73	2269.65	2502.48	2187.95	2172.98	2246.51	2102.71	2369.28	2244.78
			2458.55	2424.25	2187.00	2525.73	2356.84	2354.36	2052.42	2266.31	2437.10
/a/	[a]	F1	772.32	780.76	783.05	743.25	684.88	792.70	752.10	809.08	779.34
		F2	1394.54	1341.35	1373.46	1477.88	1455.65	1571.39	1499.07	1378.24	1412.70
		F3	2223.90	2186.98	2065.65	2098.65	2364.18	2322.33	2245.67	2284.77	2192.34
	[a:]	F1	751.52	688.48	649.92	746.10	705.86	733.50	649.53	723.26	704.00
		F2	1417.09	1353.84	1436.07	1513.77	1345.48	1391.06	1471.20	1408.12	1384.57
		F3	2190.98	2232.03	2011.20	2178.63	2219.55	2270.96	2100.91	2188.94	2202.04

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิร์ตซ์)									
/u/	[u]	F1	370.70	350.00	343.58	352.66	370.07	361.29	371.62	339.07	351.26
		F2	829.65	985.04	729.70	1006.14	985.93	664.40	1025.70	968.05	773.54
		F3	2537.87	2602.04	2523.00	2434.37	2547.35	2669.61	2759.36	2478.55	2687.10
	[u:]	F1	327.00	335.83	310.47	326.63	345.67	306.12	323.58	350.91	347.21
		F2	745.58	903.79	815.05	809.94	858.10	870.71	735.97	890.17	894.08
		F3	2476.98	2464.23	2447.34	2452.26	2722.69	2500.64	2434.76	2345.61	2422.77
/o/	[o]	F1	444.45	435.21	442.34	452.63	435.98	440.45	422.53	454.51	417.31
		F2	1021.96	1046.71	1063.27	909.52	826.70	1059.37	885.71	1060.66	1106.50
		F3	2486.75	2441.58	2379.38	2671.34	2363.31	2421.02	2368.89	2406.42	2563.56
	[o:]	F1	392.99	397.65	413.39	417.37	410.08	414.44	417.43	395.76	423.64
		F2	836.06	797.54	772.03	841.63	906.15	766.43	814.89	882.53	828.92
		F3	2608.60	2459.44	2373.57	2603.86	2653.62	2562.47	2438.83	2335.05	2504.41
/ɔ/	[ɔ]	F1	639.11	597.65	608.31	577.27	644.66	659.46	653.47	626.19	592.73
		F2	1060.09	1076.76	1010.94	908.17	1082.02	1143.35	967.36	1111.73	937.06
		F3	2559.88	2402.50	2534.26	2307.56	2620.04	2570.80	2744.64	2481.27	2166.51
	[ɔ:]	F1	553.78	511.78	499.83	573.42	611.50	532.77	520.65	508.86	550.26
		F2	1007.28	1001.80	928.05	1035.78	986.17	941.48	1013.11	914.51	993.62
		F3	2458.54	2245.96	2117.16	2794.50	2413.91	2318.48	2339.32	2356.79	2328.47

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 6 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	577.91	539.67	539.62	540.63	494.44	548.70	508.69	444.83	530.65
		F2	2100.04	2142.52	2261.41	2167.37	2202.10	2171.53	2187.34	2306.39	2124.13
		F3	2509.60	2680.76	2742.08	2552.37	2763.97	2593.78	2660.52	2729.47	2591.98
	[เ้:]	F1	427.45	357.61	335.00	411.00	414.48	431.96	359.76	610.33	367.07
		F2	2341.49	2261.58	2265.47	2228.29	2170.98	2251.92	2414.25	2119.68	2358.97
		F3	2939.97	2803.23	2761.47	2796.61	2647.52	2956.57	3018.66	2929.59	2936.78
/เ้า/	[เ้า]	F1	790.18	698.78	745.68	772.53	739.71	725.11	697.53	652.22	755.02
		F2	1391.44	1451.68	1461.79	1441.55	1399.38	1418.34	1520.50	1444.96	1441.75
		F3	2394.44	2364.92	2630.71	2359.14	2464.72	2582.98	2424.67	2461.88	2655.85
	[เ้า:]	F1	654.91	677.90	668.12	651.27	606.63	670.89	641.39	701.40	678.55
		F2	1370.21	1579.27	1644.65	1427.67	1434.88	1478.37	1378.03	1545.79	1416.95
		F3	2284.81	2325.25	2296.30	2333.16	2316.33	2196.32	2184.21	2494.89	2258.09
/นุ้/	[นุ้]	F1	460.60	573.74	476.13	447.93	455.89	540.48	516.73	451.78	491.11
		F2	1101.41	1131.17	1054.03	1130.73	930.38	1196.26	1234.93	851.89	1116.85
		F3	2766.22	3032.02	2780.04	2524.11	2576.29	2578.41	2815.50	2552.90	3053.52
/อึ/	[อึ]	F1	675.27	648.54	670.57	691.89	702.84	715.71	615.90	652.59	710.68
		F2	1126.82	1002.07	1012.96	1062.15	989.65	990.92	869.94	916.97	939.39
		F3	2469.27	2650.07	2469.65	2939.32	2517.23	2613.83	2357.92	2488.89	2446.24
	[อึ:]	F1	653.39	590.03	638.08	653.95	653.34	589.14	582.87	647.10	653.65
		F2	761.89	1021.21	803.99	754.66	875.12	1015.34	1033.73	753.52	761.98
		F3	2626.48	3061.76	2551.88	2579.26	2534.66	3080.15	2814.51	2578.46	2626.68

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 7 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	348.87	340.90	287.77	330.66	290.74	311.04	337.31	332.80	322.62
		F2	2411.55	2393.28	2378.85	2460.04	2398.03	2373.73	2427.36	2347.64	2482.63
		F3	2845.31	2959.87	2924.90	3009.01	3012.02	2928.66	2912.63	3049.92	2770.05
	[i:]	F1	289.62	328.18	309.09	324.41	296.43	320.17	305.02	333.53	314.62
		F2	2355.99	2439.85	2524.97	2461.45	2539.34	2439.46	2465.90	2422.51	2438.47
		F3	3220.72	3210.44	3149.92	3113.05	3451.02	3052.92	2890.33	2933.72	3105.40
/e/	[e]	F1	440.97	405.16	424.25	452.54	435.04	395.75	402.55	426.62	422.09
		F2	2240.02	2311.95	2210.58	2177.23	2258.90	2220.15	2311.27	2163.98	2176.64
		F3	2935.72	2751.20	2664.82	2804.63	2778.43	2833.16	2752.25	2781.63	2849.99
	[e:]	F1	356.99	350.88	380.50	413.04	392.43	362.22	389.51	353.53	373.44
		F2	2262.54	2388.77	2282.94	2184.83	2220.98	2432.84	2266.37	2445.37	2397.29
		F3	2911.28	2951.51	2800.15	2787.20	2800.74	2796.29	2776.69	2974.80	3061.62
/ɛ/	[ɛ]	F1	545.39	661.96	579.99	636.99	580.57	597.39	635.21	610.83	649.99
		F2	1928.94	1851.78	1847.94	1872.35	1846.98	1967.00	1880.95	1910.06	1791.96
		F3	2726.61	2641.48	2691.45	2594.16	2686.24	2662.86	2625.77	2706.09	2673.25
	[ɛ:]	F1	594.36	509.89	523.17	612.58	589.01	598.09	571.37	500.00	598.63
		F2	1889.80	2079.15	2061.13	2015.93	2041.24	1934.39	2155.32	2272.41	1977.14
		F3	2570.74	2627.98	2668.27	2804.71	2763.32	2698.61	2759.16	2871.11	2777.00
/ə/	[ə]	F1	503.54	429.01	458.03	526.27	519.42	496.19	494.27	524.15	512.20
			526.81	480.28	525.03	506.50	539.39	478.67	488.75	522.44	486.57
		F2	1515.29	1167.39	1250.16	1280.99	1540.21	1482.39	1272.78	1385.26	1412.90
			1247.86	1597.84	1473.84	1178.71	1199.02	1316.61	1281.86	1579.00	1430.39
		F3	2597.07	2720.06	2793.17	2617.24	2620.64	2638.64	2486.98	2788.50	2833.55
			2706.89	2603.80	2601.86	2718.21	2488.24	2802.82	2580.29	2688.98	2587.82
/a/	[a]	F1	688.82	751.23	804.93	683.71	736.51	719.30	718.27	743.72	809.27
		F2	1504.86	1612.61	1609.42	1664.97	1518.51	1374.84	1599.17	1594.72	1394.55
		F3	2531.03	2577.49	2420.77	2337.88	2528.55	2592.84	2298.61	2499.21	2423.08
	[a:]	F1	720.41	763.53	739.19	710.25	781.33	721.59	754.80	798.51	768.28
		F2	1523.49	1525.64	1621.90	1613.55	1550.03	1548.37	1615.62	1555.43	1568.08
		F3	2721.31	2458.66	2378.93	2454.94	2578.27	2597.86	2371.48	2445.39	2573.75



สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิร์ตซ์)									
/u/	[u]	F1	401.82	374.37	362.77	414.33	355.53	384.36	381.03	366.01	349.05
		F2	860.49	714.84	925.89	806.68	724.76	924.55	790.88	737.50	859.58
		F3	2834.72	2889.60	2782.34	2790.37	2893.05	2864.12	2688.30	2913.40	2796.23
	[u:]	F1	371.67	357.15	355.02	362.19	345.59	375.26	368.50	368.25	350.99
		F2	802.34	888.58	880.85	905.61	910.31	928.60	820.90	1002.44	997.46
		F3	2854.42	2794.89	2733.22	2835.87	2662.82	2845.05	2808.60	2816.21	2824.35
/o/	[o]	F1	470.35	469.10	467.52	521.71	456.62	456.82	453.00	490.59	458.42
		F2	1058.13	1072.85	905.38	1047.63	827.15	1015.06	892.54	1050.60	1092.31
		F3	2730.30	2848.35	2730.63	2653.03	2892.49	2933.10	2889.11	2814.08	2841.11
	[o:]	F1	426.58	477.97	451.08	448.89	428.85	441.41	417.41	428.10	403.31
		F2	899.76	878.58	862.23	967.83	859.84	789.74	837.15	828.53	753.47
		F3	2891.81	2818.65	2856.40	2722.49	2786.48	2828.00	2974.03	2823.96	2896.02
/ɔ/	[ɔ]	F1	677.44	649.43	678.96	642.57	700.66	693.34	695.74	671.44	640.20
		F2	1055.78	1015.39	1114.88	1073.16	978.79	1162.17	1124.07	1108.12	1023.06
		F3	2801.70	2579.29	2484.44	2673.65	2858.60	2695.59	2696.89	2768.14	2569.31
	[ɔ:]	F1	587.43	604.68	631.56	603.51	634.58	624.39	617.42	608.30	618.66
		F2	1062.93	1064.92	1078.95	1026.16	1107.07	1075.56	1090.26	1066.43	1110.59
		F3	2690.14	2602.19	2772.25	2709.33	2565.87	2938.72	2754.91	2653.77	2711.58

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 7 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	533.68	560.46	509.52	527.72	541.99	460.29	441.15	413.28	540.85
		F2	2181.01	2189.37	2060.70	2206.68	1943.54	2284.84	2209.20	2324.04	2094.75
		F3	2729.55	2727.03	2810.80	2708.62	2740.64	2829.31	2781.22	2821.13	2721.65
	[เ้:]	F1	438.36	392.93	354.80	429.55	458.48	459.41	405.09	489.58	355.87
		F2	2320.66	2363.02	2270.24	2349.85	2423.57	2335.04	2333.94	2297.60	2388.88
		F3	2856.63	2833.67	2720.66	2737.81	2973.57	2892.72	2816.82	2993.84	2902.67
/เ้า/	[เ้า]	F1	700.32	595.65	578.08	497.47	720.04	701.22	916.57	646.15	701.92
		F2	1544.74	1542.79	1748.16	1486.97	1573.22	1488.06	1578.87	1674.16	1562.87
		F3	2839.84	2770.48	2551.75	2716.02	2694.91	2034.18	2685.07	2847.54	2578.56
	[เ้า:]	F1	649.11	666.59	740.24	693.75	561.82	827.29	692.65	695.82	678.14
		F2	1614.49	1609.78	1476.66	1542.76	1444.21	1574.72	1683.99	1540.89	1448.11
		F3	2471.23	2610.08	2523.73	2659.41	2293.21	2663.93	2506.34	2662.03	2583.84
/นุ้/	[นุ้]	F1	450.26	408.56	452.18	480.36	449.73	346.81	356.66	452.58	458.01
		F2	872.09	757.75	889.83	1099.51	898.24	964.85	740.54	984.73	850.40
		F3	2713.14	2615.64	2591.43	2853.37	3018.10	2674.76	2592.68	2974.98	2530.32
/อึ/	[อึ]	F1	654.20	637.92	613.40	529.06	644.64	593.68	602.99	587.84	565.38
		F2	1009.54	937.38	971.99	901.44	936.42	913.73	931.90	1037.24	940.96
		F3	2411.70	2831.94	2744.65	2839.90	2752.71	2812.55	2941.82	2568.14	2219.17
	[อึ:]	F1	621.08	458.12	584.08	508.95	561.84	584.13	603.30	528.14	579.82
		F2	952.45	823.37	794.44	844.56	890.71	870.60	776.81	882.51	857.09
		F3	2817.28	2886.00	3132.21	2781.25	3047.52	2749.24	2910.32	2562.76	2727.66

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 8 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	379.76	386.70	389.29	387.84	410.58	398.95	360.10	383.74	356.13
		F2	2282.65	2189.88	2180.36	2204.43	2111.58	2172.75	2267.68	2213.35	2276.33
		F3	2874.48	3035.22	2876.03	2845.64	2927.00	2939.92	3046.95	3107.16	3217.07
	[i:]	F1	380.93	401.65	360.42	380.32	388.51	380.95	393.17	389.96	381.34
		F2	2191.53	2217.53	2282.38	2110.02	2124.97	2132.55	2204.69	2222.60	2198.82
		F3	2994.32	2960.01	3090.09	2869.14	3058.68	2984.59	3060.01	2933.53	2975.78
/e/	[e]	F1	435.46	443.89	447.39	438.26	425.86	442.41	429.92	437.46	433.12
		F2	2161.90	2144.34	2131.46	2132.00	2151.40	2141.56	2162.66	2095.99	2171.48
		F3	2901.48	2681.14	2829.64	2761.43	2795.29	2920.72	2746.54	2831.29	3008.72
	[e:]	F1	447.95	422.85	453.70	425.36	446.18	407.25	439.36	419.07	436.95
		F2	2125.63	2183.03	2046.98	2078.08	2021.25	2232.78	2122.83	2171.84	2088.63
		F3	2879.72	2813.78	2865.32	2902.60	2819.04	2851.01	2771.26	2776.51	2948.29
/ɛ/	[ɛ]	F1	648.21	578.21	634.51	619.88	617.33	641.27	593.55	629.84	636.77
		F2	1950.19	2141.99	1924.15	1875.97	1950.21	1886.62	2092.47	1998.09	1872.75
		F3	2691.37	2749.07	2761.37	2811.26	2737.61	2694.48	2793.97	2735.18	2768.51
	[ɛ:]	F1	576.38	570.57	587.05	567.03	584.71	547.03	533.16	574.09	595.63
		F2	1975.56	2037.55	1945.99	1924.93	1943.87	2071.23	2000.66	1917.96	1844.21
		F3	2716.18	2758.58	2773.83	2717.04	2835.45	2815.18	2692.47	2642.65	2724.42
/ə/	[ə]	F1	544.63	551.88	482.86	579.55	524.88	545.84	563.82	542.66	571.46
			505.21	546.27	537.08	548.04	517.13	555.09	567.54	528.72	541.02
		F2	1773.41	1413.78	1522.12	1454.37	1692.86	1641.10	1165.14	1398.00	1429.26
			1567.62	1425.19	1679.51	1368.39	1495.99	1201.73	1204.20	1536.13	1567.01
		F3	2714.78	2922.37	2905.68	2921.20	2652.39	2700.85	2670.54	2867.20	2699.88
			2686.38	2831.11	2746.23	2886.86	2836.40	2770.67	2750.85	2744.59	2757.24
/a/	[a]	F1	821.72	793.17	804.56	803.61	826.85	846.60	756.78	790.22	835.25
		F2	1427.54	1529.44	1504.56	1555.58	1520.66	1451.30	1477.25	1529.52	1468.46
		F3	2680.57	2614.03	2640.33	2643.07	2682.62	2801.99	2653.04	2680.03	2646.21
	[a:]	F1	751.87	776.87	777.32	765.09	781.31	765.01	728.69	778.47	743.33
		F2	1516.49	1550.00	1508.01	1468.76	1548.78	1481.73	1528.45	1517.60	1523.51
		F3	2605.69	2603.85	2707.24	2774.20	2707.52	2628.00	2541.55	2638.58	2567.79

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิร์ตซ์)									
/u/	[u]	F1	427.10	440.21	422.94	411.15	408.97	409.87	409.71	403.03	397.30
		F2	920.35	836.35	1138.53	818.17	862.30	1040.10	841.98	780.03	1044.46
		F3	2755.82	2898.96	2692.77	2723.50	2800.85	2628.62	2712.61	2713.41	2643.37
	[u:]	F1	410.48	405.20	411.17	407.49	403.16	415.20	414.93	413.44	416.20
		F2	893.93	1060.19	1094.43	855.91	1040.50	1056.97	853.32	1009.36	1014.29
		F3	2821.60	2639.87	2584.43	2811.72	2632.74	2677.78	2700.26	2663.11	2702.70
/o/	[o]	F1	485.27	452.26	440.34	470.93	447.51	460.58	432.17	486.79	447.87
		F2	1114.56	1077.67	936.11	1107.98	981.94	1055.77	980.23	1101.63	1096.59
		F3	2760.06	2678.18	2808.07	2737.15	2783.95	2722.30	2757.86	2637.76	2662.02
	[o:]	F1	443.49	450.19	450.63	444.61	431.32	462.52	437.47	445.66	434.32
		F2	912.10	994.97	900.66	972.10	889.64	979.37	969.09	914.52	868.13
		F3	2796.76	2793.80	2883.67	2808.01	2789.57	2830.25	2803.29	2702.61	2748.52
/ɔ/	[ɔ]	F1	620.40	619.55	617.65	615.86	639.76	620.15	612.89	622.00	592.55
		F2	1180.08	1105.59	1137.94	1183.12	1064.41	1123.54	1137.51	1062.21	1054.01
		F3	2853.19	2893.71	2883.27	2852.66	2998.08	2858.44	2905.50	2906.77	2955.82
	[ɔ:]	F1	593.33	596.01	600.22	591.60	574.32	558.83	576.38	572.03	563.64
		F2	1210.23	1234.78	1171.14	1118.74	1233.39	1104.04	1188.99	1076.94	1146.09
		F3	2788.35	2818.19	2880.93	2909.26	2712.97	2795.42	2670.85	2685.99	2842.25

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 8 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	545.58	540.25	535.05	526.07	536.73	538.89	561.81	551.06	580.41
		F2	2072.45	2017.57	2090.05	2175.98	2066.28	2062.09	2067.07	2019.21	1913.11
		F3	2771.46	2653.01	2749.33	2750.63	2738.79	2756.95	2719.47	2717.50	2691.80
	[เ้:]	F1	527.48	536.91	539.01	559.18	538.39	550.67	540.63	521.24	530.65
		F2	2073.83	2083.96	2034.58	2078.24	2046.83	2021.31	2074.18	2121.89	2050.42
		F3	2693.38	2594.77	2755.67	2764.81	2746.67	2723.65	2763.01	2767.23	2720.89
/เ้า/	[เ้า]	F1	740.04	704.22	777.03	785.82	736.11	726.39	675.69	760.62	723.65
		F2	1531.44	1439.66	1545.27	1550.13	1469.98	1474.43	1476.53	1562.89	1456.51
		F3	2813.26	2785.52	2635.95	2829.77	2697.22	2613.28	2715.66	2689.36	2737.81
	[เ้า:]	F1	747.98	691.63	713.04	623.76	683.27	734.42	728.29	657.27	696.52
		F2	1437.81	1562.55	1456.68	1656.44	1498.05	1432.35	1549.82	1441.26	1572.28
		F3	2786.07	2655.13	2702.48	2727.15	2696.10	2836.69	2734.62	2769.28	2613.61
/เึ้/	[เึ้]	F1	428.34	425.40	430.93	435.12	423.20	430.15	430.34	422.03	415.23
		F2	971.76	1035.09	971.25	957.05	903.13	981.88	991.36	951.91	960.87
		F3	2908.20	2772.41	2859.78	2722.38	2805.76	2806.77	2785.24	2775.94	2780.73
/เือ้/	[เือ้]	F1	559.80	533.92	544.29	542.37	560.01	540.57	577.04	544.33	551.43
		F2	1183.74	1078.85	1154.86	1142.40	1137.87	1079.58	1257.21	1175.53	1099.60
		F3	2861.88	2932.19	2937.09	2985.24	2846.16	2988.70	2855.23	2954.14	2855.90
	[เือ้:]	F1	555.90	545.66	574.12	559.76	567.68	562.33	535.89	566.11	544.72
		F2	1107.96	1125.94	1114.01	1151.15	1090.35	1097.13	1075.41	1077.97	1107.73
		F3	3083.83	3012.92	3067.44	2936.05	3028.74	2979.31	3033.77	3038.81	2936.24

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผู้บอกภาษาคนที่ 9 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	325.95	323.84	305.30	317.80	344.37	326.04	307.50	335.37	331.11
		F2	2451.68	2364.28	2554.72	2491.17	2541.75	2378.10	2636.89	2471.77	2534.60
		F3	3317.98	3334.77	3361.59	3398.58	3374.42	3305.76	3475.67	3368.31	3475.85
	[i:]	F1	363.52	365.79	365.26	362.47	325.87	336.03	330.22	374.79	367.31
		F2	2461.10	2318.49	2512.47	2291.79	2287.72	2396.98	2184.56	2312.32	2341.79
		F3	3250.10	3377.45	3386.23	3248.08	3194.14	3210.91	3079.08	3244.34	3386.93
/e/	[e]	F1	434.36	422.53	412.50	420.63	421.71	434.52	426.40	414.81	428.22
		F2	2324.28	2347.93	2305.14	2226.73	2374.92	2273.42	2363.94	2321.32	2345.65
		F3	3133.20	3203.44	3062.30	3052.18	3075.57	3085.66	3118.60	3122.87	3272.83
	[e:]	F1	407.94	397.43	394.90	406.32	389.50	399.21	433.05	400.00	436.01
		F2	2056.07	2151.50	2064.92	2121.08	2168.51	2233.67	2182.55	2328.08	2173.63
		F3	2859.85	2910.45	2903.19	2802.97	2943.05	3080.53	3100.73	3120.49	2527.66
/ɛ/	[ɛ]	F1	691.54	681.45	659.12	660.61	618.36	712.05	617.15	738.05	685.92
		F2	1950.60	2180.20	1942.34	2208.65	2161.54	2036.62	2107.96	1933.06	2003.78
		F3	3043.95	2433.42	2843.15	2894.49	2836.67	2576.39	2832.56	2454.90	3033.24
	[ɛ:]	F1	573.53	484.20	510.85	588.03	483.75	529.13	504.63	586.29	573.12
		F2	1929.71	1988.13	1971.78	2011.98	1979.51	2054.15	2038.18	1961.48	1993.88
		F3	2589.72	2545.45	2255.28	2708.99	2755.98	2624.26	2676.65	2360.29	2597.42
/ə/	[ə]	F1	522.17	564.23	647.29	557.13	534.42	545.80	539.82	544.57	503.94
			571.10	542.68	566.97	561.90	566.62	537.03	518.98	514.43	542.04
		F2	1522.40	1463.28	1393.44	1572.05	1526.23	1490.13	1343.17	1369.06	1527.02
			1545.87	1517.60	1335.03	1438.16	1417.68	970.59	1024.62	1602.26	1555.58
		F3	2594.72	2550.69	2701.47	2438.61	2509.36	2529.17	2703.54	2642.96	2488.70
			2563.77	2599.27	2842.34	2594.78	2731.58	2435.08	2453.64	2572.64	2448.24
/a/	[a]	F1	809.75	777.07	785.18	803.16	818.73	805.41	809.93	818.76	820.89
		F2	1392.04	1588.81	1489.13	1447.43	1505.06	1385.94	1565.24	1405.83	1318.59
		F3	2454.23	2282.53	2408.74	2419.33	2421.96	2680.94	2470.92	2328.16	2265.99
	[a:]	F1	794.98	776.05	767.96	774.65	790.45	767.75	756.87	776.34	777.02
		F2	1433.20	1323.76	1407.12	1547.17	1416.91	1410.00	1488.45	1344.87	1444.79
		F3	2604.02	2475.34	2232.39	2358.05	2514.89	2546.67	2496.77	2510.58	2595.94

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิร์ตซ์)									
/u/	[u]	F1	352.71	354.33	339.63	343.57	338.12	341.08	358.51	353.18	343.86
		F2	787.30	753.25	759.93	752.17	727.07	940.95	761.02	758.91	881.25
		F3	2671.55	2719.44	2771.12	2703.41	2822.39	2693.48	2745.99	2714.95	2657.25
	[u:]	F1	358.08	372.82	363.29	377.39	380.12	359.28	373.11	376.49	381.12
		F2	811.46	898.21	809.54	799.14	1051.60	900.32	790.37	927.26	929.37
		F3	2612.76	2704.18	2655.48	2545.33	2669.82	2550.43	2579.40	2659.08	2525.23
/o/	[o]	F1	458.37	438.30	428.99	456.79	432.20	439.79	427.40	443.17	435.63
		F2	1061.46	1097.22	863.14	975.78	904.71	1051.53	852.46	1070.65	995.24
		F3	2680.21	2680.92	2808.95	2570.96	2672.09	2751.02	2739.48	2700.55	2668.37
	[o:]	F1	425.32	425.43	407.76	475.23	433.32	405.89	430.62	444.61	420.09
		F2	817.88	833.81	781.99	856.65	859.87	799.09	874.99	876.22	772.25
		F3	2565.37	2487.07	2816.58	2962.82	2383.23	2871.05	2562.70	2542.74	2632.74
/ɔ/	[ɔ]	F1	655.82	699.57	657.52	695.24	670.62	639.86	706.89	705.48	642.93
		F2	978.44	1075.51	906.62	1071.59	999.50	936.49	1000.76	1008.92	905.30
		F3	2515.01	2656.26	2532.29	2566.78	2703.93	2676.69	2759.29	2607.37	2408.43
	[ɔ:]	F1	564.42	535.90	579.28	577.55	585.12	574.35	581.08	558.01	612.65
		F2	952.95	970.05	995.08	986.05	971.96	925.13	952.23	956.41	954.51
		F3	2579.12	2514.23	2778.39	2581.83	2459.21	2604.87	2502.66	2607.90	2542.15

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 9 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	694.27	458.81	532.76	541.08	657.50	551.03	574.63	538.43	533.53
		F2	2321.98	2477.40	2256.21	2454.63	2228.99	2125.69	2258.54	2278.80	2281.06
		F3	2848.98	2878.79	2960.09	3232.78	2889.82	2581.09	2832.51	2872.48	2786.77
	[เ้:]	F1	417.11	467.09	469.60	557.90	444.17	404.46	433.06	511.97	442.37
		F2	2354.97	2328.53	2413.63	2174.43	2331.97	2410.44	2174.66	2259.48	2293.05
		F3	2994.08	3013.53	3138.41	2762.30	3128.13	3013.04	2967.92	3011.70	2971.68
/เ้า/	[เ้า]	F1	816.99	771.68	717.78	915.16	728.46	726.91	824.40	712.24	755.02
		F2	1470.01	1538.71	1511.00	1519.66	1434.93	1504.08	1500.74	1468.03	1475.89
		F3	2634.48	2287.58	2910.58	3223.66	2371.63	2961.61	2616.34	2893.36	2896.05
	[เ้า:]	F1	675.62	710.89	723.87	714.46	717.10	682.88	638.63	647.36	719.81
		F2	1710.16	1494.37	1408.45	1360.22	1550.52	1413.16	1568.45	1677.18	1517.43
		F3	2155.08	2032.26	2685.98	2193.67	2844.62	3201.43	2158.80	2371.71	2252.81
/นุ้/	[นุ้]	F1	389.68	348.22	349.33	341.50	340.22	445.08	337.75	309.04	324.81
		F2	848.69	989.78	1055.64	997.51	947.39	941.52	993.93	950.16	1002.40
		F3	2538.19	2713.65	2708.50	2925.04	2734.27	2630.19	2910.63	2568.13	2611.24
/อึ/	[อึ]	F1	664.20	704.27	615.31	662.29	657.92	675.95	676.47	683.97	740.56
		F2	964.86	1121.59	1048.01	1110.98	1015.34	1019.18	1102.70	1202.21	1150.48
		F3	2299.75	2453.16	2292.37	2449.29	2357.62	2624.76	2722.27	2568.96	2603.98
	[อึ:]	F1	526.16	492.28	449.03	421.69	455.57	485.66	432.89	518.45	443.87
		F2	836.21	840.21	778.55	793.11	777.81	837.73	790.52	837.91	781.36
		F3	2678.95	2684.05	2711.54	2167.12	2688.84	2654.41	2130.73	2680.10	2718.94

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บอกภาษาคนที่ 10 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/i/	[i]	F1	291.56	295.88	291.20	309.35	296.18	340.22	363.43	294.42	340.27
		F2	2738.52	2659.95	2664.02	2801.53	2723.33	2590.20	2482.07	2663.39	2588.44
		F3	3531.09	3564.73	3374.35	3676.41	3646.60	3254.65	3042.75	3525.29	3259.57
	[i:]	F1	333.58	338.73	338.22	330.75	344.41	358.94	347.41	322.28	347.49
		F2	2488.74	2581.94	2584.31	2560.01	2698.40	2629.61	2512.88	2663.07	2562.20
		F3	3370.89	3472.22	3317.36	3358.54	3589.00	3575.45	3383.63	3630.98	3539.74
/e/	[e]	F1	467.85	451.53	443.98	470.85	467.58	443.64	459.95	447.99	467.09
		F2	2456.79	2519.87	2438.09	2479.39	2499.61	2435.27	2455.14	2475.36	2493.74
		F3	2967.97	2953.42	3141.50	3144.96	3094.01	2873.82	3066.31	2946.29	3061.63
	[e:]	F1	424.72	395.81	406.62	430.43	455.70	410.69	424.13	406.07	455.74
		F2	2473.32	2577.76	2400.31	2373.13	2395.71	2354.32	2475.44	2400.08	2398.59
		F3	3557.64	3398.09	2996.24	3197.72	3106.34	2836.41	3561.57	2990.31	3066.22
/ɛ/	[ɛ]	F1	671.50	643.86	667.01	654.94	676.22	647.69	674.77	667.45	656.63
		F2	2262.15	2230.01	2208.23	2194.84	2154.50	2234.92	2160.53	2264.83	2201.54
		F3	2691.65	2836.21	2745.93	2757.17	2778.37	2811.57	2774.96	2721.00	2770.30
	[ɛ:]	F1	568.25	578.71	602.44	585.89	608.32	549.26	601.05	584.67	600.49
		F2	2301.85	2342.64	2319.78	2320.06	2245.23	2234.81	2286.72	2310.40	2281.56
		F3	3211.37	2783.14	3197.23	3424.97	3192.56	2765.66	3130.69	3382.77	3130.77
/ə/	[ə]	F1	528.24	486.31	534.72	552.73	521.79	422.67	481.63	497.85	528.25
			459.38	504.06	419.11	496.87	452.01	443.67	512.70	519.29	477.54
		F2	1558.05	1396.55	1504.98	1503.60	1439.33	1518.75	972.35	1381.58	1448.96
			1472.98	1510.29	1532.56	1472.85	1228.92	1077.25	1415.37	1440.56	1462.53
		F3	2889.79	2711.67	2911.64	3087.79	2728.60	3046.61	2903.52	2892.62	2966.95
			3060.06	2997.97	2779.98	2714.53	2803.42	2618.88	2726.09	2988.76	2791.33
/a/	[a]	F1	1008.72	915.00	903.28	911.25	932.47	953.51	933.01	934.24	988.99
		F2	1583.09	1707.62	1678.11	1660.71	1663.29	1589.17	1702.65	1623.45	1646.12
		F3	2715.19	2674.04	2521.01	2483.00	2510.95	2469.21	2565.90	2511.03	2763.02
	[a:]	F1	852.55	785.03	845.08	841.59	822.27	825.29	829.01	854.04	826.61
		F2	1633.38	1551.73	1617.03	1576.07	1589.72	1576.74	1509.58	1597.58	1575.19
		F3	2684.26	2356.20	2680.82	2597.26	2373.89	2666.34	2587.20	2660.48	2665.20

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิร์ตซ์)									
/u/	[u]	F1	373.22	318.01	379.90	358.25	380.97	391.68	368.46	352.62	385.37
		F2	806.67	683.03	972.43	753.86	726.56	959.01	807.11	755.16	992.62
		F3	2778.42	3041.73	3055.36	2857.98	3081.93	2906.76	2863.90	2906.87	2928.66
	[u:]	F1	351.43	367.90	363.04	362.75	368.19	365.65	352.98	361.40	353.77
		F2	819.21	907.31	887.91	882.58	860.36	958.52	815.88	917.14	878.63
		F3	2948.27	2826.22	2912.94	2826.03	2945.89	2995.59	2846.30	2890.71	2832.07
/o/	[o]	F1	501.24	480.01	487.52	514.41	468.73	488.94	479.28	506.40	482.02
		F2	1139.34	1093.58	918.88	1212.27	1012.92	1078.53	954.45	1156.11	1065.81
		F3	2958.38	3011.79	3034.71	2907.76	2979.52	2957.99	2997.59	2929.19	2899.78
	[o:]	F1	438.67	443.71	438.09	474.96	443.11	436.02	442.04	438.20	420.55
		F2	847.53	881.14	846.87	883.13	858.44	842.58	833.50	920.70	854.09
		F3	2888.07	2950.87	2933.79	2868.20	3018.53	2901.31	2931.36	2760.53	3016.94
/ɔ/	[ɔ]	F1	698.06	637.69	676.14	676.63	621.77	675.78	669.79	664.74	643.53
		F2	1178.12	960.29	1133.24	1148.96	1014.52	1122.73	1094.46	1118.68	1059.94
		F3	2943.57	3192.91	2943.38	2897.17	2798.89	2798.87	2920.08	2947.35	3042.85
	[ɔ:]	F1	589.59	594.93	587.09	584.98	560.43	587.62	570.86	558.12	587.00
		F2	1047.47	1045.73	1123.61	1044.32	1046.98	1025.15	1037.11	953.80	1015.40
		F3	2978.56	2827.36	2950.47	3035.73	3035.51	2796.03	2849.07	2840.42	2835.08

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผู้บอกภาษาคนที่ 10 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ (เฮิรตซ์)									
/เ้/	[เ้]	F1	655.62	628.93	650.11	626.14	628.70	638.22	586.18	612.09	649.91
		F2	2459.56	2458.04	2428.56	2513.52	2474.81	2430.55	2489.30	2488.62	2434.87
		F3	3164.31	3040.44	3036.93	3082.01	3090.95	3079.79	3021.04	3030.37	3120.90
	[เ้:]	F1	509.27	534.83	572.33	582.43	450.19	523.94	543.00	565.39	516.50
		F2	2528.19	2470.31	2526.05	2550.39	2563.99	2518.21	2536.43	2500.89	2544.74
		F3	3222.69	3295.73	3326.40	3241.99	3266.72	3169.18	3222.01	3111.46	3202.32
/เ้า/	[เ้า]	F1	845.32	772.07	873.82	763.89	776.45	781.53	808.31	785.06	776.41
		F2	1609.96	1501.02	1680.76	1512.48	1523.37	1546.15	1657.22	1630.84	1720.00
		F3	2921.43	3143.60	3025.84	3219.22	3097.00	3200.92	2830.73	2779.72	3031.89
	[เ้า:]	F1	734.38	733.77	722.90	719.17	756.67	739.52	752.90	752.92	762.92
		F2	1714.88	1627.67	1581.87	1658.60	1681.51	1642.94	1680.65	1654.01	1607.94
		F3	3159.92	2849.54	3056.24	2882.58	2851.69	3079.03	3094.10	3078.07	2918.85
/นุ้/	[นุ้]	F1	455.70	406.23	459.36	486.57	472.23	471.52	489.77	474.07	462.20
		F2	817.46	815.68	750.29	780.92	889.41	804.57	772.68	872.38	748.72
		F3	2786.92	2634.74	2395.01	2830.43	2585.18	2789.10	2750.14	2740.84	2390.30
/อึ/	[อึ]	F1	774.72	723.47	708.28	708.06	716.76	691.74	673.10	745.63	756.35
		F2	1119.06	1105.61	1126.75	1230.76	1217.97	1120.40	1139.38	1158.70	1134.43
		F3	3244.97	3217.96	3187.85	3297.33	3334.27	3015.62	3087.26	3211.95	3155.21
	[อึ:]	F1	617.76	620.48	664.71	702.05	664.73	667.61	595.58	663.11	619.82
		F2	786.24	787.08	900.95	823.29	994.27	894.93	786.22	990.74	788.64
		F3	3130.91	3031.38	3127.02	3292.19	3379.89	3104.60	3124.53	3378.94	3032.12

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ค

## ค่าระยะเวลา

## ผู้บอกภาษาคนที่ 1 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	110.98	119.93	149.69	124.94	118.16	122.52	103.65	133.12	117.73
	[i:]	173.78	164.46	171.74	165.93	162.99	144.91	165.57	155.96	166.05
/e/	[e]	134.77	129.25	134.62	135.01	132.32	132.96	126.53	140.27	120.21
	[e:]	158.16	152.08	212.44	168.91	184.02	145.22	189.71	158.12	186.08
/ɛ/	[ɛ]	132.36	116.42	123.53	119.70	126.51	122.05	136.88	137.44	142.86
	[ɛ:]	206.01	184.37	186.83	186.42	185.53	178.74	183.50	204.07	187.24
/ə/	[ə]	26.82	23.35	26.28	11.59	26.23	26.53	19.02	20.23	10.49
		5.29	8.16	15.21	17.08	13.09	27.35	28.40	26.13	31.93
/a/	[a]	111.25	132.11	121.11	116.81	108.95	134.10	140.04	142.73	122.52
	[a:]	191.05	189.66	191.87	171.90	187.77	177.57	197.74	184.56	174.06
/u/	[u]	111.57	118.30	127.19	130.93	88.13	136.32	136.38	137.96	127.09
	[u:]	157.84	147.14	176.88	139.95	148.77	178.12	164.25	144.19	181.65
/o/	[o]	110.98	126.31	136.46	115.15	123.86	133.74	132.49	125.67	112.47
	[o:]	179.14	170.97	183.52	173.06	141.65	195.97	146.17	167.82	172.01
/ɔ/	[ɔ]	130.67	123.96	104.78	140.59	120.23	140.48	136.28	137.99	130.86
	[ɔ:]	184.29	188.00	189.45	185.63	198.06	184.77	192.81	159.08	179.39

## ผู้บอกภาษาคนที่ 1 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	155.00	185.11	176.93	185.04	153.87	170.27	172.68	165.26	167.35
	[ɛ̃:]	186.22	183.22	185.96	176.61	182.41	193.62	188.28	183.82	177.78
/ã/	[ã]	142.03	152.27	151.41	153.46	150.75	144.94	153.79	152.14	150.05
	[ã:]	197.67	198.90	198.94	200.81	204.98	177.48	212.13	219.95	187.19
/ĩ/	[ĩ]	151.49	173.02	157.53	154.08	141.42	123.80	141.62	140.33	159.35
/õ/	[õ]	134.14	161.74	197.18	148.10	178.92	150.19	171.30	182.51	161.47
	[õ:]	213.38	177.94	185.95	210.53	206.81	214.01	194.67	210.27	204.72

ผู้บอกภาษาคนที่ 2 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	125.50	139.58	118.71	143.46	125.82	98.45	126.51	137.16	128.32
	[i:]	145.76	182.29	174.79	184.40	182.68	192.60	183.95	169.26	148.60
/e/	[e]	158.57	127.64	136.23	128.30	141.58	152.75	128.18	157.45	130.64
	[e:]	179.96	188.34	169.87	212.82	181.63	175.06	184.12	178.90	188.53
/ɛ/	[ɛ]	120.11	117.75	118.65	140.58	120.40	156.48	137.69	135.91	135.01
	[ɛ:]	184.76	173.17	187.46	163.21	186.67	188.81	176.61	198.30	181.53
/ə/	[ə]	20.85	8.33	13.17	14.44	7.77	21.28	12.48	7.78	12.19
	[ə:]	14.25	19.28	29.84	16.88	11.91	16.96	14.48	14.71	11.64
/a/	[a]	136.72	134.31	138.64	127.36	124.05	125.79	152.56	125.65	135.05
	[a:]	201.94	181.25	236.21	204.86	202.32	225.66	241.55	207.50	220.57
/u/	[u]	161.97	134.30	145.15	140.76	121.45	111.51	133.57	124.29	136.78
	[u:]	147.09	187.75	201.13	159.09	186.62	145.41	174.82	192.32	182.73
/o/	[o]	135.38	150.85	140.23	142.72	146.65	154.82	131.30	139.94	130.77
	[o:]	196.65	181.62	182.48	181.95	182.60	180.61	189.21	166.85	187.31
/ɔ/	[ɔ]	160.54	160.80	171.11	136.54	128.41	161.58	158.60	130.76	144.32
	[ɔ:]	193.59	173.98	203.89	213.48	219.16	190.33	193.68	215.27	222.22

ผู้บอกภาษาคนที่ 2 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	147.00	161.56	139.15	136.72	163.91	156.93	194.24	188.19	159.97
	[ɛ̃:]	194.53	216.68	218.52	196.07	219.99	195.53	202.96	233.13	212.81
/ã/	[ã]	187.69	168.32	171.75	173.77	134.62	148.34	125.85	176.82	180.55
	[ã:]	193.00	234.17	194.00	200.92	206.41	220.39	212.25	214.18	229.74
/ĩ/	[ĩ]	171.29	159.14	157.80	123.37	146.25	137.58	177.44	180.63	189.77
/õ/	[õ]	160.08	167.83	161.38	157.99	157.69	168.86	147.68	156.00	159.08
	[õ:]	253.93	203.61	215.34	229.78	233.11	215.93	229.22	260.30	225.98

ผู้บอกภาษาคนที่ 3 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	158.13	157.85	173.99	138.71	156.48	152.70	145.06	179.70	152.07
	[i:]	291.94	287.96	322.76	299.93	249.06	310.44	273.02	304.74	283.85
/e/	[e]	156.45	171.52	148.87	162.84	167.70	164.46	176.26	165.53	164.13
	[e:]	322.11	295.76	262.87	260.45	321.41	291.96	287.37	287.95	319.72
/ɛ/	[ɛ]	134.83	145.92	144.31	189.47	163.41	157.92	175.51	145.87	155.21
	[ɛ:]	311.56	219.62	326.66	279.75	274.12	303.72	312.66	299.74	280.36
/ə/	[ə]	12.09	10.57	15.91	27.26	7.64	12.00	9.26	22.01	14.07
		13.31	6.98	16.11	9.81	8.00	13.57	16.36	9.96	14.05
/a/	[a]	157.42	149.87	189.07	165.86	148.21	124.62	156.62	160.68	145.30
	[a:]	305.70	302.00	323.15	284.49	279.84	275.39	270.07	300.96	311.65
/u/	[u]	143.80	164.00	140.93	168.72	158.28	152.46	167.66	176.78	171.05
	[u:]	296.25	250.05	356.07	273.40	326.94	305.77	249.68	285.07	278.91
/o/	[o]	168.38	159.52	161.42	168.80	156.67	162.18	177.63	161.07	165.62
	[o:]	359.92	266.58	291.24	313.27	345.60	310.40	272.17	332.90	349.52
/ɔ/	[ɔ]	163.74	167.07	152.76	167.21	170.23	158.07	179.23	181.89	172.22
	[ɔ:]	326.45	279.30	308.89	339.96	303.47	312.34	291.36	244.72	302.83

ผู้บอกภาษาคนที่ 3 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	149.03	202.14	210.12	215.40	204.49	165.99	191.98	202.38	198.88
	[ɛ̃:]	276.73	328.24	331.86	323.87	410.41	390.39	362.91	369.52	375.55
/ã/	[ã]	179.42	181.05	177.89	206.99	193.09	221.32	179.97	193.22	190.72
	[ã:]	262.86	354.06	343.47	328.64	326.31	318.59	319.45	288.14	306.73
/ĩ/	[ĩ]	227.13	191.75	160.66	205.27	181.10	222.10	246.08	185.60	196.07
/õ/	[õ]	205.30	207.24	209.35	184.13	205.51	207.42	167.79	163.40	161.28
	[õ:]	314.02	340.73	375.12	391.45	355.69	323.32	368.43	377.46	333.13

ผู้บอกภาษาคนที่ 4 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	120.05	146.30	139.79	149.54	125.31	149.59	159.88	175.20	171.09
	[i:]	241.61	219.08	214.37	242.16	243.20	229.77	256.96	276.83	283.83
/e/	[e]	160.93	162.45	104.71	169.91	163.54	162.07	180.03	153.79	180.57
	[e:]	238.54	155.59	170.16	176.90	171.98	239.34	229.16	247.31	241.32
/ɛ/	[ɛ]	150.39	126.22	123.61	189.96	184.71	148.74	178.19	177.30	201.92
	[ɛ:]	250.29	152.10	166.89	184.02	192.28	186.35	150.63	236.55	239.03
/ə/	[ə]	19.91	19.48	20.62	21.01	18.49	26.50	27.76	20.15	20.23
		20.56	16.07	32.02	17.04	25.04	23.17	25.91	25.34	20.77
/a/	[a]	163.23	194.09	197.05	194.91	199.44	188.77	173.36	189.26	193.80
	[a:]	275.47	170.67	256.30	303.34	269.63	248.35	261.20	267.80	269.23
/u/	[u]	132.88	171.73	163.10	175.27	154.41	151.65	164.03	155.20	174.56
	[u:]	111.97	144.58	122.63	231.59	229.37	219.40	251.84	250.86	275.83
/o/	[o]	196.99	170.32	193.29	163.53	187.69	160.04	181.42	185.28	182.29
	[o:]	221.23	235.14	247.63	217.79	256.36	236.12	240.13	255.39	257.31
/ɔ/	[ɔ]	177.03	161.87	176.18	137.97	172.18	189.70	177.99	163.24	171.72
	[ɔ:]	233.78	206.99	277.48	262.84	255.42	232.35	259.30	240.89	286.21

ผู้บอกภาษาคนที่ 4 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	187.06	192.05	181.44	187.81	166.61	170.87	144.49	192.68	186.29
	[ɛ̃:]	249.95	293.57	213.09	241.87	256.77	243.09	247.72	319.67	305.36
/ã/	[ã]	181.25	188.29	204.14	197.59	181.86	202.61	191.47	204.51	197.79
	[ã:]	295.44	269.47	316.06	289.43	181.70	212.87	228.17	280.57	336.21
/ĩ/	[ĩ]	198.20	180.98	168.55	229.36	196.73	202.77	224.01	200.02	182.45
/õ/	[õ]	187.96	196.18	188.26	201.43	181.04	190.60	192.82	197.71	203.86
	[õ:]	284.39	293.79	270.70	307.32	311.03	276.40	289.88	296.56	282.91



ผู้บอกภาษาคนที่ 5 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	133.91	147.26	121.67	99.39	131.03	163.02	134.64	130.69	143.63
	[i:]	163.07	152.77	129.40	147.73	149.32	146.87	147.70	135.96	172.03
/e/	[e]	137.28	139.97	153.49	135.88	127.10	135.66	114.66	172.45	161.33
	[e:]	153.67	138.53	176.34	158.36	163.65	147.91	169.60	146.19	175.33
/ɛ/	[ɛ]	108.88	113.80	144.20	135.12	147.42	116.59	127.40	139.56	115.80
	[ɛ:]	166.45	118.72	161.22	152.27	172.90	155.47	179.62	215.29	169.55
/ə/	[ə]	19.90	20.36	22.07	15.78	18.70	15.74	12.79	19.99	21.06
		21.73	17.05	12.92	15.19	28.70	14.32	25.66	21.45	21.96
/a/	[a]	133.07	123.68	95.92	125.26	123.85	95.44	115.17	124.24	108.92
	[a:]	189.81	154.03	180.01	152.86	177.94	139.10	188.62	173.66	172.35
/u/	[u]	125.09	103.11	130.81	128.40	149.33	115.72	100.25	108.81	106.45
	[u:]	156.70	157.49	158.23	129.68	142.21	181.04	167.06	172.40	134.84
/o/	[o]	141.70	159.79	152.07	111.66	141.89	131.08	134.45	109.23	126.72
	[o:]	140.51	190.16	169.27	174.16	144.06	170.69	177.88	157.84	196.22
/ɔ/	[ɔ]	143.04	108.62	146.99	136.83	115.61	134.87	97.94	137.36	121.04
	[ɔ:]	141.23	155.84	194.81	172.97	149.07	148.92	143.30	169.08	164.57

ผู้บอกภาษาคนที่ 5 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	164.96	180.95	163.74	170.93	170.17	180.16	177.54	176.69	163.92
	[ɛ̃:]	231.19	196.50	214.13	199.13	179.39	193.40	193.49	193.89	202.24
/ã/	[ã]	149.13	159.11	120.82	175.04	175.44	175.47	184.33	185.09	128.05
	[ã:]	173.91	189.85	173.19	183.56	200.64	192.88	206.00	185.01	196.35
/ĩ/	[ĩ]	161.63	127.32	113.79	137.04	141.18	149.63	117.28	154.74	120.29
/õ/	[õ]	179.66	146.56	159.48	150.62	162.01	133.09	141.22	168.56	150.80
	[õ:]	180.78	205.74	217.00	223.95	215.55	205.37	239.06	209.41	234.38

ผู้บอกภาษาคนที่ 6 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	180.40	127.71	136.27	187.08	108.71	124.93	146.93	106.01	120.05
	[i:]	180.16	187.47	190.69	201.33	184.95	196.62	172.55	201.67	172.05
/e/	[e]	163.47	136.60	163.34	145.82	164.16	146.39	156.28	155.82	155.99
	[e:]	224.99	153.77	196.70	218.11	203.16	147.34	201.95	243.08	196.87
/ɛ/	[ɛ]	177.05	119.67	162.12	119.70	122.42	126.80	131.27	150.89	144.05
	[ɛ:]	209.82	195.69	172.16	238.23	209.49	214.81	194.06	225.17	193.12
/ə/	[ə]	22.04	26.01	29.89	23.59	21.61	27.59	9.69	13.25	13.26
		20.87	28.72	21.57	14.25	14.13	16.93	20.12	22.55	39.28
/a/	[a]	137.29	120.65	119.67	104.94	146.47	130.05	125.95	134.65	135.08
	[a:]	225.18	220.90	205.25	208.25	225.75	236.73	181.59	204.07	186.49
/u/	[u]	180.14	107.76	116.29	137.14	132.19	134.66	111.68	144.77	140.44
	[u:]	158.74	179.17	201.29	192.20	197.02	197.29	169.25	200.65	215.22
/o/	[o]	140.97	138.70	139.13	144.28	127.94	138.59	120.47	136.62	138.48
	[o:]	249.06	163.85	184.02	198.38	159.83	222.05	198.59	150.01	189.37
/ɔ/	[ɔ]	148.43	125.04	113.39	106.36	121.44	156.90	120.48	139.02	93.17
	[ɔ:]	185.61	142.25	170.06	217.35	210.72	216.61	233.48	191.16	206.37

ผู้บอกภาษาคนที่ 6 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	136.87	162.43	136.84	157.84	146.94	136.19	140.44	165.39	156.32
	[ɛ̃:]	216.25	244.38	275.37	278.60	322.06	264.77	278.45	244.06	270.78
/ã/	[ã]	145.68	156.96	146.63	171.86	149.02	149.07	142.05	167.90	174.20
	[ã:]	197.66	239.77	241.50	240.35	245.62	229.65	230.48	274.73	247.42
/ĩ/	[ĩ]	146.68	147.59	180.08	114.52	174.10	173.46	166.07	177.03	118.51
/õ/	[õ]	144.86	128.61	131.18	177.42	126.40	161.66	122.14	136.80	159.70
	[õ:]	274.27	259.11	258.91	292.58	313.25	222.22	230.58	288.06	270.26

ผู้บอกภาษาคนที่ 7 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	94.90	97.13	122.47	110.23	105.46	123.08	132.40	105.09	118.95
	[i:]	122.48	142.82	135.82	133.57	139.10	112.64	112.93	134.11	155.97
/e/	[e]	118.29	109.75	115.22	115.24	114.61	118.11	118.41	116.71	126.33
	[e:]	141.41	128.26	112.33	132.17	131.52	108.24	131.40	131.93	132.67
/ɛ/	[ɛ]	128.47	138.11	117.76	104.20	118.65	153.54	144.17	143.40	118.99
	[ɛ:]	127.27	173.41	160.19	139.14	151.61	148.68	164.88	169.65	138.26
/ə/	[ə]	25.65	11.14	30.64	10.40	24.70	26.50	25.96	18.80	32.06
	[ə:]	16.33	16.66	25.16	19.11	25.02	26.90	11.73	27.08	24.84
/a/	[a]	121.04	146.81	140.27	119.60	142.70	139.22	136.49	117.29	106.97
	[a:]	145.74	133.83	149.98	142.14	136.55	132.85	150.47	151.49	130.13
/u/	[u]	106.34	95.47	109.15	96.30	114.67	104.82	103.56	116.57	95.78
	[u:]	125.63	142.60	132.34	129.60	128.41	108.30	140.80	114.74	141.17
/o/	[o]	133.49	115.23	124.04	118.10	119.47	109.09	131.21	132.95	124.66
	[o:]	125.47	131.75	154.77	137.23	144.21	144.12	188.88	145.58	145.11
/ɔ/	[ɔ]	134.78	139.93	143.04	143.50	128.34	130.68	121.63	135.71	101.76
	[ɔ:]	148.38	138.85	154.40	147.53	141.82	142.84	134.90	121.72	141.97

ผู้บอกภาษาคนที่ 7 (เสียงสระเดียวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	128.18	152.85	135.58	133.58	136.29	152.72	132.09	123.07	131.89
	[ɛ̃:]	185.23	170.59	162.69	189.97	215.68	192.12	187.27	176.26	188.03
/ã/	[ã]	147.38	155.81	133.11	103.24	137.44	145.79	121.21	121.34	142.78
	[ã:]	153.25	164.16	159.18	163.03	163.77	140.02	144.45	156.61	164.02
/ĩ/	[ĩ]	120.25	135.06	136.43	110.71	133.75	151.33	90.53	108.92	117.43
/õ/	[õ]	138.35	137.41	156.52	156.28	157.38	147.84	166.52	132.00	152.75
	[õ:]	198.06	190.52	191.00	202.05	181.04	193.12	167.19	185.87	230.37

ผู้บอกภาษาคนที่ 8 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	163.82	140.21	139.70	168.30	166.72	145.05	145.93	176.42	143.09
	[i:]	164.94	134.26	158.88	167.74	157.79	165.52	157.59	185.10	163.74
/e/	[e]	146.17	152.74	172.63	154.24	145.03	137.79	178.34	163.88	163.01
	[e:]	167.81	193.80	161.53	148.18	159.42	155.68	169.06	144.13	163.03
/ɛ/	[ɛ]	185.70	165.83	168.20	161.02	185.31	160.43	157.77	163.14	174.41
	[ɛ:]	166.78	159.68	177.71	185.85	157.05	170.60	166.80	165.40	183.55
/ə/	[ə]	30.63	14.66	9.46	25.59	32.32	16.21	20.62	15.54	21.52
		15.82	20.91	20.27	19.99	16.12	22.03	25.67	29.88	22.97
/a/	[a]	171.64	159.08	154.58	187.44	191.35	160.16	180.40	190.01	179.13
	[a:]	158.82	174.54	177.20	179.72	189.81	183.39	167.80	192.57	178.08
/u/	[u]	161.61	170.01	179.94	179.00	168.95	150.24	181.06	169.60	178.24
	[u:]	157.07	130.23	141.79	166.66	166.28	144.23	145.34	155.03	154.59
/o/	[o]	179.62	142.62	161.53	178.25	161.90	156.00	153.06	163.74	144.56
	[o:]	166.42	170.68	174.88	158.51	152.31	176.85	170.97	201.29	189.58
/ɔ/	[ɔ]	185.44	165.35	184.08	169.59	162.62	182.32	174.99	184.25	193.49
	[ɔ:]	166.44	177.39	201.69	185.65	158.21	177.87	161.28	172.05	203.09

ผู้บอกภาษาคนที่ 8 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	186.59	198.44	176.86	181.97	162.24	176.76	194.62	184.39	193.58
	[ɛ̃:]	248.85	236.89	225.28	223.08	226.21	256.93	209.74	204.79	222.62
/ã/	[ã]	213.83	185.70	196.94	213.89	203.64	182.52	198.85	198.20	186.90
	[ã:]	213.92	219.28	209.69	246.78	219.16	202.00	241.25	208.72	198.34
/ĩ/	[ĩ]	185.85	165.50	169.94	168.99	195.90	169.04	185.73	168.75	180.06
/õ/	[õ]	188.55	193.74	202.71	171.29	173.47	202.96	184.28	209.30	200.91
	[õ:]	235.27	238.90	257.08	232.09	234.02	227.29	246.05	261.84	234.37

ผู้บอกภาษาคนที่ 9 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	122.17	113.66	139.92	156.42	134.24	114.79	110.52	119.04	97.62
	[i:]	146.42	184.14	148.19	209.62	180.38	176.08	149.94	198.78	175.18
/e/	[e]	148.31	122.50	116.21	131.07	127.11	135.63	132.91	114.68	128.81
	[e:]	143.28	166.76	214.22	178.53	186.74	174.74	172.45	162.77	179.51
/ɛ/	[ɛ]	116.74	114.58	110.24	116.54	113.37	127.90	110.96	96.38	97.79
	[ɛ:]	201.10	192.90	170.69	201.03	181.64	188.04	176.86	197.41	197.50
/ə/	[ə]	17.58	17.07	24.28	31.35	23.11	25.38	14.40	16.60	16.88
		12.75	23.86	15.23	15.37	10.00	25.32	20.69	27.78	25.01
/a/	[a]	128.33	109.77	120.93	136.79	133.19	154.85	100.42	148.26	108.85
	[a:]	188.92	205.17	201.97	204.20	204.58	204.61	203.09	227.16	191.53
/u/	[u]	125.31	140.68	131.09	118.72	105.71	122.49	99.02	108.34	133.60
	[u:]	147.97	190.91	183.18	143.45	158.12	188.25	147.43	152.72	169.37
/o/	[o]	107.61	89.18	110.54	110.54	107.08	116.26	124.60	116.39	108.60
	[o:]	175.32	152.14	196.49	173.98	167.92	193.58	156.68	181.90	157.92
/ɔ/	[ɔ]	114.50	97.53	99.74	125.24	132.79	141.47	133.65	109.24	112.30
	[ɔ:]	179.98	174.69	184.64	197.49	186.56	197.78	207.36	172.90	184.79

ผู้บอกภาษาคนที่ 9 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	127.54	106.02	150.56	145.88	134.45	146.78	148.19	149.01	152.16
	[ɛ̃:]	180.87	208.78	218.90	250.11	203.48	213.24	204.81	209.22	197.07
/ã/	[ã]	130.71	141.29	172.77	125.29	144.13	161.93	113.13	164.48	143.92
	[ã:]	213.76	210.21	214.03	182.85	233.40	225.38	210.39	231.51	214.67
/ĩ/	[ĩ]	89.66	113.28	139.33	123.12	142.71	120.80	125.47	148.04	124.14
/õ/	[õ]	164.38	130.92	132.40	140.43	118.25	124.88	117.95	146.18	128.53
	[õ:]	250.96	221.88	204.30	198.31	216.87	218.52	196.37	245.36	219.01



ผู้บอกภาษาคนที่ 10 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/i/	[i]	102.65	111.23	115.91	88.59	88.29	103.06	80.75	110.52	101.57
	[i:]	163.84	157.61	157.19	143.75	144.90	165.56	145.74	152.67	158.13
/e/	[e]	111.12	123.14	130.22	106.52	115.56	101.11	133.34	138.97	128.08
	[e:]	177.22	147.39	192.62	154.48	149.53	174.05	178.77	198.23	149.20
/ɛ/	[ɛ]	102.69	115.84	132.05	96.07	108.22	124.73	109.85	131.95	105.22
	[ɛ:]	161.97	165.73	174.53	153.21	159.70	161.45	151.78	155.10	151.81
/ə/	[ə]	12.47	12.79	16.93	16.32	14.69	30.98	14.52	16.51	18.40
	[ə:]	13.94	12.15	32.31	17.43	11.91	12.47	18.96	22.61	12.87
/a/	[a]	124.82	104.36	101.10	144.88	119.26	98.14	123.97	100.43	99.32
	[a:]	179.17	179.59	160.02	162.55	180.63	154.90	150.56	159.41	154.17
/u/	[u]	120.19	98.20	109.37	135.15	114.52	115.82	109.68	111.02	107.64
	[u:]	126.73	149.59	144.00	126.54	131.15	143.14	136.26	143.88	142.17
/o/	[o]	111.88	129.61	112.48	115.73	122.79	106.31	131.62	116.63	128.10
	[o:]	186.87	157.19	128.56	137.74	130.84	137.52	150.62	118.92	128.70
/ɔ/	[ɔ]	112.69	97.52	129.13	125.53	125.84	122.02	121.12	127.88	115.55
	[ɔ:]	180.50	202.66	166.61	164.75	125.37	154.38	160.03	145.59	150.06

ผู้บอกภาษาคนที่ 10 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าระยะเวลา (มิลลิวินาที)								
/ĩ/	[ĩ]	128.68	156.68	148.69	126.14	173.06	158.34	153.22	155.79	151.86
	[ĩ:]	224.29	222.51	210.22	240.85	205.46	195.45	242.02	216.82	222.58
/ã/	[ã]	162.35	201.68	190.84	188.37	207.10	224.50	175.81	171.52	130.39
	[ã:]	221.58	215.30	205.16	195.27	202.07	189.01	232.73	195.75	216.76
/ĩ̃/	[ĩ̃]	126.78	102.64	131.25	115.28	152.51	135.73	115.11	123.20	142.56
/õ/	[õ]	136.30	165.05	174.50	160.16	168.96	148.80	143.14	156.13	134.90
	[õ:]	215.29	232.41	234.66	220.46	238.39	244.07	204.87	255.68	236.78

## ภาคผนวก ง

## ค่าความเข้ม

## ผู้บอกภาษาคนที่ 1 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	65.72	64.67	64.98	68.23	67.13	64.90	65.88	63.02	67.98
	[i:]	68.03	67.50	64.52	64.87	67.16	68.56	67.53	65.50	68.48
/e/	[e]	68.53	69.98	67.98	68.56	66.80	69.74	68.21	65.87	69.10
	[e:]	67.37	70.36	68.03	69.51	70.01	69.71	69.96	70.18	68.54
/ɛ/	[ɛ]	70.34	70.87	70.72	71.41	69.09	70.21	67.21	69.33	68.34
	[ɛ:]	69.96	69.00	71.51	67.84	71.78	68.28	68.85	67.95	70.40
/ə/	[ə]	73.18	69.62	72.76	69.47	70.84	72.11	71.82	69.32	68.50
		71.78	69.39	70.86	68.81	71.60	71.25	70.81	71.99	70.59
/a/	[a]	74.77	74.58	74.67	72.62	71.92	70.26	73.38	72.96	69.98
	[a:]	69.91	68.00	69.14	73.59	68.87	70.93	69.43	71.62	66.95
/u/	[u]	68.79	65.96	69.07	68.63	65.90	66.90	69.16	67.89	67.16
	[u:]	66.07	68.66	66.20	67.16	68.50	69.95	68.29	68.58	68.08
/o/	[o]	66.32	68.13	65.31	67.18	66.47	65.24	66.73	67.54	68.14
	[o:]	69.18	69.33	68.51	69.43	69.15	68.45	68.34	68.65	71.30
/ɔ/	[ɔ]	70.42	72.24	72.92	71.32	70.61	71.47	70.00	69.68	65.82
	[ɔ:]	68.88	68.44	69.38	69.21	67.92	67.42	70.83	66.44	71.86

## ผู้บอกภาษาคนที่ 1 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	64.16	61.45	62.28	63.27	64.13	63.13	63.85	64.14	67.45
	[ɛ̃:]	65.54	64.33	65.17	65.11	63.64	63.47	64.57	64.02	63.38
/ã/	[ã]	66.13	69.67	68.79	69.65	69.57	63.67	66.62	69.68	69.57
	[ã:]	68.59	67.34	67.49	68.21	69.89	69.03	69.06	67.74	67.40
/ĩ/	[ĩ]	66.82	62.78	63.19	65.05	65.48	64.48	66.51	65.78	67.36
/õ/	[õ]	64.26	63.29	66.07	66.16	65.27	62.77	65.98	64.41	63.83
	[õ:]	65.70	66.82	64.09	66.24	64.39	68.21	64.73	66.22	69.84

ผู้บอกภาษาคนที่ 2 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	67.07	69.44	64.70	64.86	65.20	66.18	67.81	63.61	64.55
	[i:]	69.72	73.20	69.29	67.19	68.24	69.67	72.11	66.84	69.79
/e/	[e]	68.47	69.34	68.25	66.69	69.61	67.64	68.17	68.64	68.45
	[e:]	69.24	73.51	72.20	69.95	68.11	70.74	69.70	70.64	69.78
/ɛ/	[ɛ]	70.13	71.80	67.53	67.36	67.45	66.57	65.65	67.65	68.88
	[ɛ:]	69.29	69.22	70.16	69.83	72.09	69.78	69.86	69.78	69.49
/ə/	[ə]	71.43	66.55	67.78	67.33	64.20	70.26	73.77	65.59	73.66
		76.09	76.05	76.23	65.10	65.22	70.15	65.62	67.88	68.29
/a/	[a]	74.09	73.06	72.99	71.38	70.73	73.72	72.35	70.86	70.22
	[a:]	74.28	72.84	71.23	71.07	73.60	71.59	73.25	72.33	76.88
/u/	[u]	77.10	67.79	67.60	67.33	69.85	67.78	67.56	69.02	68.67
	[u:]	69.13	69.21	71.62	67.76	70.02	69.54	69.11	70.73	70.50
/o/	[o]	70.77	67.50	66.36	68.79	65.74	64.92	66.88	68.61	67.19
	[o:]	73.62	72.84	67.47	68.83	68.05	69.24	73.53	68.32	69.33
/ɔ/	[ɔ]	71.44	74.26	77.06	77.49	70.17	70.29	69.33	66.93	69.77
	[ɔ:]	68.21	71.89	70.12	70.53	69.90	70.01	70.34	70.31	71.74

ผู้บอกภาษาคนที่ 2 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	66.98	66.76	68.99	67.57	67.04	66.58	67.49	67.36	66.17
	[ɛ̃:]	68.05	67.79	66.84	67.82	66.71	70.47	67.34	66.87	69.01
/ã/	[ã]	70.25	71.17	66.62	67.48	67.30	65.81	68.92	68.78	67.34
	[ã:]	70.20	70.47	69.47	70.23	69.26	71.51	70.41	71.66	73.71
/ĩ/	[ĩ]	73.84	74.88	73.41	76.20	75.74	74.40	66.25	65.34	66.39
/õ/	[õ]	65.97	69.09	66.30	67.92	72.34	64.50	67.23	72.56	65.88
	[õ:]	68.08	69.65	67.81	66.12	67.15	68.40	66.19	68.71	66.24

ผู้บอกภาษาคนที่ 3 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	68.51	66.34	66.31	67.44	66.95	67.38	69.54	68.63	68.43
	[i:]	71.29	68.82	68.04	67.43	68.03	65.52	68.86	70.03	70.69
/e/	[e]	68.82	68.18	70.28	69.55	68.93	70.16	70.45	70.66	71.38
	[e:]	70.12	70.88	69.83	71.48	68.99	68.62	71.12	69.98	70.25
/ɛ/	[ɛ]	69.31	69.57	67.52	66.85	66.02	70.33	70.68	70.86	74.39
	[ɛ:]	69.10	69.50	69.03	68.19	71.14	67.15	72.06	71.26	65.73
/ə/	[ə]	68.30	69.01	64.14	73.62	68.11	72.75	70.15	74.98	71.26
		73.36	71.53	67.26	68.29	68.33	68.33	70.57	68.58	67.30
/a/	[a]	69.81	70.39	70.00	68.16	69.62	71.22	70.35	72.26	73.23
	[a:]	68.19	69.56	69.68	71.12	67.98	68.03	70.69	70.08	71.88
/u/	[u]	69.01	68.17	69.34	67.46	68.37	69.05	67.98	70.38	69.48
	[u:]	67.20	69.91	68.04	68.64	66.36	68.71	67.83	69.21	69.77
/o/	[o]	68.33	70.71	69.74	66.74	67.68	67.87	68.65	69.50	70.28
	[o:]	69.98	70.90	69.68	69.71	66.32	67.91	70.12	70.18	69.62
/ɔ/	[ɔ]	70.06	69.58	69.04	70.35	67.72	69.79	69.11	70.64	71.64
	[ɔ:]	70.08	68.62	70.19	67.52	69.41	69.26	69.86	70.15	71.65

ผู้บอกภาษาคนที่ 3 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	66.18	68.55	67.36	69.52	63.45	64.16	66.01	68.00	68.60
	[ɛ̃:]	67.26	65.89	64.11	64.93	65.14	68.53	66.11	66.37	65.65
/ã/	[ã]	67.71	67.77	69.63	70.42	68.58	69.51	65.49	67.40	70.62
	[ã:]	67.29	71.83	68.07	70.61	67.27	67.50	66.62	69.20	68.70
/ĩ/	[ĩ]	69.06	63.80	67.32	66.47	66.95	67.87	67.56	68.35	63.05
/õ/	[õ]	69.79	69.01	70.42	66.66	68.28	68.36	66.65	64.82	65.55
	[õ:]	67.27	66.74	67.56	66.89	66.24	66.73	68.65	69.05	64.52

ผู้บอกภาษาคนที่ 4 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	66.39	67.90	68.15	64.30	61.26	62.19	62.36	62.49	62.91
	[i:]	62.75	65.45	62.56	61.59	63.26	63.36	62.50	61.67	60.86
/e/	[e]	64.17	69.74	70.09	63.64	65.26	62.84	61.32	63.16	63.13
	[e:]	62.35	68.75	68.83	67.00	69.08	62.64	63.15	64.40	64.40
/ɛ/	[ɛ]	62.34	67.59	62.79	64.30	64.24	60.41	61.49	63.19	63.10
	[ɛ:]	61.68	68.06	66.58	68.72	69.47	69.66	69.62	65.64	61.92
/ə/	[ə]	61.82	62.94	62.68	63.02	63.73	63.37	64.20	62.94	65.02
	[ə:]	68.80	63.10	73.68	72.31	69.19	74.97	64.30	64.84	63.94
/a/	[a]	59.87	65.24	59.43	62.74	60.24	60.81	61.48	61.82	61.84
	[a:]	59.11	68.39	62.16	66.06	64.37	63.40	62.97	62.86	64.29
/u/	[u]	61.30	63.11	62.60	63.09	63.16	61.92	60.76	63.51	60.28
	[u:]	68.08	67.78	67.29	61.25	63.35	63.34	62.14	63.22	61.93
/o/	[o]	61.44	62.70	60.68	65.04	62.33	61.60	61.08	62.16	61.26
	[o:]	64.11	62.99	64.59	64.64	63.31	64.68	64.59	62.70	62.46
/ɔ/	[ɔ]	60.50	62.71	64.84	65.17	63.01	61.38	60.42	63.09	63.01
	[ɔ:]	62.04	62.70	65.27	64.56	62.71	61.86	64.37	61.23	65.23

ผู้บอกภาษาคนที่ 4 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	60.49	62.93	63.44	61.67	61.86	67.53	66.23	67.15	60.07
	[ɛ̃:]	60.42	66.97	64.80	67.67	66.38	65.67	66.80	60.36	61.90
/ã/	[ã]	61.07	62.61	61.83	62.23	62.00	67.95	62.82	66.15	66.45
	[ã:]	61.81	59.71	60.83	61.80	65.11	67.43	65.02	61.27	62.16
/ĩ/	[ĩ]	61.19	60.91	60.78	61.62	60.85	60.90	63.79	61.20	60.86
/õ/	[õ]	60.95	62.11	60.38	62.07	61.80	61.77	61.66	63.04	61.83
	[õ:]	61.42	60.33	60.46	61.17	61.50	60.04	60.42	60.48	61.34



ผู้บอกภาษาคนที่ 5 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	68.80	66.42	67.22	68.54	64.50	64.09	64.85	66.11	64.28
	[i:]	70.07	69.69	69.78	70.30	68.88	69.74	70.56	69.09	71.19
/e/	[e]	66.51	67.79	66.36	62.80	68.46	68.50	68.12	66.60	66.01
	[e:]	70.86	72.73	71.08	72.38	73.17	70.41	71.24	69.72	69.41
/ɛ/	[ɛ]	73.10	67.07	66.45	69.58	70.47	70.03	67.46	63.97	67.76
	[ɛ:]	72.56	70.85	74.48	70.08	72.36	68.70	71.17	71.38	71.43
/ə/	[ə]	72.92	69.38	66.79	68.04	67.74	68.59	65.83	71.48	68.87
		67.68	77.31	67.96	70.99	72.01	70.62	73.46	70.75	70.96
/a/	[a]	74.51	77.48	73.88	77.85	68.99	69.63	66.75	67.74	67.33
	[a:]	69.33	71.17	71.26	71.85	67.58	70.00	69.40	70.55	69.10
/u/	[u]	67.94	72.43	71.62	66.03	67.33	64.33	67.31	65.06	68.14
	[u:]	70.78	70.70	68.21	70.27	68.89	70.65	68.17	73.01	69.20
/o/	[o]	65.89	72.18	72.82	68.22	66.16	64.78	63.63	65.45	65.23
	[o:]	70.12	69.47	70.15	69.85	66.25	68.00	69.85	70.77	67.39
/ɔ/	[ɔ]	67.32	70.77	68.22	72.11	70.55	65.68	69.05	72.28	70.18
	[ɔ:]	71.87	68.50	71.79	70.70	70.13	67.67	71.29	68.82	72.61

ผู้บอกภาษาคนที่ 5 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	64.77	63.96	64.19	62.06	62.20	63.63	70.11	63.36	63.81
	[ɛ̃:]	65.38	63.20	62.75	62.67	62.32	63.14	63.13	61.88	62.47
/ã/	[ã]	65.53	61.59	62.79	62.07	62.87	62.84	70.05	66.90	62.64
	[ã:]	67.99	69.19	67.90	78.23	76.51	66.90	64.48	66.79	67.41
/ĩ/	[ĩ]	67.12	66.60	66.65	64.90	71.83	64.69	69.98	65.72	66.70
/õ/	[õ]	65.30	61.31	63.37	64.55	62.97	68.20	62.22	61.07	63.43
	[õ:]	64.01	64.25	63.95	64.59	63.50	63.05	63.39	63.62	62.17

ผู้บอกภาษาคนที่ 6 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	63.13	63.91	64.34	63.79	63.53	62.40	60.01	62.45	62.80
	[i:]	67.15	64.38	65.57	64.08	63.38	65.34	65.01	63.74	63.51
/e/	[e]	65.58	64.39	65.33	63.17	61.25	64.07	63.18	65.43	65.09
	[e:]	66.89	65.84	68.98	67.28	69.61	64.06	65.19	64.59	66.92
/ɛ/	[ɛ]	66.85	66.94	65.01	68.73	66.39	65.76	67.75	65.32	64.25
	[ɛ:]	66.29	68.12	67.29	64.69	65.74	66.49	66.82	65.55	66.87
/ə/	[ə]	70.49	69.46	69.27	65.06	68.73	66.95	65.19	66.93	69.99
		68.07	69.93	68.96	69.19	69.47	68.67	68.44	67.84	67.06
/a/	[a]	69.06	66.33	68.21	66.65	65.05	66.15	66.22	62.82	66.70
	[a:]	66.80	64.60	64.46	65.80	65.63	65.28	65.83	65.98	65.47
/u/	[u]	65.94	60.95	64.55	66.04	63.06	63.82	62.23	63.68	62.17
	[u:]	63.58	63.59	63.40	63.93	63.39	64.92	63.59	63.48	63.66
/o/	[o]	69.59	65.08	71.31	62.00	65.53	65.23	65.92	67.01	63.72
	[o:]	66.52	66.26	66.23	66.26	65.58	65.48	67.77	66.41	67.12
/ɔ/	[ɔ]	66.92	62.11	68.21	68.08	69.69	62.20	64.12	66.73	66.17
	[ɔ:]	68.95	66.20	68.45	64.91	67.10	67.95	65.45	67.24	66.75

ผู้บอกภาษาคนที่ 6 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	62.14	63.51	63.31	64.09	61.82	63.11	61.13	62.27	62.43
	[ɛ̃:]	59.41	62.55	63.09	63.58	62.45	61.89	61.96	63.15	62.01
/ã/	[ã]	66.96	64.69	64.73	63.54	66.97	64.46	66.13	64.87	67.00
	[ã:]	65.44	64.68	64.72	64.12	65.54	66.41	62.40	64.38	64.19
/ĩ/	[ĩ]	70.42	68.94	67.03	60.32	63.20	61.46	66.40	62.68	70.15
/õ/	[õ]	63.05	64.18	65.37	62.79	63.92	63.24	65.49	63.14	62.20
	[õ:]	63.22	69.22	61.41	64.91	64.47	69.08	68.34	65.00	63.17

ผู้บอกภาษาคนที่ 7 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	68.92	66.37	67.18	65.29	68.97	69.11	68.88	67.01	66.59
	[i:]	70.45	71.82	67.08	66.59	65.59	64.01	63.03	65.95	65.12
/e/	[e]	70.13	68.90	67.67	67.59	68.35	69.55	69.46	65.73	68.31
	[e:]	67.34	69.39	70.13	69.52	69.52	66.83	69.15	67.95	65.64
/ɛ/	[ɛ]	64.21	67.76	74.62	66.25	73.99	66.75	66.67	64.66	66.24
	[ɛ:]	70.05	67.14	65.79	69.13	68.75	69.59	68.33	65.16	67.95
/ə/	[ə]	68.76	66.15	69.88	75.25	70.93	69.70	68.70	73.03	71.66
		71.20	75.11	70.26	70.18	71.57	69.14	71.29	73.25	68.17
/a/	[a]	68.13	67.68	68.94	66.44	68.66	68.22	67.41	69.21	68.55
	[a:]	67.16	69.36	70.72	68.60	68.63	70.13	69.46	67.65	68.72
/u/	[u]	68.28	66.74	68.91	65.80	66.92	68.70	66.67	68.00	69.04
	[u:]	66.14	69.40	66.83	69.12	67.28	67.72	65.26	69.02	66.17
/o/	[o]	68.92	68.93	67.35	69.62	67.55	69.10	65.70	68.45	67.01
	[o:]	68.02	67.03	69.84	68.91	68.07	67.91	72.43	65.28	64.92
/ɔ/	[ɔ]	70.26	69.79	71.52	70.61	76.83	70.77	75.92	68.68	70.33
	[ɔ:]	69.46	70.10	69.16	67.80	69.42	67.48	66.92	67.03	68.16

ผู้บอกภาษาคนที่ 7 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	68.27	67.40	68.32	68.51	66.85	69.17	66.66	67.24	68.58
	[ɛ̃:]	65.25	67.56	66.47	66.53	68.74	68.01	66.28	66.19	64.85
/ã/	[ã]	70.19	69.26	69.50	69.14	72.40	70.51	74.90	69.66	70.20
	[ã:]	69.97	68.74	71.48	68.49	68.17	73.72	70.91	69.59	68.17
/ĩ/	[ĩ]	69.52	69.02	70.13	69.08	68.80	67.41	72.78	70.39	70.13
/õ/	[õ]	68.91	67.48	69.34	66.89	68.06	68.68	68.82	71.81	69.13
	[õ:]	69.50	66.47	67.30	69.21	67.34	67.79	70.33	67.92	69.06

ผู้บอกภาษาคนที่ 8 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	64.19	67.59	66.43	63.89	65.54	65.53	62.60	65.67	62.78
	[i:]	66.27	64.02	65.73	62.65	65.99	62.79	64.07	65.62	65.73
/e/	[e]	67.76	67.09	68.76	66.50	65.86	66.84	64.39	66.92	66.25
	[e:]	67.50	66.54	68.54	64.26	66.11	64.04	65.64	66.16	65.09
/ɛ/	[ɛ]	66.94	65.69	66.72	65.62	65.46	68.22	68.45	66.43	66.52
	[ɛ:]	69.03	67.67	68.15	67.31	70.19	66.33	67.09	69.97	71.48
/ə/	[ə]	70.90	71.71	67.52	70.91	69.05	70.24	70.98	70.47	71.12
		70.81	69.16	69.10	71.06	69.96	71.29	67.53	68.64	68.72
/a/	[a]	69.16	69.48	70.77	67.63	69.65	70.77	68.17	70.45	69.58
	[a:]	69.43	69.68	69.23	68.28	69.04	66.59	68.06	70.16	68.06
/u/	[u]	67.34	66.43	65.57	65.74	64.13	64.49	66.59	67.33	65.14
	[u:]	63.48	64.79	64.31	64.94	65.33	64.61	65.43	66.27	65.66
/o/	[o]	66.07	66.98	66.56	63.22	64.18	64.85	65.00	66.04	64.76
	[o:]	67.45	67.14	67.56	67.75	67.98	67.12	67.05	68.77	69.86
/ɔ/	[ɔ]	67.09	67.20	66.85	64.61	66.36	66.69	64.31	64.99	66.00
	[ɔ:]	67.74	68.17	69.22	67.40	65.91	66.25	66.06	67.33	68.01

ผู้บอกภาษาคนที่ 8 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	68.52	66.00	65.31	67.93	71.14	67.28	66.98	66.32	64.86
	[ɛ̃:]	66.22	63.92	65.66	64.42	62.47	63.66	62.87	61.22	62.61
/ã/	[ã]	64.09	62.59	65.17	68.31	65.77	62.70	63.33	64.67	65.38
	[ã:]	70.26	65.45	66.97	66.32	66.59	67.63	66.82	65.59	64.61
/ĩ/	[ĩ]	64.35	64.37	65.78	64.96	64.82	64.36	64.00	65.05	63.87
/õ/	[õ]	65.01	65.77	63.89	64.54	64.66	61.84	64.65	63.40	64.45
	[õ:]	65.71	63.86	63.50	64.17	63.75	63.65	61.52	64.28	61.22

ผู้บอกภาษาคนที่ 9 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	68.82	68.35	67.25	65.74	66.48	69.33	67.72	69.27	66.99
	[i:]	73.08	68.83	71.12	69.73	69.40	67.84	66.88	68.25	69.92
/e/	[e]	67.71	67.99	67.22	63.45	67.55	68.45	68.85	67.03	68.70
	[e:]	69.25	68.40	67.83	70.47	69.83	69.33	70.26	69.92	71.14
/ɛ/	[ɛ]	66.75	68.55	65.99	65.56	70.52	68.51	68.33	67.73	66.52
	[ɛ:]	68.61	69.74	68.90	67.67	67.92	70.14	68.03	69.70	69.79
/ə/	[ə]	69.53	69.01	68.63	69.45	66.88	69.41	67.92	70.03	67.43
		70.69	71.34	69.21	68.81	70.38	70.79	69.18	68.89	66.91
/a/	[a]	69.59	74.49	72.20	70.19	69.96	68.18	70.12	68.24	71.91
	[a:]	71.62	69.74	72.50	70.51	69.31	67.24	67.94	69.65	70.15
/u/	[u]	66.73	67.29	68.50	69.31	68.48	69.49	68.05	69.15	67.78
	[u:]	68.89	72.24	70.27	70.86	70.55	67.84	68.40	68.99	69.99
/o/	[o]	71.69	69.20	69.36	69.36	68.88	68.98	65.92	67.30	67.33
	[o:]	71.11	69.39	70.29	69.63	69.50	70.72	70.29	68.05	70.12
/ɔ/	[ɔ]	68.64	71.04	71.58	68.45	65.74	66.54	67.91	69.42	69.28
	[ɔ:]	69.99	70.61	70.90	67.85	70.49	68.15	67.72	67.74	69.29

ผู้บอกภาษาคนที่ 9 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	65.25	67.09	69.74	65.70	63.35	63.12	66.07	65.01	63.46
	[ɛ̃:]	65.57	67.19	67.17	67.86	64.61	66.85	64.86	64.10	65.23
/ã/	[ã]	68.30	65.57	66.21	65.51	66.57	66.92	65.57	66.63	65.75
	[ã:]	67.05	66.72	66.16	68.24	67.79	66.55	66.65	66.82	67.43
/ĩ/	[ĩ]	66.89	71.30	69.68	68.96	69.01	68.16	69.87	63.63	65.52
/õ/	[õ]	65.84	66.79	68.68	65.94	65.24	66.02	66.67	65.56	66.46
	[õ:]	66.67	66.91	66.28	66.95	66.06	66.81	67.34	67.18	66.11



ผู้บอกภาษาคนที่ 10 (เสียงสระเดี่ยวธรรมดา)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/i/	[i]	70.94	69.62	70.53	70.58	68.71	67.56	66.87	70.34	68.26
	[i:]	73.25	71.58	68.67	70.18	70.26	72.47	70.93	68.04	72.29
/e/	[e]	68.83	69.45	68.00	70.02	68.72	69.20	67.63	69.23	67.37
	[e:]	70.72	72.04	72.88	71.12	72.03	71.12	71.22	71.86	72.03
/ɛ/	[ɛ]	71.99	71.44	67.63	70.21	70.50	70.33	70.45	69.66	69.17
	[ɛ:]	73.85	71.43	72.09	73.13	71.45	69.76	70.77	72.36	70.93
/ə/	[ə]	72.97	72.41	75.87	75.99	73.41	67.75	71.22	72.65	73.28
		70.34	66.10	72.05	73.12	71.40	73.41	72.53	72.35	73.00
/a/	[a]	72.56	74.38	73.27	71.92	72.63	72.81	69.47	72.26	71.06
	[a:]	69.91	71.48	69.49	71.59	72.28	71.02	69.70	69.26	71.06
/u/	[u]	65.76	68.70	68.83	66.00	66.01	67.30	65.95	69.35	66.65
	[u:]	69.48	74.12	71.78	70.57	71.98	71.16	69.82	73.22	70.58
/o/	[o]	69.83	69.57	68.38	72.42	68.06	69.27	68.27	70.32	66.42
	[o:]	73.84	72.79	72.99	71.68	72.08	71.22	72.22	71.95	70.08
/ɔ/	[ɔ]	74.56	72.66	72.79	69.33	70.68	71.46	69.07	68.74	72.79
	[ɔ:]	71.51	71.18	71.75	71.91	70.92	71.71	70.44	72.19	72.87

ผู้บอกภาษาคนที่ 10 (เสียงสระเดี่ยวนาสิก)

สระ		ค่าความเข้ม (เดซิเบล)								
/ɛ̃/	[ɛ̃]	64.82	66.51	67.74	64.40	65.64	65.99	65.99	64.98	65.07
	[ɛ̃:]	68.21	66.96	68.11	65.91	66.20	66.68	67.91	69.15	66.17
/ã/	[ã]	66.52	65.69	68.62	65.05	66.18	66.68	62.95	65.35	69.00
	[ã:]	69.16	69.29	70.93	69.20	70.11	69.72	70.21	70.20	70.70
/ĩ/	[ĩ]	65.26	65.60	66.94	66.01	67.22	64.74	66.01	64.30	65.95
/õ/	[õ]	65.95	68.54	64.73	64.82	66.16	64.51	65.31	66.62	63.06
	[õ:]	68.35	69.73	68.53	69.24	66.80	67.78	69.27	65.90	69.37

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกัญญารัตน์ เอี่ยมวันทอง เกิดเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2520 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภาษาอังกฤษ จาก คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรอักษรศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2548



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย