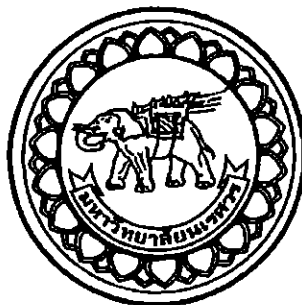


อภินิมิตนาการ



ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความไม่เหมาะสมของสัดส่วนร่างกายกับขนาด  
เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน และผลที่ได้จากแบบสอบถาม

AN ASSOCIATION BETWEEN STUDENTS' ANTHROPOMETRIC DATA  
MISMATCH WITH THE DIMENSIONS OF CHAIRS WITH MOUNTED  
DESKTOP AND THE RESULTS FROM SURVEY

นายจิรพันธ์ พรหมงาม

รหัส 55360345

นายเจษฎา โยธิน

รหัส 55360352

11/2/2561

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

วันลงทะเบียน 27 ส.ค. 2561

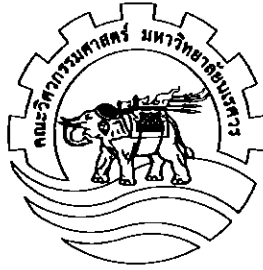
เลขทะเบียน 49237649

ปี 2561

เลขเรียกหนังสือ 0.494.4

2561

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์  
ปีการศึกษา 2558



## ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงการ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความไม่เหมาะสมของสัดส่วนร่างกายกับขนาด  
เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน และผลที่ได้จากแบบสอบถาม

ผู้ดำเนินโครงการ นายจิรพันธ์ พรหมงาม รหัส 55360345  
นายเจษฎา โยธิน รหัส 55360352

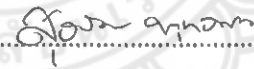
ที่ปรึกษาโครงการ ดร. สุธนิตย์ พุทธพนม


สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

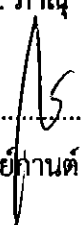
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุมัติให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

.....ที่ปรึกษาโครงการ  
(ดร. สุธนิตย์ พุทธพนม)

.....กรรมการ  
(ผศ.ดร. ภาณุ บูรณจารุกร)

.....กรรมการ  
(อาจารย์กานต์ สิวฒนาyingyong)

ชื่อหัวข้อโครงการ	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความไม่เหมาะสมของสัดส่วนร่างกายกับขนาด เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน และผลที่ได้จากแบบสอบถาม		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายจิรพันธ์	พรมงาม	รหัส 55360345
	นายเจษฎา	โยธิน	รหัส 55360352
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร. สุธินิตย์	พุทธพนม	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2558		

### บทคัดย่อ

การประหยัดพื้นที่การใช้งาน และค่าใช้จ่ายถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ จึงได้มีการนำเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน (เก้าอี้เล็กเซอร์) มาใช้งานกันอย่างแพร่หลายในมหาวิทยาลัยในประเทศไทย รวมทั้งมหาวิทยาลัยนเรศวร แต่อย่างไรก็ตามการให้ความสนใจขนาดของโต๊ะเก้าอี้ที่ถูกต้องตามหลักของการยศาสตร์ยังมีน้อย ได้มีการศึกษาผลกระทบของการใช้โต๊ะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน พบว่า มีผลกระทบหลายด้านทั้งด้านการเรียน และร่างกาย เช่น การนั่งโต๊ะเก้าอี้ในลักษณะท่าทางที่ผิดจะทำให้ไม่มีสมาธิในการเรียน และส่งผลให้การเรียนรู้อดลง ปกติแล้วในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปในโรงเรียนจะมีสมการที่ถูกสร้างมาเพื่อใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมอยู่แล้ว แต่ยังไม่มื่อสมการที่ใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ดังนั้นโครงการจึงมีแนวความคิดที่จะนำสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมสำหรับโต๊ะเก้าอี้ปกติทั่วไป มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

โครงการนี้เริ่มจากการเลือกขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนว่าขนาดเก้าอี้ใดบ้างที่จะทำการศึกษา และเลือกใช้อสมการที่ใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมขนาดต่างๆ เหล่านั้น จากนั้นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความไม่เหมาะสมระหว่างขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน และสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานถูกพัฒนาขึ้นมา โดยผลของการประเมินจากการใช้อสมการถูกเปรียบเทียบกับผลจากแบบสอบถามโดยมีการให้คะแนนซึ่งมีการคำนวณเหมือนกับทฤษฎีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of item-Objective Congruence : IOC) คือ ถ้าผลจากนิติตคนหนึ่ง มีผลที่ได้จากแบบสอบถามและผลที่ได้จากอสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปมีความสอดคล้องกัน จะมีคะแนนความสอดคล้องจะเพิ่มขึ้น 1 คะแนน แต่ถ้าผลที่ได้แตกต่างกันคะแนนความสอดคล้องจะลดลง 1 คะแนน จากนั้นอสมการใดที่มีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 0.50 จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ แต่ถ้าอสมการใดที่มีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยต่ำกว่า 0.50 จะไม่สามารถ

นำมาประยุกต์ใช้ได้ อสมการใหม่จะถูกนำเสนอเพื่อใช้แทนอสมการที่มีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยน้อยกว่า 0.50 อสมการใหม่ถูกพัฒนาปรับปรุงและทดสอบจนกว่าจะมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 0.50

กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 349 คน (เพศชาย 198 คน, เพศหญิง 151คน) โดยได้ทำการศึกษาขนาดความสูงของที่นั่ง (SH) ความลึกของที่นั่ง (SD) ความกว้างของที่นั่ง (SW) ความสูงของพนักพิง (UEB) ความสูงของแผ่นรองเขียน (SDH) และใช้อสมการในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป 5 อสมการ ส่วนใหญ่ของอสมการผ่านการตรวจสอบ ยกเว้นอสมการตรวจสอบความสูงของแผ่นรองเขียน โดยมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย ดังนี้ SH = 0.57, SD = 0.53, SW = 0.66, UEB = 0.51 และ SDH = -0.163 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้น อสมการ SH, SD, SW และ UEB สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ แต่อย่างไรก็ตามอสมการที่ใช้ในการตรวจสอบ SDH จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงขึ้นมาใหม่

ระยะโฟกัสของสายตาได้นำมาพิจารณาเพื่อพัฒนาปรับปรุงขอบล่างของอสมการ และเป็นเพราะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนจะมีด้านข้างของแผ่นรองเขียน ซึ่งทำหน้าที่เหมือนกับที่พักแขน ดังนั้นแขนสามารถยกขึ้นสูงได้โดยไม่ปวดเมื่อย ขอบบนของอสมการจึงมีค่าสูง ผลการประเมินโดยใช้อสมการ SDH ใหม่ และผลการประเมินจากแบบสอบถามที่มีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยเพิ่มเป็น 0.58 คะแนน

เพื่อทดสอบว่าอสมการที่ผ่านการตรวจสอบและพัฒนาปรับปรุงใหม่สามารถใช้ประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างกลุ่มตัวอย่างใหม่และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่ได้หรือไม่ กลุ่มตัวอย่างใหม่ประกอบด้วยนิสิต จำนวน 30 คน (เพศชาย 15 คน, เพศหญิง 15 คน) จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ได้ตอบแบบสอบถามในขณะที่นั่งบนเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนอีกแบบหนึ่งที่ต่างจากแบบที่ใช้ในศึกษา ซึ่งเก้าอี้แบบใหม่นี้เป็นเก้าอี้ที่มีโซ่อย่างแพร่หลายในคณะศึกษาศาสตร์ พร้อมทั้งมีการวัดสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างใหม่ ผลของการเปรียบเทียบการประเมินความไม่เหมาะสมจากอสมการและแบบสอบถามมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย คือ SH = 0.53, SD = 0.53, SW = 0.67, UEB = 0.53 และ SDH = 0.67 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 0.50 คะแนน

<b>Project title</b>	An Association between Students' Anthropometric data Mismatch with the Dimensions of Chairs with Mounted Desktop and the Results from Survey		
<b>Name</b>	Mr. Jirapon Promngam	ID.	55360345
	Mr. Jetsada Yotin	ID.	55360352
<b>Project advisor</b>	Dr. Sutanit Puttapanom		
<b>Major</b>	Industrial Engineering		
<b>Department</b>	Industrial Engineering		
<b>Academic year</b>	2015		

---

### Abstract

Space and cost savings are primary reasons that chairs with mounted desktop are generally used in Thai Universities including Naresuan University. However, little attention has been paid to ergonomic sizes for this kind of chairs, leading to discomfort among the students while using the chairs. It has been proved in many previous studies that there are numerous negative effects of using unsuitable school furniture. For example, awkward and uncomfortable sitting can distract students from concentration in learning. Normally, to evaluate the mismatch between anthropometric characteristics and the dimensions of school desks and chairs, the well-defined mismatch equations are used. However, there are not mismatch equations specifically for defining the mismatch between users and chairs with mounted desktop. Therefore, in this project, the selected criteria equations for school desks and chairs were studied to define that whether or not these equations can be applied to evaluate chairs with mounted desktop.

The project was begun by selecting the dimensions of the chairs with mounted desktop and corresponding criteria equations. The questionnaire asking how suitable of the chair's dimensions to the user's anthropometric characteristics was then created. The evaluation results from the mismatch equations and from the questionnaire were compared. The degree of congruence between these two results was calculated the same way as the index of item-objective congruence. If the results from a student were the same from the evaluated mismatch equation and

the questionnaire, the congruence score of that equation increased by 1 and if otherwise, the congruence score of that equation decreased by 1. The mismatch equations that had average scores more than or equal to 0.5 will be considered. The new mismatch equations were proposed to replace the mismatch equations that had average score less than 0.5.

Then, to verify the approved equations and the new proposed equations, the new a group of students were selected to perform the test with new set of mismatch equations.

The sample consisted of 349 students (198 males and 151 females) from School of Engineering. Seat height (SH), Seat depth (SD), Seat width (SW), Upper edge of backrest (UEB) and Seat to desk height (SDH) dimensions and five corresponding mismatch equations were selected. Most of mismatch equations excepted SDH equations had average scores more than 0.5; SH = 0.57, SD = 0.53, SW = 0.66, UEB = 0.51 and SDH = -0.163. Therefore, corresponding mismatch equations for SH, SD, SW and UEB could be used to evaluate the mismatch between students and chairs with mounted desktop. However, the mismatch equation for SDH was needed to be improved. The eye focus distance for reading and writing was added to consideration to improve SDH. Also, because chairs with mounted desktop had side desktop performed as an armrest, the arms could be raised a little bit higher. Thus, the upper limit of SDH could be increased. The results from the new SDH mismatch equation and from questionnaire were compared. The score of congruence was increased to 0.58.

To validate the approved and improved mismatch equations, the new sample consisted of 30 students (15 males and 15 females) from school of education were asked to answer the questionnaire while sitting on the different kind of chairs with mounted desktop. This new kind of chairs was widely used in school of education. Also, the anthropometric measurements were taken from the new sample. The results from the mismatch equations and the questionnaire were compared. The average scores of congruence for all mismatch equations were more than 0.5; SH = 0.53, SD = 0.53, SW = 0.67, UEB = 0.53 and SDH = 0.67.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่ง ของ ดร. สุธินิตย์ พุทธิพนม อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ เสียสละเวลาให้คำชี้แนะ แนะนำ ข้อคิดเห็น รวมทั้งวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆ ในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้มาโดยตลอด ทำให้ผู้ดำเนินโครงการสามารถทำปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ สมบูรณ์ได้

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ภาณุ บุรณจรรุกร และอาจารย์กานต์ สีวิฒนาที่ยังง ที่กรุณาเป็น คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษา ชี้แนะ ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็น ประโยชน์ ตลอดจนเป็นผู้ตรวจรูปแบบของปริญญาานิพนธ์เล่มนี้

ท้ายนี้ ผู้ดำเนินโครงการปริญญาานิพนธ์ใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การดูแล และอบรมสั่งสอน และให้กำลังใจเสมอมา ตลอดจนการดำเนินโครงการจนสำเร็จการศึกษา



ผู้ดำเนินโครงการ  
นายจิรพันธ์ พรหมงาม  
นายเจษฎา โยธิน  
เมษายน 2559

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract).....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....	2
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ.....	2
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ.....	2
1.5.1 การวัดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	2
1.5.2 การวัดสัดส่วนของร่างกาย.....	2
1.5.3 อสมการที่ใช้ในการตรวจสอบ.....	3
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ.....	3
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ.....	3
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ.....	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....	5
2.1 ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับการยศาสตร์.....	5
2.1.1 นิยามความหมาย.....	5
2.1.2 หลักของการยศาสตร์สำหรับเก้าอี้.....	5
2.1.3 หลักของการยศาสตร์สำหรับโต๊ะ.....	6
2.2 ความแตกต่างระหว่างโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	6
2.3 เครื่องมือเก็บที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	7
2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการจัดทำโครงการ.....	8
2.5 การเลือกใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	8



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.1 ลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย.....	8
2.5.2 ระยะเวลาที่ใช้ในกรณีที่มีระยะเวลาจำกัด.....	9
2.6 แบบสอบถาม (Questionnaire).....	9
2.6.1 ลักษณะของแบบสอบถาม.....	9
2.6.2 โครงสร้างของแบบสอบถาม.....	10
2.6.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม.....	10
2.6.4 เทคนิคการตั้งคำถาม.....	11
2.6.5 ข้อดีและข้อเสียของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม.....	12
2.7 การปรับปรุงแบบสอบถาม.....	13
2.8 การตรวจสอบเครื่องมือคุณภาพงานวิจัย.....	14
2.9 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Population and Sample).....	14
2.9.1 ประชากร (Population).....	14
2.9.2 กลุ่มตัวอย่าง (Sample).....	15
2.9.3 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size Determination).....	15
2.10 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	17
2.10.1 ความสำคัญของสถิติเพื่อการวิจัย.....	17
2.10.2 สถิติแบ่งเป็น 2 ประเภท.....	17
2.11 ระเบียบวิธีทางสถิติ.....	18
2.12 โปรแกรม Microsoft Excel.....	19
2.12.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Microsoft Excel.....	20
2.12.2 การพิมพ์สูตรและการใช้สูตรฟังก์ชันของโปรแกรม Microsoft Excel.....	20
2.13 โปรแกรม Minitab.....	24
2.13.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม Minitab16.....	24
2.13.2 การใช้คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ.....	25
2.13.3 การตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล.....	26
2.14 ระยะเวลาพักสายตา.....	26
2.15 ช่วงของการเคลื่อนไหว.....	27
2.16 วิธีการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	28
2.16.1 งานวิจัยต่างประเทศ.....	28
2.16.2 งานวิจัยในประเทศไทย.....	30

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.16.3 รวบรวมอสมการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกาย กับขนาดโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป.....	31
<b>บทที่ 3</b> วิธีการดำเนินโครงการ.....	32
3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น.....	34
3.2 การจัดทำแบบสอบถาม.....	34
3.3 การวางแผนการเก็บข้อมูล.....	35
3.4 การวิเคราะห์ผล.....	37
3.5 ตัวอย่างขั้นตอนการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบสอบถาม.....	37
3.6 การพัฒนาปรับปรุงอสมการ.....	38
3.7 การทดสอบอสมการ.....	38
3.8 สรุปและจัดทำรูปเล่มโครงการ.....	38
<b>บทที่ 4</b> ผลการดำเนินโครงการ.....	39
4.1 ผลจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวิจัย.....	39
4.2 ผลการศึกษาและรวบรวมอสมการที่ใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสม.....	40
4.2.1 อสมการตรวจสอบความกว้างของที่นั่ง.....	40
4.2.2 อสมการตรวจสอบความสูงของที่นั่ง.....	40
4.2.3 อสมการตรวจสอบความลึกของที่นั่ง.....	40
4.2.4 อสมการตรวจสอบความสูงของพนักพิง.....	41
4.2.5 อสมการตรวจสอบความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง.....	41
4.3 ผลการศึกษาและค้นหาวิธีการให้คะแนนความสอดคล้องของอสมการ.....	41
4.4 ผลการจัดทำแบบสอบถามส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ.....	42
4.5 ผลการเก็บข้อมูลขนาดโต๊ะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนและแบบสอบถาม.....	44
4.6 ผลการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกาย ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล.....	44
4.6.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล.....	44
4.6.2 ค่าสถิติของข้อมูลกลุ่มตัวอย่างและสัดส่วนร่างกาย.....	45
4.6.3 ผลการตรวจสอบอสมการประเมินความไม่เหมาะสมและวิเคราะห์ผล.....	47
4.6.4 พัฒนาปรับปรุงอสมการที่ไม่ผ่านและทำการตรวจสอบ.....	49
4.7 สรุปผลการตรวจสอบอสมการประเมินความไม่เหมาะสม.....	51

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.8 ทดสอบชุดอสมการประเมินความไม่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างใหม่ และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่.....	51
4.8.1 เก็บข้อมูลเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่.....	51
4.8.2 เก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างใหม่ และตรวจสอบความถูกต้อง.....	52
4.8.3 ผลการทดสอบชุดอสมการประเมินความไม่เหมาะสม ของกลุ่มตัวอย่างใหม่.....	54
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	55
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	55
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	58
เอกสารอ้างอิง.....	59
ภาคผนวก.....	61
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	63

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ.....	4
2.1 ความแตกต่างระหว่างโต๊ะเก้าอี้ปกติทั่วไปกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	6
2.2 แสดงขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จำแนกตามระดับค่าความคลาดเคลื่อนของ Taro Yamane.....	16
2.3 ช่วงการเคลื่อนไหว (Range of Motion).....	27
3.1 ตัวอย่างการวัดสัดส่วนข้อมูลจากผู้ใช้งาน.....	37
4.1 วัดคุณสมบัติของข้อคำถาม.....	42
4.2 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับความพึงพอใจ และความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	43
4.3 แสดงค่าสถิติสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 349).....	45
4.4 แสดงค่าสถิติสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 198).....	46
4.5 แสดงค่าสถิติสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 151).....	46
4.6 ตัวอย่างการเปรียบเทียบผลจากอสมการความสูงของนักฟิสิกส์กับผลจากแบบสอบถาม.....	47
4.7 คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละอสมการ.....	48
4.8 แสดงค่าสถิติสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 30).....	53
4.9 แสดงค่าสถิติสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 15).....	53
4.10 แสดงค่าสถิติสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 15).....	54
4.11 คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละอสมการของกลุ่มตัวอย่างใหม่.....	54
5.1 คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละอสมการ.....	56
5.2 ตารางเปรียบเทียบผลคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยจากอสมการ และแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างเดิมกับกลุ่มตัวอย่างใหม่.....	57

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะโต๊ะเก้าอี้ปกติทั่วไป.....	7
2.2 ลักษณะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	7
2.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Microsoft Excel.....	19
2.4 การพิมพ์แบบสมการคณิตศาสตร์.....	19
2.5 การพิมพ์แบบใช้สูตรฟังก์ชัน.....	21
2.6 การใช้สูตรฟังก์ชันบนกลุ่มคำสั่งริบบอนในแถบหน้าแรก.....	22
2.7 การใช้สูตรฟังก์ชันบนกลุ่มคำสั่งริบบอนในแถบสูตร.....	22
2.8 การใช้สูตรฟังก์ชันบนแถบแสดงชื่อ.....	23
2.9 ส่วนประกอบของโปรแกรม Minitab.....	24
2.10 ส่วนประกอบของแผ่นงาน.....	25
2.11 เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ.....	25
2.12 กราฟการกระจายตัวของข้อมูลแบบปกติ.....	26
2.13 ช่วงในการเคลื่อนไหวในข้อต่อส่วนต่างๆ.....	28
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน.....	32
3.2 การวัดขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	35
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนของร่างกาย.....	36
3.4 การวัดสัดส่วนร่างกาย.....	36
3.7 ตัวอย่างจากแบบสอบถาม.....	37
4.1 การวัดขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	44
4.2 กราฟการกระจายแบบปกติของข้อมูลความสูงและดัชนีมวลกาย.....	45
4.3 ลักษณะโต๊ะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่.....	51
4.4 กราฟการกระจายแบบปกติของข้อมูลความสูงและดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างใหม่.....	52

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

จากประสบการณ์ การสังเกตและสอบถามการใช้งานเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่า ขณะที่นิสิตนั่งเรียนและนั่งสอบ นิสิตส่วนใหญ่จะมีอาการปวดเมื่อยตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย และรู้สึกไม่สะดวกสบายต่อการเคลื่อนไหวร่างกาย เกิดความล่าช้าจากการนั่งเรียนในลักษณะท่าทางที่ไม่ถูกต้องอาจเป็นผลเนื่องจากขนาดของเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกาย จากผลการวิจัย พบว่า การนั่งเก้าอี้ที่มีขนาดไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายจะส่งผลเสียต่อร่างกาย และการเรียน เช่น เข้าใจในบทเรียนน้อยลง ความสามารถในการทำข้อสอบต่ำลง และเมื่อเข้าสู่วัยทำงานจะมีอาการปวดหลัง เป็นต้น

นักวิจัยหลายท่านได้ทำการวิจัยเพื่อหาหลักการเปรียบเทียบความไม่เหมาะสมของสัดส่วนร่างกายกับขนาดโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป และได้นำเสนอสมการเพื่อประเมินความไม่เหมาะสม หลังจากนั้น อสมการต่างๆ เหล่านั้นได้ถูกนำมาเผยแพร่ และใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ยังไม่มื่อสมการที่ใช้ในการประเมินความไม่เหมาะสมของสัดส่วนร่างกายกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

ทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะนำอสมการต่างๆ เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน เนื่องจากเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีความแตกต่างจากโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป เช่น ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับเก้าอี้ไม่สามารถปรับเข้า - ออกได้ แผ่นรองเขียนกับเก้าอี้ยึดติดกันทำให้ยากต่อการเคลื่อนไหว เป็นต้น ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำจึงทำการทดสอบผลของอสมการที่ใช้ในการประเมินความไม่เหมาะสมว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน โดยเปรียบเทียบผลความไม่เหมาะสมของอสมการ และผลจากแบบสอบถาม ถ้าผลมีความสอดคล้องกันแสดงว่าอสมการนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนนั้นได้ หากไม่สอดคล้องจะพัฒนาปรับปรุงอสมการเพื่อให้อสมการนั้นสามารถนำมาใช้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาความสอดคล้องระหว่างผลลัพธ์ของการทดสอบความไม่เหมาะสมของสัดส่วนของร่างกายกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนจากอสมการ และผลที่ได้จากแบบสอบถาม ของนิสิตชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยใช้การวิเคราะห์เชิงสถิติ ดัชนีการชี้วัดความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ

### 1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

อสมการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนทั้ง 5 ขนาด (ความกว้างของที่นั่ง ความสูงของที่นั่ง ความลึกของที่นั่ง ความสูงของพนักพิง และความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง)

### 1.4 เกณฑ์ชี้วัดความสำเร็จ (Outcome)

สามารถนำอสมการทั้ง 5 อสมการ ไปประเมินความไม่เหมาะสมของสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างใหม่ และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่ได้

### 1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ

สุ่มวัดสัดส่วนของร่างกายในกลุ่มนิสิตชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ในปี พ.ศ. 2558 โดยวัดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน และการวัดสัดส่วนของร่างกายที่จะทำการศึกษาในงานวิจัยนี้

#### 1.5.1 การวัดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

1.5.1.1 ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW) วัดในแนวนอนระหว่างขอบด้านซ้ายถึงขอบด้านขวาของเก้าอี้

1.5.1.2 ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH) วัดจากระยะที่ตั้งฉากกับพื้นถึงจุดกึ่งกลางของขอบเก้าอี้ด้านหน้า

1.5.1.3 ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD) วัดระยะจากจุดกึ่งกลางขอบด้านหน้าถึงด้านหลังของที่นั่งของเก้าอี้

1.5.1.4 ความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest : UEB) วัดในแนวตั้งระหว่างพื้นผิวที่นั่งถึงจุดกึ่งกลางขอบบนของพนักพิง

1.5.1.5 ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงแผ่นรองเขียน (Seat Desk Height : SDH) วัดจากพื้นที่นั่งถึงจุดกึ่งกลางขอบบนของแผ่นรองเขียน

#### 1.5.2 การวัดสัดส่วนของร่างกาย

1.5.2.1 ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง (Hip Width : HW) วัดระยะในแนวนอนจากจุดที่กว้างที่สุดของสะโพกขณะนั่ง

1.5.2.2 ความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ (Buttock Popliteal Length : BPL) นั่งให้เข่าตั้งฉากกับเก้าอี้ วัดระยะในแนวนอนจากสะโพกถึงขาพับด้านใน

1.5.2.3 ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) วัดระยะในแนวตั้งจากพื้นที่นั่งถึงใต้ข้อศอก โดยงอข้อศอกให้ตั้งฉากกับพื้น

1.5.2.4 ความสูงของขาพับ (Popliteal Height : PH) นั่งให้เข่าตั้งฉากกับพื้น วัดระยะในแนวตั้งโดยวัดจากพื้นถึงขาพับด้านใน

1.5.2.5 ความสูงของไหล่ขณะนั่ง (Shoulder Height Sitting : SHH) นั่งตัวตรง วัดระยะในแนวตั้งโดยวัดจากพื้นที่นั่งถึงไหล่

### 1.5.3 อสมการที่ใช้ในการตรวจสอบ

1.5.3.1 ความกว้างของที่นั่ง  $1.10HW \leq SW \leq 1.30HW$

1.5.3.2 ความสูงของที่นั่ง  $(PH + SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + SC)\cos 5^\circ$

1.5.3.3 ความลึกของที่นั่ง  $0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL$

1.5.3.4 ความสูงของพนักพิง  $0.60SH \leq UEB \leq 0.80SH$

1.5.3.5 ความสูงของโต๊ะ  $EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.1485SHH$

### 1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ

1.6.1 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6.2 อาคารเรียนรวม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

### 1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2558 ถึง เดือนเมษายน 2559





## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

การศึกษาเรื่อง “ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความไม่เหมาะสมของสัดส่วนของร่างกายกับขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนและผลที่ได้จากแบบสอบถาม” คณะผู้จัดทำได้ศึกษาแนวคิด อสมการ และ ทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ดังนี้

#### 2.1 ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับการยศาสตร์

##### 2.1.1 นิยามความหมาย

Ergonomics มาจากรากคำภาษากรีก 2 คำ คือ Ergos หมายถึง งาน (Work) กับ Nomos แปลว่า กฎธรรมชาติ (Natural law) เมื่อนำทั้งสองคำรวมกันจึงมีความหมายว่า การศึกษา กฎเกณฑ์ในการทำงาน โดยมีเป้าหมายเพื่อที่จะปรับปรุงงานหรือสภาวะในการทำงานให้เข้ากับแต่ละบุคคล โดยใช้ความรู้รวมทั้งกระบวนการและวิธีการต่างๆ ที่เกี่ยวกับร่างกายและจิตใจ

วัตถุประสงค์ของการยศาสตร์ประการแรก คือ การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานหรือ กิจกรรมต่างๆ โดยให้งานนั้นทำได้ง่ายขึ้น ลดข้อผิดพลาด และเพิ่มประสิทธิภาพของงานนั้นๆ ประการที่สอง คือ การเพิ่มคุณค่าอันพึงประสงค์ของมนุษย์ในด้านการเพิ่มความปลอดภัย ลดความเมื่อยล้าและความเครียดจากการทำงาน เพิ่มความสะดวกสบายรวมทั้งเพิ่มการยอมรับ และความพึงพอใจในงาน และพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานให้ดีขึ้น (กิตติ อินทรานนท์ : 2553)

##### 2.1.2 หลักของการยศาสตร์สำหรับเก้าอี้

การดำรงชีวิตในปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการนั่งทำงานเป็นเวลานานๆ เมื่อเก้าอี้ที่เราใช้นั่งทำงานทำให้เกิดความรู้สึกไม่สะดวกสบาย ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ อีกทั้งยังส่งผลไปถึงประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดในการออกแบบเก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์

เก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ หมายถึง เก้าอี้ที่ถูกออกแบบมาให้ถูกต้องตามลักษณะหลัก สรีรศาสตร์ของมนุษย์ ซึ่งทำให้ผู้นั่งได้อย่างสะดวกสบายไม่รู้สึกปวดเมื่อยกล้ามเนื้อคอกลุ่มหนึ่ง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเมื่อยล้า รวมทั้งลดปัญหาสุขภาพของผู้ใช้ในการนั่งทำงานเป็นเวลานานๆ

ประโยชน์ของเก้าอี้ที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์ ลดปัญหาความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ ของร่างกายในขณะที่นั่งทำงานเป็นเวลานานๆ และยังช่วยให้งานที่ทำมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

### 2.1.3 หลักของการยศาสตร์สำหรับโต๊ะ

การออกแบบโต๊ะทำงานควรออกแบบให้มีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่ปฏิบัติ เช่น งานธุรการ งานบัญชี และงานเขียนแบบ เป็นต้น การออกแบบโต๊ะทำงานให้มีความเหมาะสมกับ ผู้ปฏิบัติงานเพื่อป้องกันปัญหาต่างๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อความปลอดภัย และสุขภาพอนามัยในการทำงาน ก็จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ควบคู่กัน

โต๊ะทำงานตามหลักการยศาสตร์ หมายถึง โต๊ะทำงานที่ถูกออกแบบให้มีพื้นที่การใช้งาน ในแนวราบ แนวตั้ง แนวด้านข้างลำตัว และความสูงของโต๊ะ ซึ่งความสูงของโต๊ะทำงานตามหลักการย ศาสตร์ ควรจะมีความสูงที่ระดับพื้นผิวการทำงานได้ระดับข้อศอกของผู้ใช้งาน เพื่อให้สะดวกสบายใน ลักษณะท่าทางการทำงานที่ถูกต้องอย่างเหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในลักษณะการนั่ง การยืน และพื้นที่การใช้งานมีเพียงพอต่อการเคลื่อนไหวร่างกาย และไม่มีการยึดลำตัว หัวไหล่ หรือแขนใน ขณะที่นั่งทำงาน นอกจากนี้ในการออกแบบโต๊ะทำงานตามหลักการยศาสตร์ควรพิจารณาระยะ โฟกัสสายตาของผู้ใช้งานร่วมด้วย เพื่อให้สะดวกสบายในการทำงานที่มีการใช้สายตาเข้ามาเกี่ยวข้อง อยู่ตลอดเวลา

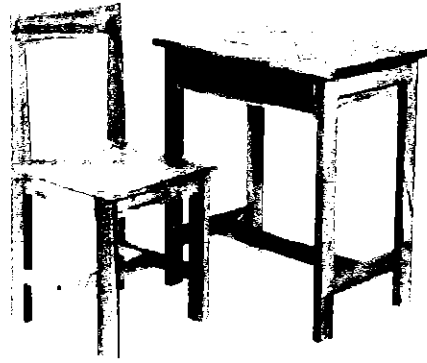
ประโยชน์ของโต๊ะที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์ช่วยให้กล้ามเนื้อแขน กล้ามเนื้อหลัง กล้ามเนื้อไหล่เกิดการผ่อนคลายในขณะที่ปฏิบัติงาน และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ยิ่งขึ้น

### 2.2 ความแตกต่างระหว่างโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

ความแตกต่างระหว่างโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีอยู่หลายประการ ซึ่งลักษณะ ของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปดังรูปที่ 2.1 และลักษณะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนดังรูปที่ 2.2 มีลักษณะที่แตกต่างดัง แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่างโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

คุณลักษณะ	โต๊ะเก้าอี้ทั่วไป	เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน
1. แยกส่วนได้	สามารถแยกส่วนระหว่างเก้าอี้กับโต๊ะได้	ไม่สามารถแยกส่วนระหว่างแผ่นรองเขียนกับเก้าอี้ได้
2. ระยะห่างของโต๊ะและเก้าอี้	สามารถปรับระยะห่างระหว่างโต๊ะและเก้าอี้ได้	ไม่สามารถปรับระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนและเก้าอี้ได้
3. พื้นที่การทำงานของโต๊ะและแผ่นรองเขียน	พื้นที่การทำงานสามารถกำหนดให้มากตามความเหมาะสมและความพึงพอใจ	พื้นที่การทำงานถูกกำหนดด้วยขนาดของเก้าอี้เพื่อความสมดุล
4. ที่พักแขน	ไม่มีที่พักแขน/มีที่พักแขนทั้งสองด้าน	มีแผ่นรองเขียนที่ทำหน้าที่เป็นที่พักแขน และมีด้านขวาตันเดียว
5. ระดับที่พักแขน	ระดับที่พักแขนของเก้าอี้จะอยู่หรือไม่อยู่ระดับเดียวกับความสูงของโต๊ะ	ระดับที่พักแขนอยู่ระดับเดียวกับความสูงของแผ่นรองเขียน



รูปที่ 2.1 ลักษณะโต๊ะเก้าอี้ปกติทั่วไป

ที่มา : <http://market.kapook.com/product-4112>



รูปที่ 2.2 ลักษณะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

### 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อได้ตัวแปรในการจัดทำโครงการเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่สำคัญ คือ การกำหนดตัวแปรต้องถูกกำหนดขึ้นมาอย่างถูกต้อง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และสมมติฐานของโครงการ

การวัด (Measurement) หมายถึง การกำหนดค่าให้กับสิ่งที่ต้องการจะวัด โดยค่าที่ได้สามารถทำให้เห็นถึงความแตกต่างของคุณลักษณะนั้น โดยค่าที่ได้จะแสดงเป็นตัวเลขหรือไม่เป็นตัวเลขก็ได้

การประเมิน (Evaluation) หมายถึง การตัดสินคุณค่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยอาศัยมาตรฐานที่กำหนดขึ้น หรืออาศัยหลักการวัดมาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาควบคู่ไปด้วย

ผลที่ได้จากการวัดตัวแปร “ข้อมูล” โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) คือ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาด้วยตัวเองเพื่อใช้ในการทำโครงการ หรือการทำรายงาน

2.3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) คือ ข้อมูลที่ไม่ได้เก็บรวบรวมมาด้วยตัวเอง แต่เป็นการใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้ว เช่น ข้อมูลจากงานวิจัยอื่น เอกสาร ระเบียบประวัติ เป็นต้น แหล่งของข้อมูลทุติยภูมิต้องมีคุณภาพ น่าเชื่อถือ หรือผู้จัดทำโครงการจะต้องใช้แหล่งข้อมูลหลายแหล่งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (สุวิมล ติรกานันท์, 2548: 101)

## 2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการจัดทำโครงการงาน

### 2.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำโครงการงานมีหลายวิธี ดังนี้

2.4.1.1 การทดสอบ (Testing) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคล โดยทำการทดสอบในสภาพแวดล้อมที่กำหนด เช่น การสอบก่อนเรียน - หลังเรียน การสอบกลางภาค - ปลายภาค เป็นต้น

2.4.1.2 การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ มีการเผชิญหน้าระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ถูกสัมภาษณ์ เช่น การสัมภาษณ์เพื่อรับเข้าทำงาน การรับเข้าศึกษาต่อ เป็นต้น

2.4.1.3 การใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามส่งไปยังกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ เช่น การสอบถามความพึงพอใจในการเข้าใช้งานในห้องสมุดของโรงเรียนแห่งหนึ่ง เป็นต้น

2.4.1.4 การสังเกต (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการให้ผู้จัดทำโครงการงานเข้าไปมีส่วนร่วม (Participation) ในชุมชน เพื่อเก็บรวมข้อมูลในชุมชน

## 2.5 การเลือกใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเลือกวิธีการเก็บข้อมูลที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลทำให้ข้อมูลที่ได้มา มีความคลาดเคลื่อน หรือไม่ตรงกับข้อมูลที่เราต้องการ ดังนั้น ต้องพิจารณาถึงส่วนต่างๆ ดังนี้

### 2.5.1 ลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย

เป็นการพิจารณาว่ากลุ่มเป้าหมายใดที่จะทำการศึกษา และจะทำการศึกษาในเรื่องใด ควรที่จะคำนึงถึงวัตถุประสงค์ และผลที่ได้รับจากกลุ่มเป้าหมายว่าจะมีความน่าเชื่อถือมาก หรือน้อย ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บข้อมูลอีกด้วย เช่น การสอบถามเกี่ยวกับความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทำการเกษตรในชนบท ควรใช้แบบสัมภาษณ์ เพื่อหลีกเลี่ยงการอ่านไม่ออก เป็นต้น

### 2.5.2 ระยะเวลาที่ใช้ในกรณีที่มีระยะเวลาที่จำกัด

กรณีที่ผู้วิจัยมีระยะเวลาที่จำกัด ทำให้ไม่สามารถใช้เครื่องมือที่เหมาะสมได้ ทำให้ต้องใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลให้ทันตามเวลาที่กำหนด เช่น การสำรวจความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมในคณะวิศวกรรมศาสตร์ แม้ว่าการสัมภาษณ์จะทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียด และแม่นยำกว่าแต่ต้องใช้ระยะเวลานาน จึงต้องมาใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลแทน ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้น การใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลต้องพิจารณาถึงลักษณะคำถามคำถามต้องชัดเจน เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่าย และไม่ควรมีคำถามมากเกินไป จะช่วยให้ลดระยะเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัดให้น้อยลงได้

## 2.6 แบบสอบถาม (Questionnaire)

แบบสอบถามเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามส่งไปยังกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการเครื่องมือที่ใช้ เรียกว่า แบบสอบถาม

### 2.6.1 ลักษณะของแบบสอบถาม

แบบสอบถามโดยทั่วไปที่นิยมใช้กันมี 2 รูปแบบ

2.6.1.1 แบบสอบถามปลายปิด (Closed Form) จะเป็นแบบสอบถามที่ต้องการคำตอบเฉพาะเจาะจง มักจะมีคำตอบหรือตัวเลือกให้ตอบ ซึ่งผู้จัดทำโครงการต้องคาดเดาคำตอบให้ครอบคลุม โดยจะมีตัวเลือกสุดท้ายไว้ให้ตอบ อาทิ อื่นๆ (ระบุ).... ตัวอย่างแบบสอบถามปลายปิด เช่น

ก. มีตัวเลือกหลายตัวเลือกและให้เลือกตอบเพียงตัวเลือกเดียว เช่น การสอบถามด้านความพึงพอใจของเก้าอี้

ความกว้างของที่นั่ง

ก) เหมาะสม/พอดี

ข) กว้างเกินไป

ค) แคบเกินไป

ข. มีตัวเลือก 2 ตัวเลือกและให้เลือกตอบเพียงตัวเลือกเดียว เช่น การสอบถาม

เรื่อง เพศ

เพศ <input type="checkbox"/> ชาย <input type="checkbox"/> หญิง
--

2.6.1.2 แบบสอบถามปลายเปิด (Open From) เป็นคำถามที่ไม่กำหนดคำตอบให้ผู้ตอบ  
แบบสอบถาม เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ตอบตอบได้อย่างอิสระ เช่น

<p>ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
---

### 2.6.2 โครงสร้างของแบบสอบถาม

แบบสอบถามโดยส่วนใหญ่จะมีโครงสร้างอยู่ 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 คำชี้แจง เป็นการบอก แนะนำ เพื่อให้ผู้ทำแบบสอบถามมีความเข้าใจ และทำ  
แบบสอบถามได้อย่างถูกต้องรวมทั้งบอกถึงวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลส่วนตัว เป็นข้อมูลเท็จจริงของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น อายุ เพศ น้ำหนัก  
ศาสนา เป็นต้น นอกจากนี้ไม่นิยมให้ผู้ตอบแบบสอบถามกรอกชื่อตัวเอง

ส่วนที่ 3 ข้อมูลในส่วนที่ต้องการศึกษา อาจจะเป็นคำถามปลายปิด หรือปลายเปิดก็ได้  
อาจเป็นการแสดงความคิดเห็น หรือข้อเท็จจริง

### 2.6.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม

การสร้างแบบสอบถามที่ดีต้องมีการวางระบบ ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาคุณลักษณะที่จะวัด

การพิจารณาหัวข้อปัญหา และวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลที่  
ต้องการเป็นแบบใด และเกี่ยวข้องกับอะไร มีการกำหนดขอบเขตหรือกรอบของข้อมูลที่ต้องการจะ  
จัดเก็บว่ามีอะไรบ้าง ข้อมูลใดบ้างที่สำคัญ

#### ขั้นที่ 2 กำหนดประเภทของข้อคำถาม

ศึกษาค้นคว้าเอกสารหลักฐานต่างๆ ให้กว้างขวางมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้  
ผู้จัดทำโครงงานตั้งคำถามได้ครอบคลุมวัตถุประสงค์มากที่สุด และจับประเด็นที่สำคัญได้หมด

#### ขั้นที่ 3 การร่างแบบสอบถาม

เมื่อผู้ดำเนินโครงงานทราบถึงวัตถุประสงค์ของการจัดทำโครงงาน และขอบเขต  
การกำหนดประเภทของข้อคำถามที่ควรมีอยู่ในแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว จึงลงมือเขียนข้อคำถาม  
ให้ครอบคลุมเนื้อหาหรือประเด็นที่จะวัด โดยเขียนตามโครงสร้างของแบบสอบถามที่ได้กล่าวไว้แล้ว

#### ขั้นที่ 4 การปรับปรุงแบบสอบถาม

หลังจากที่สร้างแบบสอบถามเสร็จแล้ว ควรนำแบบสอบถามมาพิจารณาทบทวนอีกครั้งเพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข และควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามนั้นด้วย เพื่อที่จะได้นำข้อเสนอแนะ และข้อวิพากษ์วิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

#### ขั้นที่ 5 นำแบบสอบถามที่ใช้ไปทดลองเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

เป็นการนำเอาแบบสอบถามที่ได้จากการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเล็กๆ เพื่อนำผลที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

#### ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์

ผู้ดำเนินโครงการจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถาม และตรวจสอบความถูกต้องของประโยค ถ้อยคำหรือสำนวน เพื่อให้แบบสอบถามมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพผู้ตอบอ่านเข้าใจได้ตรงประเด็น ซึ่งจะทำให้ผลงานเป็นที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

#### ขั้นที่ 7 จัดพิมพ์แบบสอบถาม

จัดพิมพ์แบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว เพื่อนำไปใช้จริงในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายโดยจำนวนที่จัดพิมพ์ควรมีน้อยกว่าจำนวนที่กลุ่มเป้าหมายต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล และควรมีการพิมพ์สำรองไว้ในกรณีที่แบบสอบถามเสีย หรือสูญหาย หรือผู้ตอบไม่ตอบกลับ

#### 2.6.4 เทคนิคการตั้งคำถาม

การใช้ถ้อยคำและการตั้งคำถามเป็นเรื่องสำคัญ ต้องใช้ความชำนาญ และอาศัยศิลปะประกอบด้วย โดยเทคนิคการตั้งคำถามโดยทั่วไป ดังนี้

2.6.4.1 ใช้คำถามที่ชัดเจน สั้น ได้ใจความ กระชับ และเข้าใจง่าย คำถามต้องไม่คิดได้หลายแง่หลายด้าน

2.6.4.2 ตั้งคำถามที่จูงใจให้ผู้ตอบตอบ

2.6.4.3 ไม่ควรใช้คำที่ตีความหมายได้หลายความหมาย เช่น บ่อยๆ บางครั้ง นานๆ ครั้ง ซึ่งแต่ละคนจะตีความหมายแตกต่างกัน เช่น บางคนอาจตีความหมายของคำว่า บ่อย ว่าทุกสัปดาห์ หรือเดือนละครั้งก็ได้ เป็นต้น

2.6.4.4 ไม่ควรใช้ปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ เช่น ห้ามไม่ให้ มีใช่ เป็นต้น

2.6.4.5 ระวังไม่ให้มีตัวเลือกตอบที่น้อยเกินไป และควรมีตัวเลือกตอบที่คนส่วนใหญ่น่าจะเลือกตอบอยู่ด้วย



2.6.4.6 หลีกเลี่ยงคำในรูปนามธรรม เนื่องจากแต่ละบุคคลตีความหมายแตกต่างกัน เช่น คำว่า เลว ดี มาก น้อย เป็นต้น

2.6.4.7 ระวังการใช้คำบางคำที่เกิดขึ้นตามยุคสมัย หรือตามสื่อต่างๆ เช่น บริ๊ะ เจ้า จู๊ๆ เป็นต้น รวมทั้งคำที่ไม่สุภาพ

2.6.4.8 ไม่ควรตั้งคำถามที่เอนเอียงไปทางใดทางหนึ่ง เช่น การขึ้นต้นข้อคำถามในลักษณะที่เห็นด้วย ถูกต้องหรือไม่เห็นด้วยอย่างชัดเจน สิ่งสำคัญในการตั้งข้อคำถามใดๆ ควรตั้งข้อคำถามที่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้ง่าย อาจกำหนดให้มีข้อคำถามปลายปิดมากกว่าคำถามปลายเปิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้จัดทำโครงการว่าจะจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอะไร (ประกายรัตน์ สุวรรณ, 2549: 89-93)

#### 2.6.5 ข้อดีและข้อเสียของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

การใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีทั้งข้อดี และข้อเสียที่ต้องพิจารณาประกอบในการเลือกใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

##### 2.6.5.1 ข้อดีของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามมี ดังนี้

- ก. ถ้าขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่วิธีการเก็บข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามจะเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัดกว่าวิธีอื่น
- ข. ผู้ตอบมีเวลาตอบข้อคำถามมากกว่าวิธีอื่น
- ค. ไม่จำเป็นต้องมีกองบรรณพนักงานเก็บข้อมูลมากเหมือนกับวิธีการสัมภาษณ์หรือวิธีการสังเกต
- ง. ไม่เกิดความลำเอียงเนื่องมาจากการสัมภาษณ์ หรือการสังเกต เพราะผู้ตอบเป็นผู้ตอบข้อมูลเอง
- จ. สามารถส่งแบบสอบถามให้ผู้ตอบตอบทางไปรษณีย์ได้
- ฉ. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูล

##### 2.6.5.2 ข้อเสียของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามมี ดังนี้

- ก. ในกรณีที่ส่งแบบสอบถามให้ผู้ตอบทางไปรษณีย์ มักจะได้แบบสอบถามกลับคืนมาน้อย และต้องเสียเวลาในการติดตามอาจทำให้ระยะเวลาการเก็บข้อมูลช้ากว่ากำหนด
- ข. การส่งแบบสอบถามไปทางไปรษณีย์หน่วยตัวอย่างอื่นๆ อาจไม่ได้เป็นผู้ตอบแบบสอบถามเองก็ได้ทำให้คำตอบที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงกับความจริง
- ค. ผู้ที่ตอบแบบสอบถามกลับคืนมาทางไปรษณีย์อาจเป็นกลุ่มที่มีลักษณะแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ตอบแบบสอบถามกลับคืนมา
- ง. การเก็บข้อมูลโดยวิธีการใช้แบบสอบถามจะใช้ได้เฉพาะกับกลุ่มประชากรเป้าหมายอ่านและเขียนหนังสือได้เท่านั้น

จ. ได้ข้อมูลจำกัดเฉพาะที่จำเป็นจริงๆ เท่านั้น เพราะการเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีการใช้แบบสอบถามจะต้องมีคำถามจำนวนน้อยข้อที่สุดเท่าที่จะน้อยได้

ฉ. ถ้าผู้ตอบไม่เข้าใจข้อคำถาม เข้าใจข้อคำถามผิด ไม่ตอบข้อคำถามบางข้อ หรือไม่ไตร่ตรองให้รอบคอบก่อนที่จะตอบข้อคำถามก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนได้โดยที่ผู้จัดทำทำโครงการไม่สามารถย้อนกลับไปสอบถามกลุ่มตัวอย่างนั้นได้อีก

## 2.7 การปรับปรุงแบบสอบถาม

หลังจากสร้างแบบสอบถามเสร็จ จะมีการนำแบบสอบถามส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบสอบถามที่ควรพัฒนาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

### 2.7.1 การประเมินเครื่องมือของงานวิจัยประเภทแบบสอบถาม

การประเมินเครื่องมือของงานวิจัย เป็นการนำผลจากผู้เชี่ยวชาญมารวมกัน แล้วคำนวณหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งเป็นการคำนวณว่าเนื้อหาของแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยใช้ดัชนีที่ใช้วัดความสอดคล้องที่ เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item - Objective Congruence Index : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ +1, 0, -1 ดังสมการที่ 2.1

ความหมายของผลการให้คะแนน

1	หมายถึง	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ สามารถวัดวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้

โดยค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (2.1)$$

โดย IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามกับวัตถุประสงค์

R คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

(กรมวิชาการ, 2545: 65)

ผลคะแนนจากการคำนวณมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 - 1.00 จะนำคำถามข้อนั้นไปใช้ แต่ถ้าข้อคำถามมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยต่ำกว่า 0.50 จะปรับปรุงหรือไม่นำแบบสอบถามข้อนั้นไปใช้

## 2.8 การตรวจสอบเครื่องมือคุณภาพงานวิจัย

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพราะถือว่าข้อมูลที่เราได้รับจากแบบสอบถาม หรือแบบทดสอบ จะเป็นคำตอบที่น่าเชื่อถือจากกลุ่มตัวอย่าง โดยคำตอบที่ได้ต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เครื่องมือในการวิจัยมี 4 ประเภท ดังนี้

2.8.1 แบบทดสอบ (Test)

2.8.2 มาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

2.8.3 แบบสอบถาม (Questionnaire)

2.8.4 แบบตรวจสอบรายการ (Checklist)

## 2.9 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Population and Sample)

### 2.9.1 ประชากร (Population)

ประชากร หมายถึง สิ่งที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษา ไม่ได้หมายถึงคนอย่างเดียว สัตว์ สิ่งของ สถานที่ หรือสิ่งที่ยากทราบข้อมูล เช่น ความสูงของเด็ก ประชากร คือ เด็กทุกคน อายุการใช้งานของโทรศัพท์มือถือยี่ห้อหนึ่ง ประชากร คือ โทรศัพท์มือถือยี่ห้อนั้น ประชากรสามารถแยกได้ 2 ประเภท ได้แก่

ประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite Population) คือ จำนวนประชากรที่สามารถนับออกมาได้และแสดงให้เห็นในรูปของตัวเลข เช่น จำนวนนิสิตที่กำลังศึกษาอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

ประชากรที่นับจำนวนไม่ได้ (Infinite Population) คือ จำนวนประชากรที่ไม่สามารถนับและแสดงออกมาเป็นตัวเลขได้ ไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน อาจมีการเพิ่มขึ้นหรือการลดลงตลอดเวลา เช่น จำนวนอุบัติเหตุในประเทศไทย

### 2.9.2 กลุ่มตัวอย่าง (Sample)

กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง ส่วนหนึ่ง que เลือกมาจากประชากร เพื่อนำมาวิเคราะห์ ผลที่ได้ต้องมีความน่าเชื่อถือ และสามารถที่จะประมาณข้อมูลของประชากรได้อย่างถูกต้อง ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างไม่ได้หมายถึงการได้ข้อมูลของประชากรที่แท้จริงทั้งหมดทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดพลาด จึงต้องอาศัยสถิติเข้ามาช่วยในการสุ่มตัวอย่าง และการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

### 2.9.3 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size Determination)

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง หมายถึง จำนวนของข้อมูล que นำมาเป็นตัวอย่าง การกำหนดกลุ่มตัวอย่างน้อยจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน (Error) มาก ในทางตรงกันข้าม การกำหนดกลุ่มตัวอย่างมากจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อย

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive หรือ Judgmental Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะตามความต้องการของผู้วิจัย

การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง สามารถกำหนดได้จากตารางสำเร็จรูป โดยใช้ตารางของ Taro Yamane ดังตารางที่ 2.2 ที่ได้จัดทำตารางความเชื่อมั่น และได้จำแนกระดับความคลาดเคลื่อนต่างๆ ไว้หลายค่า ทั้งนี้ได้ยกตัวอย่างตารางของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ที่นิยมใช้และยอมรับในงานวิจัยทั่วไป

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จำแนกตามระดับค่าความคลาดเคลื่อนของ Taro Yamane

ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%						
ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่างตามความคลาดเคลื่อน					
	±1%	±2%	±3%	±4%	±5%	±10%
500	-	-	-	-	222	83
1,000	-	-	-	385	286	91
1,500	-	-	638	441	361	94
2,000	-	-	718	476	333	95
2,500	-	1,250	769	500	345	96
3,000	-	1,364	811	517	353	97
3,500	-	1,458	843	530	359	97
4,000	-	1,538	870	541	364	98
4,500	-	1,607	891	549	367	98
5,000	-	1,667	909	556	370	98
6,000	-	1,765	938	566	375	98
7,000	-	1,842	959	574	378	99
8,000	-	1,905	976	580	381	99
9,000	-	1,957	989	584	383	99
15,000	6,000	2,143	1,034	600	390	99
20,000	6,667	2,222	1,053	606	392	100
25,000	7,143	2,273	1,064	610	394	100
50,000	8,333	2,381	1,087	617	397	100
100,000	9,091	2,439	1,099	621	398	100

ที่มา : <http://www.watpon.com/table/>

## 2.10 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวัด จากแบบสอบถาม จะอยู่ในรูปแบบของคะแนน ซึ่งต้องนำข้อมูลที่ได้เหล่านั้นมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ หลักการสำคัญที่จะใช้เครื่องมือทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูล ต้องเลือกวิธีที่เหมาะสม สอดคล้องกับระดับของข้อมูล ดังนั้น การเลือกเครื่องมือทางสถิติ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ผลจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด

### 2.10.1 ความสำคัญของสถิติเพื่อการวิจัย

บทบาทที่สำคัญของสถิติกับงานวิจัยมี ดังนี้

#### 2.10.1.1 ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ก. สถิติพื้นฐาน เช่น ความถี่ ความแปรปรวน ร้อยละ เป็นต้น

ข. สถิติที่หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

2.10.1.2 ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนนำไปใช้จริง การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เช่น ตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น เป็นต้น

2.10.1.3 ใช้ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากงานวิจัยไม่สามารถที่จะคำนวณประชากรได้ทั้งหมด จึงต้องมีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อหาตัวแทนที่ดีของประชากร

### 2.10.2 สถิติแบ่งเป็น 2 ประเภท

2.10.2.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เป็นการกล่าวถึงลักษณะของข้อมูลเฉพาะกลุ่ม โดยไม่อ้างอิงไปยังกลุ่มตัวอย่างอื่น นิยมศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเล็กหรือใหญ่ก็ได้ เช่น การศึกษาข้อมูลการเสียชีวิตในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ไม่สามารถอ้างอิงไปถึงโรงพยาบาลอื่นได้

2.10.2.2 สถิติอ้างอิงหรือสถิติอนุมาน (Inferential or Inductive Statistics) เป็นการนำเอาข้อมูลจากสถิติเชิงพรรณนามาสรุปแล้วอ้างอิงไปยังประชากร หรือเป็นการศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแล้วนำผลที่ได้ไปอ้างอิงถึงประชากร เช่น การศึกษาความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยไม่จำเป็นต้องวัดความสูงของนักเรียนทั้งหมด แต่สามารถเลือกจากกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้วนำผลที่ได้ไปสรุปว่าความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสูงเท่าไร ดังนั้น การเลือกกลุ่มตัวอย่างจึงเป็นสิ่งสำคัญ (ภัทรา นิคมานนท์, 2539 : 159)

## 2.11 ระเบียบวิธีทางสถิติ

ระเบียบวิธีทางสถิติมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.11.1 การรวบรวมข้อมูล การรวบรวมข้อมูลสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ เป็นต้น ข้อมูลที่รวบรวมมาได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.11.1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) คือ ข้อมูลที่สามารถวัดค่าได้ โดยแสดงในรูปของตัวเลข ทำให้ทราบค่ามากและค่าน้อย

2.11.1.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) คือ ข้อมูลที่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีค่ามากหรือน้อย แต่สามารถบอกได้ว่าดีหรือไม่ดี เช่น การบอกลักษณะ เพศ และคุณภาพ เป็นต้น

2.11.2 การวิเคราะห์ข้อมูล คือ การเลือกใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และมีความแม่นยำมากขึ้น ทั้งนี้วิธีการเลือกใช้เครื่องมือทางสถิติเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลขึ้นอยู่กับผู้ใช้ เครื่องมือทางสถิติที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีหลายชนิด เช่น Microsoft Excel, Minitab, SPSS, VBA เป็นต้น

2.11.3 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ทางข้อมูล วิธีนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ที่นิยมใช้มี ดังนี้

2.11.3.1 การนำเสนอในรูปของตาราง เป็นการนำเสนอข้อมูลที่สามารถทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและรวดเร็วต่อการบรรยาย เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีตัวเลขเยอะ ซับซ้อน ยุ่งยาก ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่นิยมกันมากในงานวิจัย การนำเสนอในรูปแบบตารางควรประกอบด้วย ชื่อเรื่อง หัวเรื่อง ตัวเรื่อง หัวข้อหน่วย และแหล่งที่มาของข้อมูล

2.11.3.2 การนำเสนอในรูปข้อความหรือบรรยาย เป็นการนำเสนอข้อมูลที่เน้นการบรรยายแล้วสอดแทรกตัวเลขเข้าไป ควรใช้กับบทความที่มีตัวเลขไม่มาก และข้อความที่นำเสนอควรไม่ยาวเกินส่วนมากจะพบในส่วนของบทคัดย่อหรือสรุปผลการวิจัยทั่วไป

2.11.3.3 การนำเสนอในรูปข้อความกึ่งตาราง เป็นการนำเสนอข้อมูลที่เป็นบทความ แต่มีการจัดเรียงข้อมูลที่เป็นตัวเลขให้เป็นหมวดหมู่ โดยตั้งตัวเลขให้เป็นแถวให้ใกล้กัน เพื่อให้เปรียบเทียบข้อมูลได้ง่าย และชัดเจน

2.11.4 การนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟเป็นการนำเสนอข้อมูลเปรียบเทียบให้เห็นข้อแตกต่าง การเพิ่มขึ้น ลดลง และเห็นแนวโน้มอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว การนำเสนอข้อมูลโดยกราฟสามารถนำเสนอได้ 4 แบบ ดังนี้

2.11.4.1 การนำเสนอด้วยกราฟเส้นจะนิยมใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่มีการเปรียบเทียบ ข้อมูลที่มีความถี่ มีข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป และมีข้อแตกต่างกัน

2.11.4.2 การนำเสนอด้วยกราฟแท่งจะนิยมใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนสามารถวางกราฟในแนวตั้งหรือแนวนอนก็ได้ ความยาว ความสูงของกราฟ จะเป็นไปตามสัดส่วนของตัวเลขจากข้อมูล

2.11.4.3 การนำเสนอด้วยกราฟวงกลมจะนิยมใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่มีค่าเป็นค่าร้อยละ หรือข้อมูลที่มีความแตกต่างกันน้อยมาก และไม่สามารถนำเสนอในกราฟแท่ง กราฟเส้นได้ เนื่องจากจะทำให้ไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน

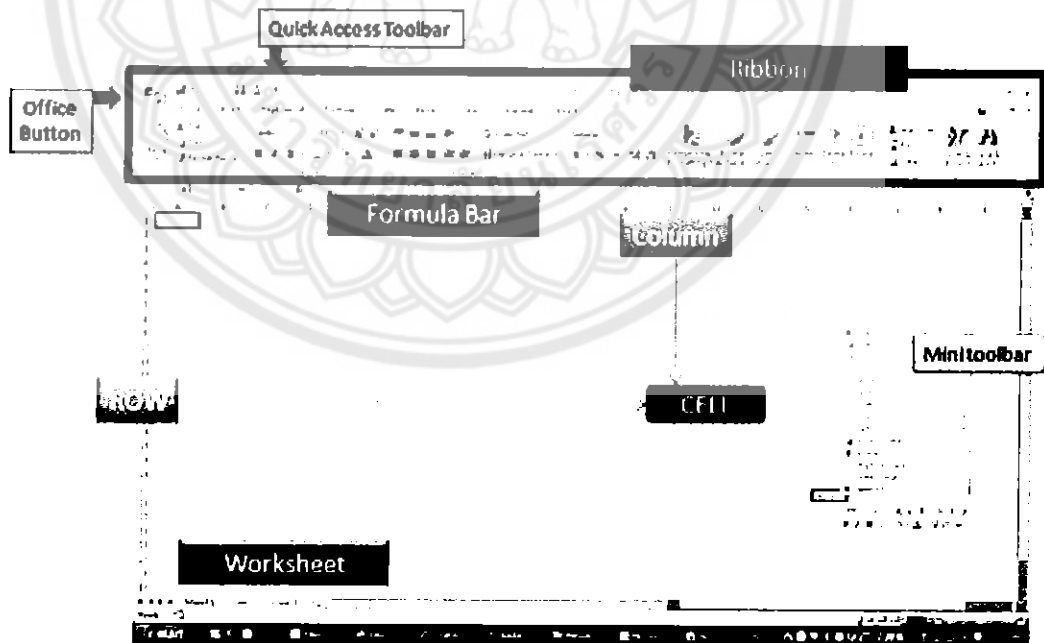
2.11.4.4 การนำเสนอด้วยแผนภูมิกระจายจะนิยมใช้กับการวิเคราะห์ข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลเดียวกัน หรือกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน เพื่อต้องการเปรียบเทียบผล เช่น การวัดอุณหภูมิ และความชื้นของคลังเก็บสินค้า การเปรียบเทียบน้ำหนัก และส่วนสูงจากนักเรียนกลุ่มเดียวกัน

2.11.5 การแปลผล การวิเคราะห์ข้อมูล ในส่วนนี้จะรวบรวมข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลต่างๆ มารวบรวมเป็นคำพูด และบรรยายเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายขึ้น

## 2.12 โปรแกรม Microsoft Excel

โปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมประเภทจัดการ ซึ่งออกแบบมาสำหรับบันทึกวิเคราะห์ และแสดงข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในรูปแบบของแผนภาพ และรายงาน โดยมีลักษณะหน้าต่างดังรูปที่ 2.3

การบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรม Microsoft Excel จะบันทึกลงในช่องที่เรียกว่า “เซลล์” โดยแต่ละเซลล์อยู่บนตาราง จะประกอบด้วยแถว และหลัก ซึ่งตารางในแต่ละตารางเรียกว่า “แผ่นงาน” และแผ่นงานหลายๆ แผ่นงานรวมกันเรียกว่า “สมุดงาน”



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Microsoft Excel

ที่มา : <http://sira-guy.blogspot.com/2012/01/microsoft-excel-2007.html>



## 2.12.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Microsoft Excel

2.12.1.1 แถบเครื่องมือด่วน (Quick Access Toolbar) แถบของกลุ่มเครื่องมือด่วน เช่น บันทึก เลิกทำ ทำซ้ำ เป็นต้น

2.12.1.2 แถบริบบอน (Ribbon) คือ แถบของกลุ่มคำสั่งที่แบ่งออกเป็นหมวดหมู่ โดยจะแบ่งเป็นแถบ หน้าแรก แทรกเค้าโครงหน้ากระดาษ สูตร ข้อมูล ตรวจสอบ และมุมมอง เป็นต้น

2.12.1.3 Minitoolbar คือ เป็นแถบเครื่องมือเล็กๆ ที่ใช้เก็บคำสั่งที่ถูกใช้บ่อยๆ ทำให้ทำงานได้สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น จะแสดงก็ต่อเมื่อข้อความที่ต้องการถูกเลือก (Select ข้อความ) แถบคำสั่ง Minitoolbar จะค่อยๆ แสดงแบบจางๆ และเมื่อคลิกเข้าไปใกล้ คำสั่ง Minitoolbar ก็แสดงแบบชัดขึ้น สามารถใช้คำสั่งต่างๆ ภายใน แถบ Minitoolbar ได้ทันที

2.12.1.4 แถบจัดการสูตร (Formula Bar) คือ แถบที่ใช้สำหรับจัดการสูตรหรือจัดการข้อมูลภายในเซลล์ที่เลือก

2.12.1.5 หลัก (Column) คือ ช่องข้อมูลที่อยู่ในแนวนั่ง มีจำนวน 16,384 หลัก เริ่มต้นจากหลักที่ A ถึงหลักที่ XFD

2.12.1.6 แถว (Row) คือ ช่องข้อมูลที่อยู่ในแนวอน มีจำนวน 1,048,576 แถว

2.12.1.7 คำสั่งจัดการกับไฟล์ (Office Button) คือ แถบที่ใช้แสดงคำสั่ง

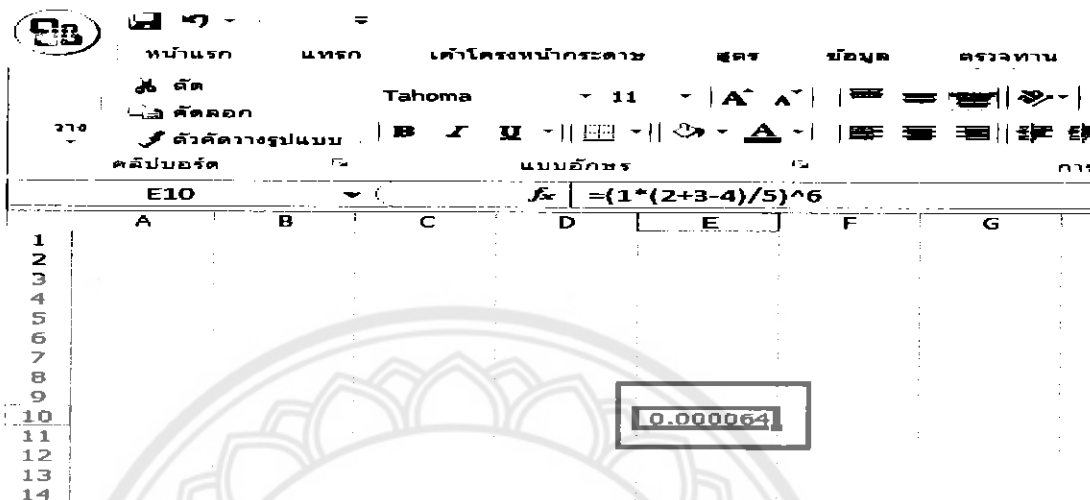
2.12.1.8 แผ่นงาน (Worksheet) คือ แผ่นงานที่ใช้บันทึกข้อมูล มีลักษณะเป็นตาราง โดยแต่ละตารางเรียกว่า “เซลล์” และสามารถเพิ่มจำนวนแผ่นงานได้ตามต้องการ

## 2.12.2 การพิมพ์สูตรและการใช้สูตรฟังก์ชันของโปรแกรม Microsoft Excel

การพิมพ์สูตรและการใช้สูตรฟังก์ชันของโปรแกรม Microsoft Excel ต้องมีเครื่องหมายเท่ากับ (=) อยู่ข้างหน้าเสมอ และในขณะที่ตำแหน่งพิมพ์อยู่หลังเครื่องหมายเท่ากับนั้น เมื่อนำเมาส์ไปคลิกที่เซลล์ใดๆ จะเป็นการนำเอาชื่อเซลล์นั้นมาใช้ในการคำนวณเสมอ การพิมพ์สูตรและการใช้สูตรฟังก์ชันสามารถทำได้ 5 วิธี คือ

2.12.2.1 การพิมพ์แบบสมการคณิตศาสตร์

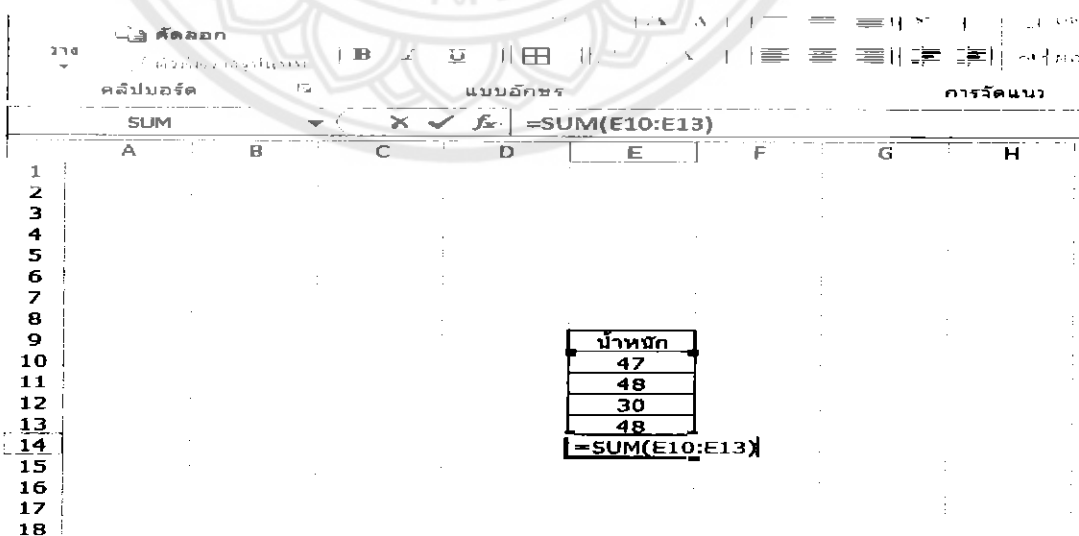
การคำนวณโดยใช้เครื่องหมาย บวก (+), ลบ (-), คูณ (x), ทหาร (/) และยกกำลัง (^) ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การพิมพ์แบบสมการคณิตศาสตร์

2.12.2.2 การพิมพ์แบบใช้สูตรฟังก์ชัน

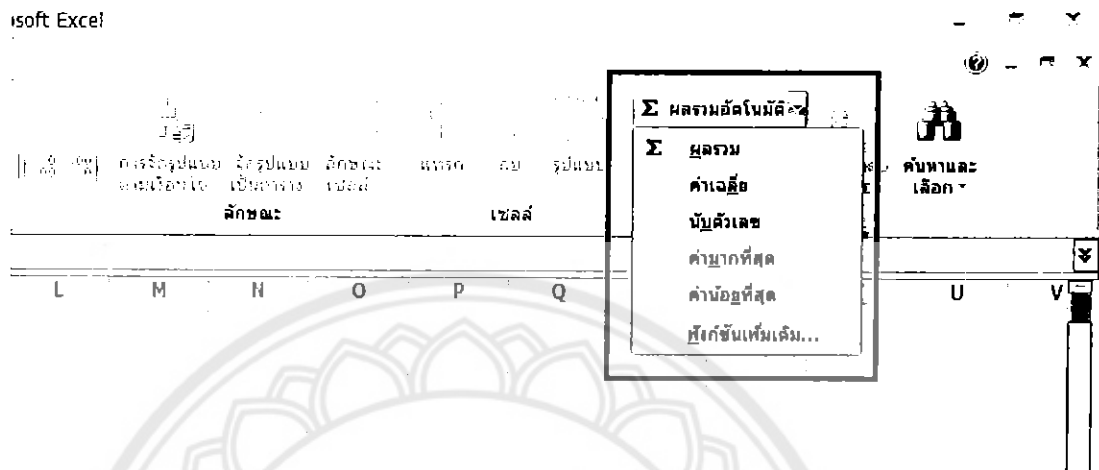
เป็นการคำนวณโดยใช้สูตรฟังก์ชันจากแถบจัดการสูตร มีรูปแบบการพิมพ์คือ พิมพ์เครื่องหมายเท่ากับแล้วตามด้วยชื่อสูตรฟังก์ชัน และวงเล็บซึ่งในวงเล็บเป็นเซลล์อ้างอิงข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการคำนวณสูตรนั้น เช่น =SUM (E10:E13) หมายถึง การหาผลรวมจากเซลล์ E10 ถึง E13 เป็นต้น ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การพิมพ์แบบใช้สูตรฟังก์ชัน

### 2.12.2.3 การใช้สูตรฟังก์ชันบนกลุ่มคำสั่งริบบอนในแถบสูตร

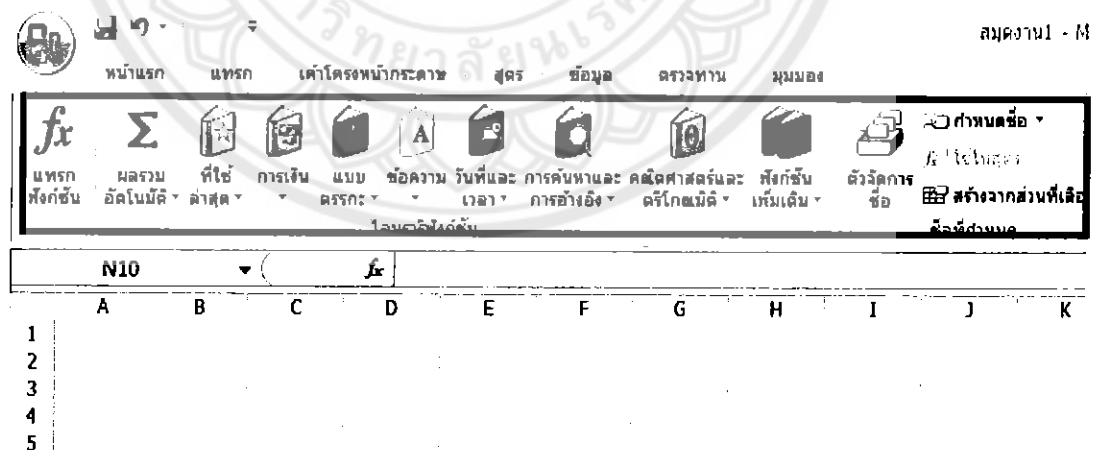
เป็นการใช้สูตรฟังก์ชันจากกลุ่มคำสั่งริบบอนในแถบสูตรฟังก์ชันจากกลุ่มคำสั่งริบบอนในแถบหน้าแรก เช่น ค่ามากที่สุด ค่าเฉลี่ย และค่าน้อยที่สุด เป็นต้น ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การใช้สูตรฟังก์ชันบนกลุ่มคำสั่งริบบอนในแถบหน้าแรก

### 2.12.2.4 การใช้สูตรฟังก์ชันบนกลุ่มคำสั่งริบบอนในแถบสูตร

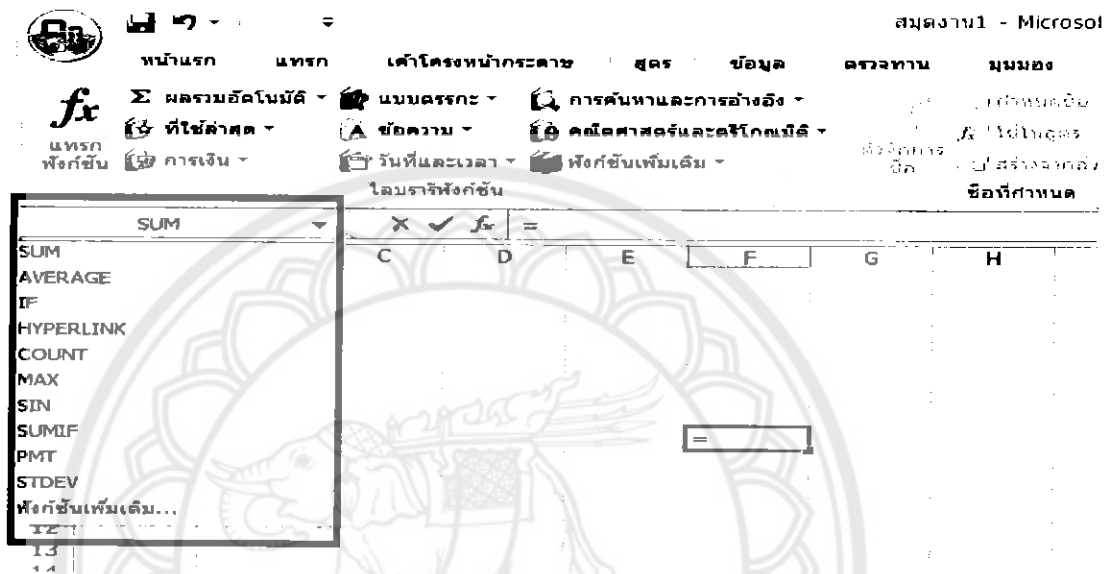
เป็นการใช้สูตรฟังก์ชันจากกลุ่มคำสั่งริบบอนในแถบสูตร เช่น แทรกฟังก์ชันการเงิน ข้อความ และฟังก์ชันเพิ่มเติม ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การใช้สูตรฟังก์ชันบนกลุ่มคำสั่งริบบอนในแถบสูตร

### 2.12.2.5 การใช้สูตรฟังก์ชันบนแถบแสดงชื่อ

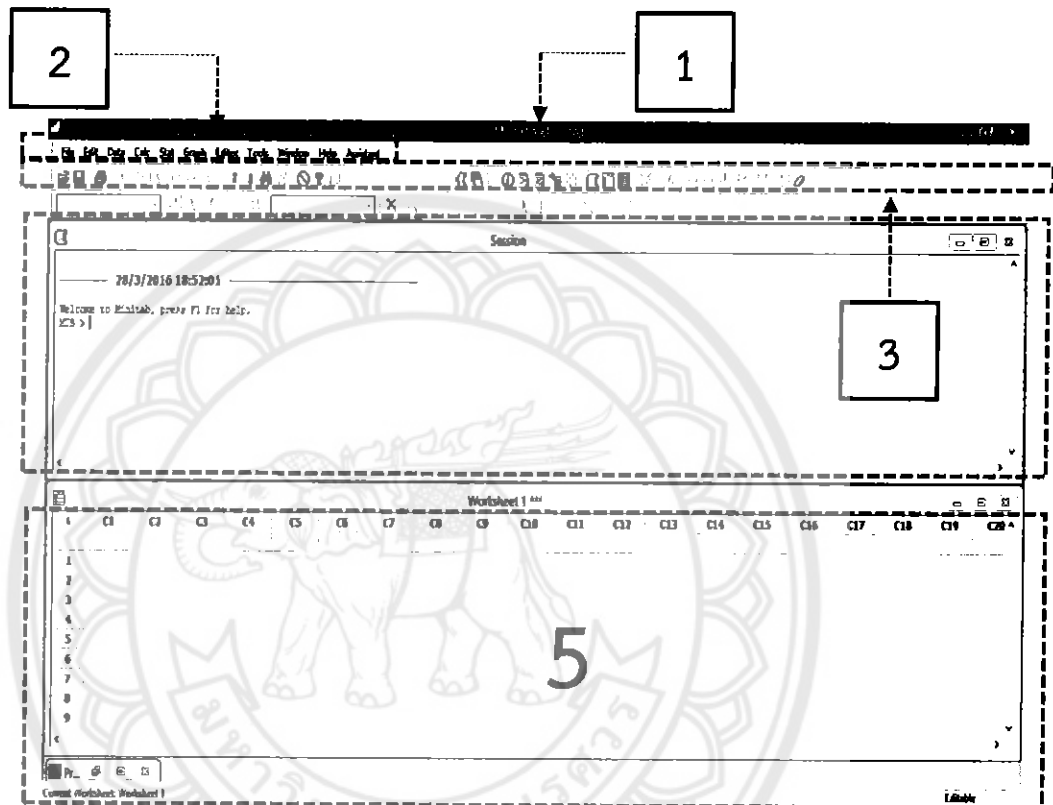
เป็นการใช้สูตรฟังก์ชันที่ใช้ไปล่าสุดจากแถบแสดงชื่อ โดยเริ่มต้นจากการพิมพ์เครื่องหมายเท่ากับ แล้วแถบแสดงชื่อจะเปลี่ยนเป็นชื่อสูตรขึ้น 1 สูตร ถ้าเป็นสูตรที่ต้องการใช้ก็คลิกที่ชื่อสูตรนั้น แต่ถ้าต้องการใช้สูตรอื่นให้คลิกหัวลูกศรที่ซ่อนสูตรออกมา แล้วคลิกเลือกสูตรที่ต้องการใช้ ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การใช้สูตรฟังก์ชันบนแถบแสดงชื่อ

## 2.13 โปรแกรม Minitab

Minitab คือ โปรแกรมสำเร็จรูป ส่วนใหญ่จะนำมาใช้เกี่ยวกับข้อมูลทางสถิติ จะใช้ในการประมวลผลข้อมูลเชิงตัวเลขโดยนำเสนอในรูปแบบของกราฟ ในงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมใช้โปรแกรม Minitab เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานหลายประเภท เช่น งานประเภทอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านคุณภาพ เป็นต้น เมื่อเข้าสู่หน้าแรกของโปรแกรม Minitab จะแสดงหน้าต่าง ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของโปรแกรม Minitab

### 2.13.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม Minitab 16

หมายเลข 1 แถบชื่อ (Title Bar) คือ แถบแสดงชื่อสมุดงานที่ใช้งานอยู่

หมายเลข 2 แถบรายการเลือก (Menu Bar) แถบของกลุ่มคำสั่งที่แบ่งออกเป็นหมวดหมู่ โดยจะแบ่งเป็น File, Edit, Data และ Help เป็นต้น

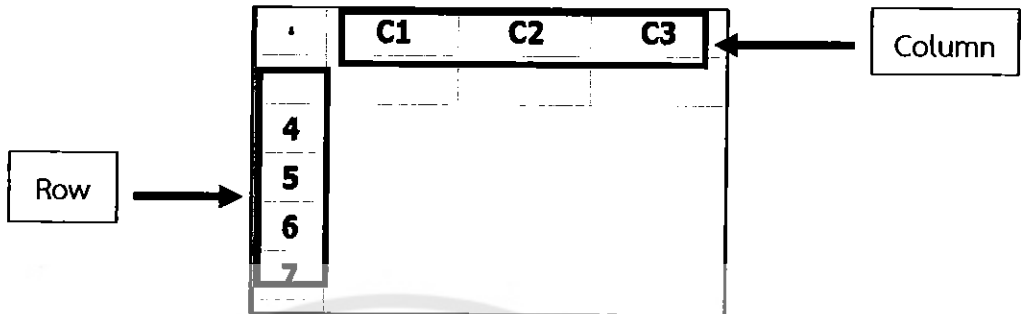
หมายเลข 3 แถบเครื่องมือ (Tool Bar) คือ แถบของกลุ่มเครื่องมือ เช่น การบันทึก เลิกบันทึก และการเพิ่มแผ่นงาน เป็นต้น

หมายเลข 4 คือ หน้าต่างแสดงผลสถิติ (Session Windows) จะแสดงข้อมูลการวิเคราะห์เป็นตัวหนังสือ โดยในส่วนนี้เราสามารถพิมพ์คำสั่งเข้าไปแทนการใช้เมนูของโปรแกรม Minitab

192 ๓๖๔๑



หมายเลข 5 คือ แผ่นงาน (Worksheet) จะมีหน้าต่างคล้ายช่องตารางการคำนวณ โดยสามารถเปิดพร้อมกันได้หลายแผ่นงาน ในแต่ละแผ่นงานจะประกอบด้วยหลัก (Column) <sup>ถ้ามีข้อมูล</sup> คือ ช่องข้อมูลในแนวตั้ง และแถว (Row) คือ ช่องข้อมูลในแนวนอน ดังแสดงในรูปที่ 2.10 27 ส.ค. 2561



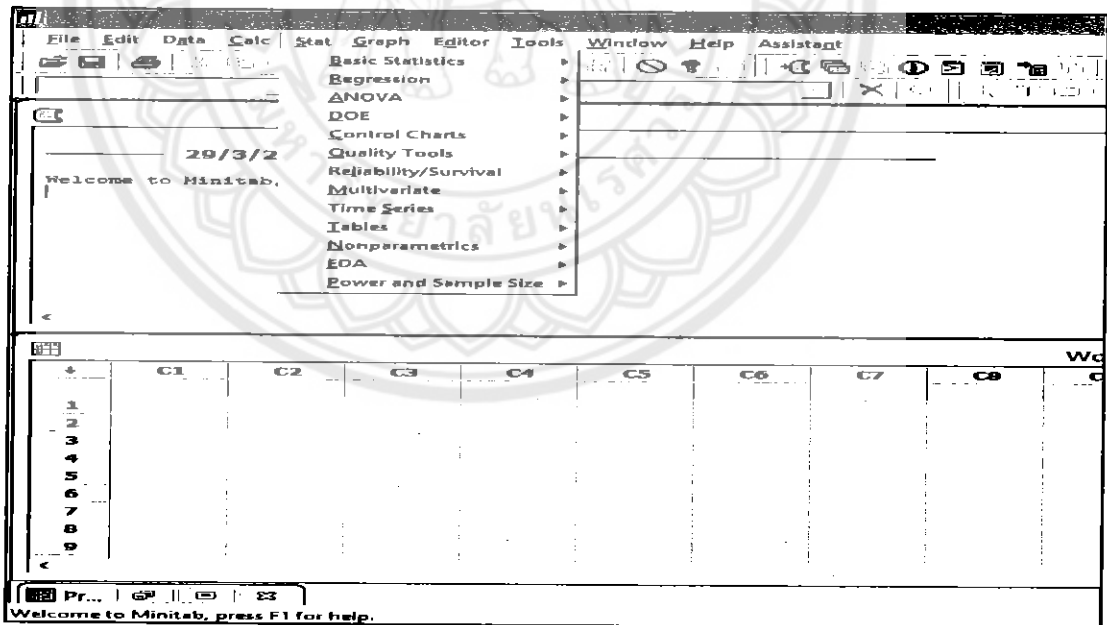
รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของแผ่นงาน

### 2.13.2 การใช้คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

การใช้คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสามารถทำได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.13.2.1 นำเมาส์ไปคลิก Stat ในแถบรายการเลือก (Menu Bar)

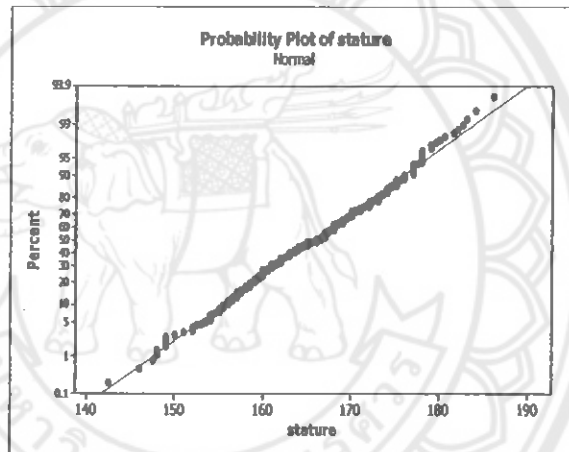
2.13.2.2 จะปรากฏแถวเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงสถิติดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

### 2.13.3 การตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล

ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลมีวิธีหลากหลายวิธี การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลสามารถทดสอบได้โดยใช้เครื่องมือสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Minitab จะเป็นการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ซึ่งลักษณะของการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) จุดตัดจะเรียงตัวกันเป็นแนวเส้นตรง ลักษณะจุดจะต้องไม่เกาะกันเป็นกลุ่ม และระยะห่างระหว่างจุดส่วนใหญ่ต้องใกล้เคียงกัน แต่ถ้ามีค่าอยู่ห่างจากเส้นแตกต่างกันเล็กน้อย ก็สามารถยอมรับได้ว่าเป็นการกระจายแบบปกติได้ การที่ข้อมูลแต่ละชุดมีค่าต่างๆ กันนั้น เรียกว่า ข้อมูลมีการกระจาย ถ้าข้อมูลชุดนั้นประกอบด้วยค่าที่แตกต่างกันมาก เรียกว่า ข้อมูลมีการกระจายมาก ถ้าข้อมูลชุดนั้นมีค่าต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกัน เรียกว่า ข้อมูลมีการกระจายน้อย ถ้าข้อมูลนั้นประกอบด้วยค่าต่างๆ เท่ากันหมด เรียกว่า ข้อมูลไม่มีการกระจาย ซึ่งลักษณะกราฟการแจกแจงแบบปกติ แสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 กราฟการกระจายตัวของข้อมูลแบบปกติ

### 2.14 ระยะโฟกัสสายตา

จากการสืบค้นจาก <http://www.backdesigns.com/posture-and-your-eyes.aspx> พบว่า ความหมายของระยะโฟกัส คือ ระยะสายตาที่ใช้ในการอ่าน หรือเขียนหนังสือ โดยที่จะไม่เกิดเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อตา พบว่า ระยะโฟกัสของแต่ละคนมีค่าไม่เท่ากัน โดยปกติแล้วระยะโฟกัสในการอ่านหรือเขียนหนังสือของคนสายตาปกติแล้ว เฉลี่ย 15-25 นิ้ว (38.1 - 63.5 เซนติเมตร) แล้วพบว่า ถ้าหากผู้ใช้งานมีระยะโฟกัสอยู่ที่ 20 นิ้ว (50.8 เซนติเมตร) แต่โต๊ะอยู่ห่างจากผู้ใช้งานมากกว่า 20 นิ้ว (50.8 เซนติเมตร) ขึ้นไปจะทำให้ผู้ใช้งานต้องก้มลงไปเพื่อที่จะสามารถอ่าน หรือเขียนได้

## 2.15 ช่วงของการเคลื่อนไหว

ในการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างเหมาะสมจะช่วยให้การไหลเวียนของระบบเลือดภายในร่างกายได้เป็นอย่างดี Chaffin และ Andersson (1991) ได้กำหนดช่วงในการเคลื่อนไหวที่ทำให้เกิดมุมต่างๆ ของร่างกาย โดยร่างกายของคนเราจะแบ่งการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติ (Range of Motion : ROM) แต่ไม่ควรเคลื่อนไหวในท่าเดียวกันซ้ำๆ ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ช่วงของการเคลื่อนไหว (Range of Motion)

Part	Movement	Range of Motion Zone (degree)			
		0	1	2	3
Wrist	Flexion	0-10	11-25	16-50	51+
	Extension	0-9	10-23	24-45	46+
	Radial Deviation	0-3	4-7	8-14	15+
	Ulnar Deviation	0-5	6-12	13-24	25+
Shoulder	Flexion	0-19	20-47	48-94	95+
	Extension	0-6	7-15	16-31	32+
	Adduction	0-5	6-12	13-24	25+
	Abduction	0-13	14-34	35-67	68+
Back	Flexion	0-10	11-25	26-45	46+
	Extension	0-5	6-10	11-20	21+
	Rotational	0-10	11-25	26-45	46+
	Lateral Bend	0-5	6-10	11-20	21+
Neck	Flexion	0-9	10-22	23-45	46+
	Extension	0-6	7-15	16-30	31+
	Rotational	0-8	9-20	21-40	41+
	Lateral Bend	0-5	6-12	13-24	25+

ที่มา : Modified Chaffin, D.B. and Andersson, G. (1991)

จากรูที่ 2.13 พื้นที่ที่แตกต่างกัน โดยการใช้สีในการบอกถึง Zone แสดงให้เห็นถึงค่าตัวเลขในแต่ละโซนที่แตกต่างกัน ดังนี้

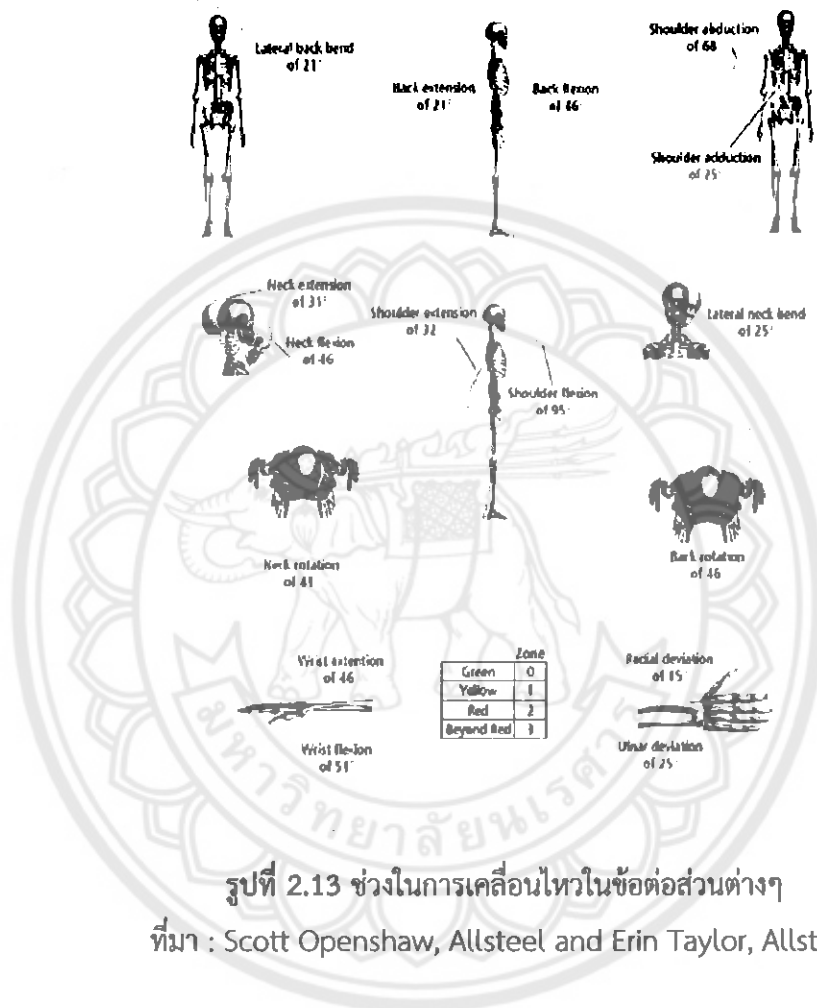
ก. Zone 0 (พื้นที่สีเขียว) คือ โซนที่ดีที่สุดสำหรับการเคลื่อนไหวที่ก่อให้เกิดความเครียดต่อกล้ามเนื้อน้อยที่สุด

ข. Zone 1 (พื้นที่สีเหลือง) คือ โซนที่ดีที่สุดสำหรับการเคลื่อนไหวที่ก่อให้เกิดความเครียดต่อกล้ามเนื้อรองจากโซน 0



ค. Zone 2 (พื้นที่สีแดง) คือ โซนที่มีการเคลื่อนไหวมากขึ้นที่ก่อให้เกิดความเครียดต่อกล้ามเนื้อรองจากโซน 1

ง. Zone 3 (พื้นที่ที่เกินกว่าสีแดง) คือ โซนที่มีการเคลื่อนไหวมากที่สุดที่ก่อให้เกิดความเครียดต่อกล้ามเนื้อ ควรหลีกเลี่ยงจากการยกของหนัก และการทำงานซ้ำๆ



รูปที่ 2.13 ช่วงในการเคลื่อนไหวในข้อต่อส่วนต่างๆ

ที่มา : Scott Openshaw, Allsteel and Erin Taylor, Allsteel

2.16 วิธีการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของโต๊ะเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน พบว่ามีนักวิจัยส่วนน้อยที่ทำการศึกษเกี่ยวกับขนาดของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน

2.16.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ในโครงการนี้จะใช้สมการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปกับสัดส่วนของร่างกายของผู้ใช้งาน จากงานวิจัยของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน Castellucci, Arezes และ Molenbroek (2010) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Castellucci, Arezes และ Molenbroek (2014) กล่าวว่า ความไม่เหมาะสมระหว่างโต๊ะเรียนและนักเรียนจะส่งผลต่อการเคลื่อนไหวร่างกายทำให้เกิดความไม่สะดวกสบาย และยังมีผลต่อการเรียนรู้ ดังนั้นจุดมุ่งหมายหลักของการศึกษางานวิจัยนี้ คือ รวบรวมงานวิจัยที่นำเสนอหลักเกณฑ์การประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างนักเรียนและโต๊ะเก้าอี้ที่ใช้ และนำเสนอการไปใช้ในการตรวจสอบกลุ่มตัวอย่าง จากกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบ 2,216 คน จาก 14 โรงเรียน พบว่ามีเพียง 15 งานวิจัยที่นำเสนอสมการประเมินความไม่เหมาะสม และมีทั้งหมด 21 สมการ ซึ่งใช้ตรวจสอบขนาดโต๊ะเก้าอี้ 6 ด้าน โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกาย อาสาสมัครนั่งตัวตรงบนเก้าอี้ที่ปรับระดับความสูงได้ ขาดังฉากท่ามุม 90 องศา และเท้าวางราบกับพื้นหรือที่วางเท้าสามารถปรับระดับได้ อาสาสมัครไม่สวมรองเท้า สวมเสื้อยืดกางเกงขาสั้น การวัดสัดส่วนของร่างกายถูกเทียบกับ การวัดสัดส่วนของร่างกาย Harpenden Standard (Holtain Ltd., UK) ซึ่งเป็นการวัดที่มีการใช้เครื่องมือ Estadiometer ซึ่งมีข้อยกเว้นในเรื่องความสูง โดยมีการเก็บข้อมูลในส่วนต่างๆ คือ ความสูง (Stature) วัดแนวตรงระหว่างพื้นถึงด้านบนสุดของศีรษะ ความสูงของไหล่ขณะนั่ง (SHH) วัดในแนวตรงจากพื้นที่นั่งถึงโพลาร้าขณะตัวนั่งตรง ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (EHS) งอข้อศอก 90 องศา วัดจากที่นั่งถึงด้านล่างของข้อศอก ความสูงของกระดูกสะบัก (SUH) นั่งตัวตรง วัดจากพื้นเก้าอี้ที่นั่งถึงจุดต่ำสุดของกระดูกสะบัก ความสูงขาพับ (PH) นั่งตัวตรง ขาดังฉากกับพื้น วัดจากเท้าที่วางบนพื้นราบถึงใต้ขาพับ ความกว้างของสะโพก (HW) นั่งตัวตรง วัดจากจุดที่กว้างที่สุดในขณะที่นั่งเก้าอี้ ความยาวของสะโพกถึงขาพับ (BPL) นั่งตัวตรง เช่าตั้งฉากกับเก้าอี้ วัดในแนวนอนจากสะโพก (ก้นกบ) ถึงขาพับ และการวัดขนาดของโต๊ะเรียน ความสูงของที่นั่ง (SH) วัดในแนวตั้งจากพื้นถึงจุดกึ่งกลางขอบด้านหน้าของเก้าอี้ ความลึกของที่นั่ง (SD) วัดในแนวนอนจากด้านหลังของเก้าอี้ถึงด้านหน้าของเก้าอี้ ความกว้างของที่นั่ง (SW) วัดระหว่างขอบด้านนอกของที่นั่งทั้ง 2 ด้าน ขอบบนของพนักพิง (UEB) วัดในแนวตั้งระหว่างจุดกึ่งกลางขอบบนของพนักพิงด้านหลังไปถึงจุดกึ่งกลางขอบด้านบนที่นั่ง ผลที่ได้รับแสดงให้เห็นว่าขนาดของโต๊ะเรียนทั้ง 6 ชนิดมีสมการที่ใช้แตกต่างกัน

Thariq และ Munasinghe (2005) ได้กล่าวว่า ได้ทำการศึกษาขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับสัดส่วนของผู้ใช้ในมหาวิทยาลัยประเทศศรีลังกา ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนของนิสิตมหาวิทยาลัยเพื่อหาว่าขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดความสะดวกสบายยิ่งขึ้นในการใช้งาน โดยส่วนแรกของงานวิจัยได้กล่าวถึงสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างขนาดของเก้าอี้หรือโต๊ะกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้สมการต่างๆ เหล่านั้นในการออกแบบปรับปรุงกำหนดขนาดของโต๊ะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน โดยขนาดที่ผู้วิจัยได้แนะนำดังนี้ เก้าอี้มีความสูง 44.50 เซนติเมตร ความลึกของที่นั่ง 43.40 เซนติเมตร ความกว้างของที่นั่ง 43.60 เซนติเมตร ความสูงของพนักพิง 29.60 เซนติเมตร ความยาวของแผ่นรองเขียน 45.30 เซนติเมตร ความกว้างของแผ่นรองเขียน 19.80 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างที่นั่งกับแผ่นรองเขียน 22.90 เซนติเมตร

Chaffin และ Anderson (1991) ได้ทำการศึกษางานของผู้ใช้เครื่องพิมพ์ดีด โดยศึกษาว่าท่าทางการทำงานที่เหมาะสมควรเป็นอย่างไร เพื่อที่จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด พบว่า แป้นพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดีดควรจะอยู่ในระดับเดียวกับข้อศอก โดยที่มุมไหล่สามารถงอ (Flexion) ออกไปข้างหน้าได้มากที่สุด 25 องศา และสามารถกาง (Abduction) ออกไปด้านข้างได้มากที่สุด 20 องศา

Roebuck และคณะ (1975) ได้ทำการศึกษาสัดส่วนร่างกายในด้านความยาว เช่น ความยาวสะโพกถึงขาพับ ความยาวข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ เป็นต้น พบว่ามีความสัมพันธ์กับความสูงของร่างกาย

Oyewole และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนร่างกาย จากงานวิจัยของ Roebuck และคณะ (1975) พบว่า นอกจากขนาดสัดส่วนร่างกายด้านความยาวแล้ว ยังมีสัดส่วนร่างกายด้านความกว้าง และความหนาของร่างกาย มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีมวลกาย (น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) หารด้วย ส่วนสูงกำลังสอง (เมตร)) โดยค่าสัดส่วนต่างๆ สามารถอธิบายได้ตามสัดส่วนของน้ำหนักได้

#### 2.16.2 งานวิจัยในประเทศไทย

พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี (2555) ได้ทำการศึกษากลุ่มตัวอย่างคณะวิศวกรรมศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์จำนวน 80 ราย สาเหตุที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าเกิดจากขนาดของโต๊ะเรียนที่ไม่เหมาะสมกับการนั่งเรียน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบปรับปรุงโต๊ะเรียนขึ้นมาใหม่ โดยนำขนาดสัดส่วนของร่างกายมาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาดังกล่าว โดยกำหนดให้ขนาดของโต๊ะเรียนดังนี้ ฐานที่นั่งกว้าง 47.50 เซนติเมตร พนักพิงกว้าง 45.50 เซนติเมตร ระดับความสูงจากพื้นถึงที่นั่ง 46.00 เซนติเมตร และด้านข้างขวามือของโต๊ะเรียนสามารถปรับเลื่อนเข้า – ออกได้ หลังจากการทำการออกแบบและปรับปรุงแก้ไขโต๊ะเรียนแล้ว ผู้วิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเกิดความเมื่อยล้าลดลง และพึงพอใจต่อโต๊ะเรียนที่ออกแบบและปรับปรุงใหม่นี้

ชิตชนก ชาญณรงค์ (2548) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ 4 วิธี คือ การทดสอบ Anderson และDarling การทดสอบ Kolmogorov และSmirnov การทดสอบ Q Statistic และการทดสอบ D Statistic ทำการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 จะทำการเปรียบเทียบความผิดพลาด ส่วนที่ 2 ทำการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ และส่วนที่ 3 เปรียบเทียบผลข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง 15 ชุด ผลการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แนะนำให้เลือกใช้การทดสอบ Anderson และDarling เนื่องจากให้ผลการเปรียบเทียบทั้ง 3 ส่วนที่ดีที่สุด

### 2.16.3 รวบรวมอสมการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายกับขนาดโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับอสมการที่ใช้ในการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปกับสัดส่วนของร่างกายของผู้ใช้งาน พบว่า มีหลายงานวิจัยที่ใช้อสมการในการประเมินความไม่เหมาะสม โดยอสมการที่เลือกพิจารณาใช้ในการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานมีดังนี้

#### 2.16.3.1 อสมการประเมินความไม่เหมาะสมความกว้างของที่นั่ง

$$HW < SW \quad (2.2)$$

$$1.10HW \leq SW \leq 1.30HW \quad (2.3)$$

#### 2.16.3.2 อสมการประเมินความไม่เหมาะสมความสูงของที่นั่ง

$$(PH+SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH+SC)\cos 5^\circ \quad (2.4)$$

$$0.88PH \leq SH \leq 0.95PH \quad (2.5)$$

$$0.88PH \leq SH \leq 0.99PH \quad (2.6)$$

#### 2.16.3.3 อสมการประเมินความไม่เหมาะสมความลึกของที่นั่ง

$$0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL \quad (2.7)$$

#### 2.16.3.4 อสมการประเมินความไม่เหมาะสมความสูงพนักพิง

$$0.60SHH \leq UEB \leq 0.80SHH \quad (2.8)$$

$$SUH \geq UEB \quad (2.9)$$

#### 2.16.3.5 อสมการประเมินความไม่เหมาะสมความสูงจากพื้นที่นั่งถึงแผ่นรองเขียน

$$EHS \leq SDH \leq 0.8517 EHS + 0.1483SHH \quad (2.10)$$

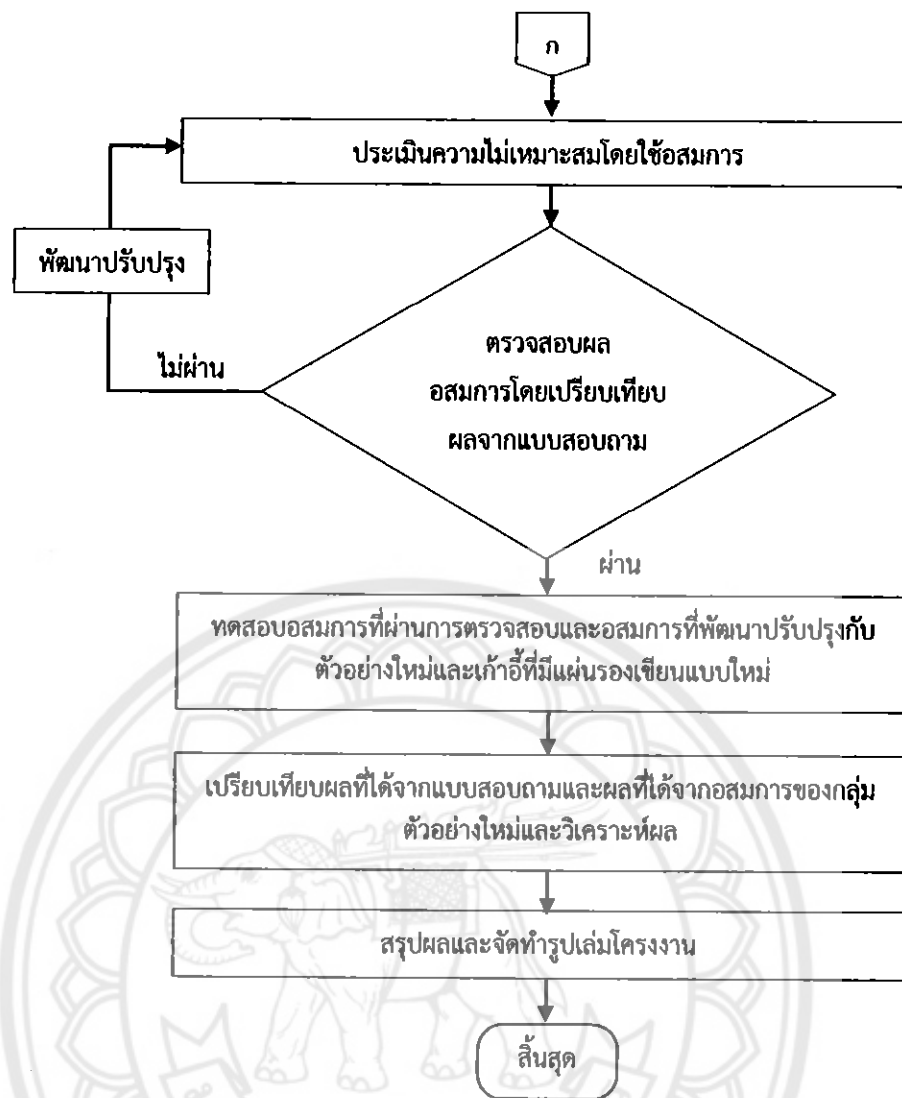
$$EHS \leq SDH \leq EHS + 5 \quad (2.11)$$

### บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนที่ใช้ในการดำเนินโครงการ “ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความไม่เหมาะสมของ  
สัดส่วนร่างกายกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนและผลที่ได้จากแบบสอบถาม” ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ



รูปที่ 3.1(ต่อ) แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ

### 3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ศึกษา ทบทวนวรรณกรรม งานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับความไม่เหมาะสมระหว่างขนาดของเฟอร์นิเจอร์ประเภทโต๊ะและเก้าอี้ วิธีการออกแบบสอบถาม และการกำหนดกลุ่มตัวอย่างจากตาราง Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบสอบถาม และโปรแกรม Minitab ในการตรวจสอบข้อมูลทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยของ Castellucci, Arezes และ Molenbroek (2014) ได้มีการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป ตั้งแต่เดือนมกราคม 1980 ถึงมกราคม 2013 พบว่ามี 15 งานวิจัย และ 21 อสมการที่สามารถนำมาตรวจสอบกับโต๊ะเก้าอี้ 6 ด้าน และเนื่องจากงานวิจัยนี้ได้มีการรวบรวมอสมการที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปไว้เรียบร้อยแล้ว ในโครงการนี้จึงเลือกศึกษางานวิจัยนี้

เนื่องจากยังไม่มีงานวิจัยใดทำการศึกษเกี่ยวกับอสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของสัดส่วนร่างกายและผลที่ได้จากแบบสอบถาม จึงทำให้ไม่มีหลักการในการวิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบสอบถาม และผลที่ได้จากอสมการ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาค้นคว้า เพื่อหาวิธีการให้คะแนนความสอดคล้อง

### 3.2 การจัดทำแบบสอบถาม

เมื่อทำการศึกษาหลักการและวิธีการออกแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว ได้การสร้างแบบสอบถาม โดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะสอบถามถึงความพึงพอใจและความคิดเห็นเกี่ยวกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

3.2.1 แบบสอบถามที่สร้างขึ้นจะมีข้อความเกี่ยวกับ ความกว้างของที่นั่ง ความสูงของที่นั่ง ความลึกของที่นั่ง ความสูงของพนักพิง และความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง และสอบถามข้อมูลที่สำคัญเพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ได้

3.2.2 เมื่อสร้างแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว ได้ส่งแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบสถานการณ์ และผู้เชี่ยวชาญในด้านกายวิภาคศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือในการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความถามและวัตถุประสงค์ (Item - Objective Congruence Index: IOC) ข้อคำถามที่ไม่ผ่านการตรวจสอบจะถูกปรับปรุงจนกว่าจะผ่านการตรวจสอบ

### 3.3 การวางแผนการเก็บข้อมูล

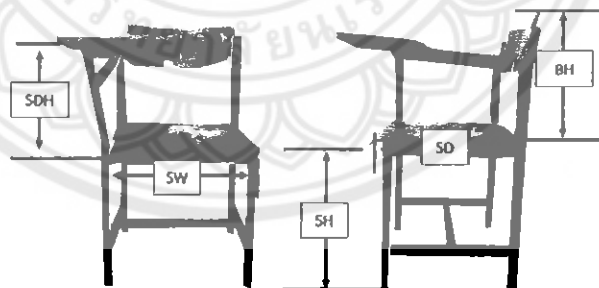
ทำการวางแผนการเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกาย และการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม เนื่องจากนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์มีจำนวน 2,302 คน เมื่อใช้หลักการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของตาราง Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 345 คน โครงการนี้จึงทำการศึกษานิสิตชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 349 คน เนื่องจากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อย

#### 3.3.1 การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม

ใช้กลุ่มตัวอย่างจากนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 349 คน ซึ่งแบ่งการเก็บข้อมูลโดยใช้กลุ่มตัวอย่างวันละประมาณ 10 - 15 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างนั่งเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนในลักษณะทำนั่งเรียน และนั่งสอบเป็นประมาณ 5 - 10 นาที จากนั้นทางผู้ดำเนินโครงการจะชี้แจงรายละเอียดของการแบบสอบถาม โดยอธิบายทำนองที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ คือ ให้จะต้องนั่งตัวตรงหลังติดพนักพิง เข้าตั้งฉากกับที่นั่ง และเท้าวางระนาบกับพื้น เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างนั่งในท่าที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์แล้วตอบแบบสอบถามตามความพึงพอใจในขณะนั่ง

##### 3.3.1.1 เก็บข้อมูลขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

โครงการนี้ได้เลือกศึกษาขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เป็นเก้าอี้ไม้ เนื่องจากเป็นเก้าอี้ที่มีลักษณะถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ คือ พนักพิงตั้งฉากกับพื้นที่นั่ง และพื้นที่นั่งราบเรียบ ไม่มีการโค้งงอ โดยขนาดที่ทำการศึกษามีรายละเอียดดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การวัดขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

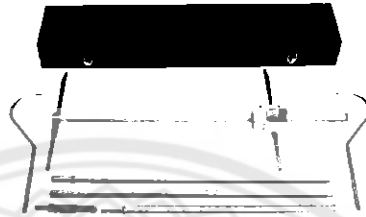
- ก. ความกว้างของที่นั่ง (SW)
- ข. ความสูงของที่นั่ง (SH)
- ค. ความลึกของที่นั่ง (SD)
- ง. ความสูงของพนักพิง (UEB)
- จ. ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH)



### 3.3.1.2 การเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกาย

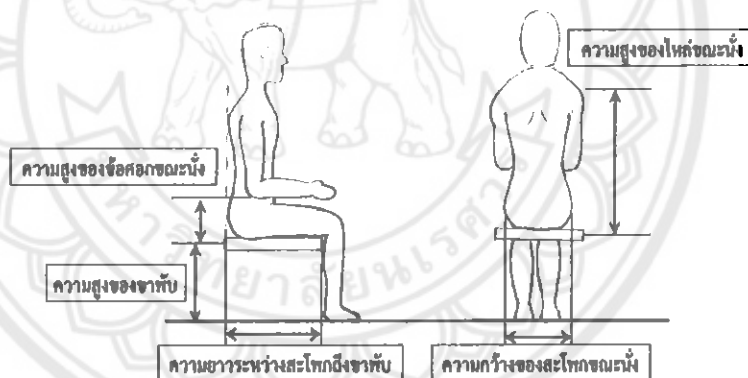
การเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายจะใช้เครื่องมือ ดังรูปที่ 3.3 และทำการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานตามสัดส่วนต่างๆ ที่ใช้ในสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสม ซึ่งการวัดสัดส่วนร่างกายมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.4

#### ก. เครื่องมือที่ใช้ในการวัด



รูปที่ 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนของร่างกาย

#### ข. การวัดสัดส่วนร่างกาย



รูปที่ 3.4 การวัดสัดส่วนร่างกาย

### 3.3.1.3 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลสัดส่วนร่างกาย

ทำการตรวจสอบข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ (Reliable) โดยตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสัดส่วนร่างกาย จากการศึกษาวิจัยของ Oyewole และคณะ (2010) กับ Roebuck และคณะ (1975) พบว่า ขนาดของร่างกายทุกขนาดมีความสัมพันธ์กับความสูงและค่าดัชนีมวลกาย ดังนั้น ถ้าค่าความสูงและค่าดัชนีมวลกายมีการแจกแจงแบบปกติแล้ว สัดส่วนร่างกายที่เกี่ยวข้องจะมีการแจกแจงแบบปกติด้วย ดังนั้นโครงการนี้จึงทำการตรวจสอบการการแจกแจงแบบปกติของค่าความสูงและค่าดัชนีมวลกาย

มวลกาย โดยใช้วิธีทางสถิติของ Anderson-Darling Test ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในงานวิจัยกันอย่างแพร่หลายและเป็นวิธีที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

### 3.4 การวิเคราะห์ผล

ทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบสอบถามและผลที่ได้จากอสมการ โดยนำข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบมาแทนค่าในอสมการประเมินความไม่เหมาะสม และเปรียบเทียบผลที่ได้จากอสมการและผลที่ได้จากแบบสอบถาม

### 3.5 ตัวอย่างขั้นตอนการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบสอบถาม

#### 3.5.1 การเก็บข้อมูลจากการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการวัดสัดส่วนข้อมูลจากผู้ใช้งาน

การวัดสัดส่วนร่างกาย (เซนติเมตร)	ความสูงของไหล่ขณะนั่ง	ความสูงจากเก้าอี้ถึงได้ข้อศอกขณะนั่ง	ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง	ความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ	ความสูงจากพื้นถึงขาพับ
	57	26	34	42	47

#### 3.5.2 การตอบแบบสอบถามของผู้ใช้งานหลังจากนั่งเก้าอี้ที่ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ แสดงดังรูปที่ 3.5

1. ความกว้างของที่นั่ง

ก. เหมาะสม / พอดี

ข. กว้างเกินไป ควรจะลดลง 3 เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)

ค. แคบเกินไป ควรจะเพิ่มขึ้น..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)

ง. เพิ่มเติม .....

2. ความสูงของที่นั่ง

ก. เหมาะสม / พอดี

ข. สูงเกินไป ควรจะลดลง..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)

ค. ต่ำเกินไป ควรจะสูงขึ้น 5 เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)

ง. เพิ่มเติม .....

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างจากแบบสอบถาม

### 3.5.3 การวิเคราะห์ผลจากอสมการและผลที่ได้จากแบบสอบถาม

3.5.3.1 อสมการในการตรวจสอบความกว้างของที่นั่ง คือ  $1.10HW \leq SW \leq 1.30HW$  และจากตารางที่ 3.1 ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง (HW) 34 เซนติเมตร ความกว้างของที่นั่ง (SW) 38.50 เซนติเมตร เมื่อแทนค่าในอสมการผู้ใช้งานควรนั่งเก้าอี้ที่มีความสูง 37.40 - 44.20 ดังนั้น เก้าอี้ที่ผู้ใช้งานนั่งในปัจจุบันจึงมีขนาดเหมาะสม หรือพอดีสำหรับผู้ใช้งานคนนี้ จากตัวอย่างแบบสอบถามรูปที่ 3.5 คำตอบความพึงพอใจจากผู้ตอบแบบสอบถามในด้านความกว้างของที่นั่งตอบว่าเก้าอี้กว้างเกินไป ดังนั้นผลจากอสมการและจากแบบสอบถามไม่มีความสอดคล้องกัน

3.5.3.2 อสมการตรวจสอบความสูงของที่นั่ง คือ  $(PH + SC) \cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + SC) \cos 5^\circ$  จากตารางที่ 3.1 ความสูงของขาพับขณะนั่ง (PH) 47 เซนติเมตร ผู้ใช้งานนั่งเก้าอี้ที่มีความสูง (SH) 40 เซนติเมตร และกำหนดให้ค่าความสูงของพื้นรองเท้า (SC) 2 เซนติเมตร จากผลของอสมการผู้ใช้งานควรนั่งเก้าอี้ที่มีความสูง 42.44 - 48.81 ดังนั้นเก้าอี้ที่ผู้ใช้งานนั่งในปัจจุบันจึงมีขนาดต่ำเกินไปสำหรับผู้ใช้งานคนนี้ จากตัวอย่างแบบสอบถามรูปที่ 3.7 คำตอบความพึงพอใจจากผู้ตอบแบบสอบถามในด้านความสูงของที่นั่งตอบว่าเก้าอี้ต่ำเกินไป ดังนั้น ผลจากอสมการและจากแบบสอบถามมีความสอดคล้องกัน

3.5.3.3 ตรวจสอบผลที่ได้จากอสมการและผลที่ได้จากแบบสอบถามโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องที่สร้างขึ้นมา

## 3.6 การพัฒนาปรับปรุงอสมการ

ทำการพัฒนาปรับปรุงอสมการที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ เมื่อพัฒนาปรับปรุงอสมการแล้วนำอสมการที่พัฒนาปรับปรุงไปตรวจสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดิม จากนั้นตรวจสอบผลที่ได้จากอสมการและผลที่ได้จากแบบสอบถามว่ามีคะแนนความสอดคล้องผ่านเกณฑ์หรือไม่ ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ก็จะทำการพัฒนาปรับปรุงอสมการอีกครั้งจนกว่าจะผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ

## 3.7 การทดสอบอสมการ

เพื่อยืนยันว่าอสมการทั้ง 5 อสมการสามารถนำไปใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่างใดก็ได้ และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบไหนก็ได้ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างใหม่จากนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 30 คน และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่

## 3.8 สรุปและจัดทำรูปเล่มโครงงาน

สรุปผลของการตรวจสอบอสมการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายและขนาดโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปว่ามีความสอดคล้องกับผลจากแบบสอบถามหรือไม่ สรุปผลของการตรวจสอบของอสมการที่พัฒนาปรับปรุงใหม่ และสรุปผลการผลการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างใหม่กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่ พร้อมข้อเสนอแนะ และจัดทำเป็นรูปเล่มโครงงาน

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินโครงการ

ตามแผนการดำเนินโครงการในบทที่ 3 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายและข้อมูลจากแบบสอบถามถูกบันทึกและวิเคราะห์ผล นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การดำเนินโครงการแสดงผลได้ ดังต่อไปนี้

#### 4.1 ผลจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวิจัย

การศึกษาและทบทวนจากหนังสือ เอกสารประกอบการเรียน สื่อทางอินเทอร์เน็ต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนของผู้ใช้งานและขนาดของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปที่ใช้ หลักการวัดสัดส่วนร่างกายและเครื่องมือที่ใช้ การออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ตามหลักกายศาสตร์ หลักการนั่งทำงานที่เหมาะสม ระยะโฟกัสของสายตาในการอ่านและการเขียน หลักการออกแบบสอบถาม และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 อสมการที่ใช้ตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนของผู้ใช้งานและของขนาดโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปที่ใช้ในโรงเรียน

4.1.2 หลักการวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometric Measurements) และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย

4.1.3 การออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ตามหลักกายศาสตร์

4.1.4 หลักการนั่งทำงานและความสูงของพื้นผิวการทำงานที่เหมาะสม

4.1.5 การสร้างแบบสอบถาม

4.1.6 การหาค่าดัชนีชี้ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (IOC)

4.1.7 การกำหนดกลุ่มประชากรตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ โปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม Minitab

## 4.2 ผลการศึกษาและรวบรวมอสมการในการตรวจสอบความไม่เหมาะสม

จากการรวบรวมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความไม่เหมาะสมของสัดส่วนร่างกายกับขนาดของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป โดยอสมการที่ถูกเลือกมีดังนี้

### 4.2.1 อสมการตรวจสอบความกว้างของที่นั่ง

ความกว้างของที่นั่ง (SW) ควรจะกว้างกว่าความกว้างของสะโพกขณะนั่ง (HW) เพราะถ้าความกว้างของที่นั่งแคบเกินไปจะส่งผลให้บริเวณสะโพกในส่วนที่เกินออกมาเกิดการกดทับ ถ้าความกว้างของที่นั่งกว้างเกินไปจะทำให้เบียดพื้นที่การใช้งานโดยเปล่าประโยชน์ และมีค่าใช้จ่ายสูงในการผลิต ดังนั้น Gouvali และ Boudolos (2006) แนะนำว่าความกว้างของที่นั่งควรอยู่ระหว่างร้อยละ 110 - 130 ของความกว้างของสะโพกขณะนั่งของ ดังอสมการที่ 4.1

$$1.1HW \leq SW \leq 1.3HW \quad (4.1)$$

### 4.2.2 อสมการตรวจสอบความสูงของที่นั่ง

ความสูงของที่นั่ง (SH) มีความสัมพันธ์กับความสูงของขาพับ (PH) ข้อมูลจากหลายงานวิจัยแนะนำให้ออกแบบเก้าอี้ให้มีความสูงของที่นั่งต่ำกว่าความสูงของข้อพับ (Molenbroek, Kroon-Ramaekers, & Snijders, 2003) เพื่อให้ขาตอนล่างของผู้ใช้งานสามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยระยะมุมระหว่าง 5-30 องศาตามแนวตั้ง และเนื่องจากนิสิตสวมรองเท้าในขณะที่นั่งเรียน ดังนั้นควรพิจารณาความสูงของพื้นรองเท้า (SC) ร่วมด้วย ดังอสมการที่ 4.2

$$(PH + SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + SC)\cos 5^\circ \quad (4.2)$$

### 4.2.3 อสมการตรวจสอบความลึกของที่นั่ง

ความลึกของที่นั่ง (SD) จะมีค่าแปรผันตรงและสอดคล้องกับความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ ถ้าความลึกของเก้าอี้ลึกเกินไปจะทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถนั่งติดพนักพิงได้ ทำให้พนักพิงไม่เกิดประโยชน์ และเมื่อผู้ใช้งานนั่งต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาานานจะส่งผลให้เกิดอาการกดทับบริเวณก้นกบและบริเวณส่วนหลัง ดังนั้น ในการออกแบบความลึกของที่นั่งควรออกแบบให้มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.80 - 0.95 เท่าของระยะห่างระหว่างสะโพกถึงขาพับด้านใน (BPL) (Milanese & Grimmer, 2004) ดังอสมการที่ 4.3

$$0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL \quad (4.3)$$

#### 4.2.4 อสมการตรวจสอบความสูงของพนักงาน

ความสูงของพนักงาน (UEB) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสูงของไหล่ขณะนั่ง (SHH) เนื่องจากมีการเคลื่อนไหวลำตัวส่วนบน และแขนขณะที่ใช้เก้าอี้ ดังนั้น ความสูงของพนักงานควรมีค่าต่ำกว่าหรือเกือบเท่ากับกระดูกสะบัก แต่เนื่องจากตำแหน่งกระดูกสะบักระบุได้ยาก Gouvali และ Boudolos (2006) ได้แนะนำตำแหน่งของกระดูกสะบักโดยจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 60 - 80 ของความสูงไหล่ขณะนั่ง ดังนั้นความสูงของพนักงานควรมีค่าตามอสมการที่ 4.4

$$0.60SHH \leq UEB \leq 0.80SHH \quad (4.4)$$

#### 4.2.5 อสมการตรวจสอบความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง

ตามหลักการยศาสตร์ พื้นผิวการทำงานควรอยู่ในระดับข้อศอก ดังนั้นความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง (SDH) ควรจะมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (EHS) และเนื่องจากข้อเสนอนะของ Chaffin and Anderson(1991) ที่ว่า มุมกางแขนออก (abduction) และมุงอแขน (flexion) ที่มากที่สุดและทำให้เกิดความเมื่อยล้าที่น้อยที่สุด คือ 20 องศา และ 25 องศา ตามลำดับ ดังนั้นขอบบนของความสูงโต๊ะจากพื้นที่นั่ง คือ ความสูงข้อศอกขณะนั่งคูณด้วยมุมกางแขน 20 องศาบวกกับความสูงไหล่ขณะนั่งคูณด้วยมุงอแขน 25 องศา ดังอสมการที่ 4.5

$$EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.1485SHH \quad (4.5)$$

#### 4.3 ผลศึกษาและค้นหาวิธีการให้คะแนนความสอดคล้องของอสมการ

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ พบว่า ยังไม่มีงานวิจัยใดทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน โดยวิธีการเปรียบเทียบผลที่ได้จากอสมการและผลที่ได้จากแบบสอบถาม โครงการนี้จึงได้มีแนวคิดที่จะทำการศึกษา โดยวิธีการเปรียบเทียบผลจากอสมการกับผลที่ได้จากแบบสอบถาม โดยการให้คะแนนความสอดคล้องตามแบบการให้คะแนนของวิธีการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ ซึ่งการให้คะแนนความสอดคล้องคิดได้จากผลที่ได้จากอสมการและผลที่ได้จากแบบสอบถามเหมือนกันจะมีคะแนน +1 แต่ถ้าผลที่ได้ต่างกันจะมีคะแนน -1 ถ้าผลคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 หรือคิดเป็นร้อยละจะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 75 ซึ่งจะสรุปได้ว่าอสมการนั้นสามารถนำไปใช้ประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ ซึ่งสามารถนิยามคะแนนความสอดคล้องได้ดังนี้

คะแนนความสอดคล้อง +1 คือ ผลจากอสมการและผลจากแบบสอบถามเหมือนกัน  
 -1 คือ ผลจากอสมการและผลจากแบบสอบถามต่างกัน  
 ดังนั้นคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมีค่าดังนี้

$$\text{คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย} = \frac{\text{คะแนนความสอดคล้องรวม}}{\text{จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด}} \quad (4.6)$$

#### 4.4 ผลการจัดทำแบบสอบถามส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นมีจุดประสงค์ ดังตารางที่ 4.1 เพื่อสอบถามความพึงพอใจและความคิดเห็นเกี่ยวกับขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยท่านแรกจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญในด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม ท่านที่สองและท่านที่สามจากคณะสหเวชศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญในด้านกายวิภาคศาสตร์ และการยศาสตร์ ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 วัตถุประสงค์ของข้อคำถาม

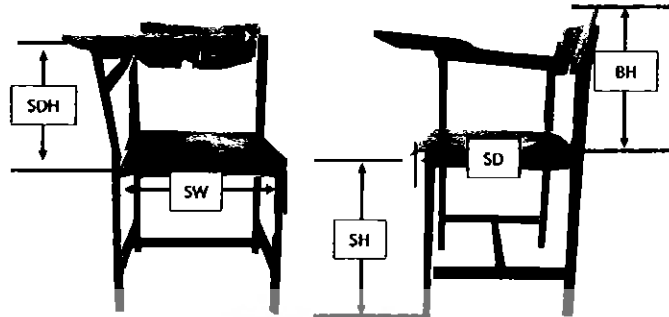
ข้อคำถาม	วัตถุประสงค์
1	เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานเกี่ยวกับความกว้างของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนว่ามีความเหมาะสมหรือไม่
2	เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานเกี่ยวกับความสูงของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนว่ามีความสูงเหมาะสมหรือไม่
3	เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานเกี่ยวกับความลึกของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนว่ามีความลึกเหมาะสมหรือไม่
4	เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานเกี่ยวกับความสูงของพนักพิงของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนว่ามีความสูงเหมาะสมหรือไม่
5	เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานเกี่ยวกับความสูงของแผ่นรองเขียนว่ามีความสูงเหมาะสมหรือไม่

ตารางที่ 4.2 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับความพึงพอใจและความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญ	เกณฑ์ความสอดคล้อง			ผลรวม	ค่าสอดคล้องระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์
		1	0	-1		
1	1	√			3	1
	2	√				
	3	√				
2	1	√			3	1
	2	√				
	3	√				
3	1	√			3	1
	2	√				
	3	√				
4	1	√			2	0.67
	2		√			
	3	√				
5	1	√			3	1
	2	√				
	3	√				



#### 4.5 ผลการเก็บข้อมูลขนาดโต๊ะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนและแบบสอบถาม เก็บข้อมูลการวัดขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในการศึกษา ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การวัดขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

ขนาดของโต๊ะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน มีค่าดังต่อไปนี้

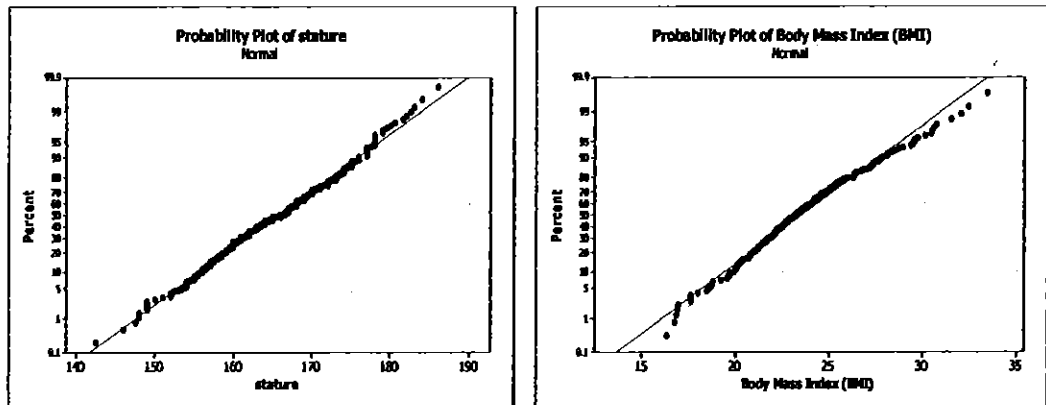
- 4.5.1 ความกว้างของที่นั่ง (SW) 38.50 เซนติเมตร
- 4.5.2 ความสูงของที่นั่ง (SH) 45 เซนติเมตร
- 4.5.3 ความลึกของที่นั่ง (SD) 44 เซนติเมตร
- 4.5.4 ความสูงของพนักพิง (UEB) 35 เซนติเมตร
- 4.5.5 ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) 28 เซนติเมตร

#### 4.6 ผลการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกาย ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของตาราง Taro Yamane โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจากนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 349 คน (ชาย 198 คน และหญิง 151 คน) และเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบสอบถามและผลจากอสมการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### 4.6.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

หลังจากเก็บรวบรวมการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง ได้นำข้อมูลส่วนสูง และดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการตรวจสอบที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 ( $P\text{-Value} > 0.05$ ) และกราฟการกระจายของข้อมูล ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟการกระจายแบบปกติของข้อมูลความสูง และดัชนีมวลกาย

จากกราฟ รูปที่ 4.2 พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลมีการเรียงตัวกันเป็นแนวเส้นตรง และมีระยะห่างของข้อมูลแต่ละจุดใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่ แสดงว่าข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่สนใจมีการกระจายตัวแบบปกติ พิจารณาค่า P-Value ในการตรวจสอบข้อมูลทางสถิติของ Anderson-Darling Test ของค่าความสูง P-Value มีค่าเท่ากับ 0.067 และค่า BMI P-Value มีค่าเท่ากับ 0.059 ซึ่งค่า P-Value ที่ได้มีค่ามากกว่า 0.05

#### 4.6.2 ค่าทางสถิติของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง และสัดส่วนร่างกาย

หลังจากเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง หาค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงดังตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าสถิติสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 349 คน)

ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย	ค่าสถิติ			
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำหนัก (กก.)	130.00	34.20	62.28	14.82
ส่วนสูง (ซม.)	186.00	142.50	165.77	7.79
ความสูงขาพับขณะนั่ง (ซม.)	48.80	36.30	42.30	2.45
ความสูงข้อศอกขณะนั่ง (ซม.)	29.70	15.20	22.20	2.56
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	50.50	39.00	46.00	3.03
ความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ (ซม.)	65.20	46.00	58.70	2.81
ความกว้างสะโพกขณะนั่ง (ซม.)	41.00	29.00	35.50	1.98

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าสถิติสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 198 คน)

ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย	ค่าสถิติ			
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำหนัก (กก.)	130.00	45.20	68.23	14.23
ส่วนสูง (ซม.)	186.00	155.00	170.00	5.58
ความสูงขาพับขณะนั่ง (ซม.)	48.80	39.30	43.80	1.96
ความสูงข้อศอกขณะนั่ง (ซม.)	29.70	16.20	22.70	2.64
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	50.50	44.00	47.00	1.42
ความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ (ซม.)	65.20	55.20	60.20	2.10
ความกว้างสะโพกขณะนั่ง (ซม.)	41.00	29.00	35.50	2.06

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสถิติสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 151 คน)

ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย	ค่าสถิติ			
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำหนัก (กก.)	106.00	34.20	54.58	11.73
ส่วนสูง (ซม.)	179.00	142.50	159.50	5.55
ความสูงขาพับขณะนั่ง (ซม.)	46.80	36.30	40.80	1.80
ความสูงข้อศอกขณะนั่ง (ซม.)	28.20	15.20	22.20	2.41
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	48.50	39.00	45.00	1.48
ความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ (ซม.)	43.50	25.80	56.70	2.33
ความกว้างสะโพกขณะนั่ง (ซม.)	39.50	30.50	35.50	1.93

#### 4.6.3 ผลการตรวจสอบสมการประเมินความไม่เหมาะสมและวิเคราะห์ผล

เปรียบเทียบผลที่ได้จากสมการและผลที่ได้จากแบบสอบถาม โดยการให้คะแนนความสอดคล้อง

ตัวอย่างการคำนวณคะแนนของการเปรียบเทียบผลจากสมการความสูงของพนักงานกับผลจากแบบสอบถามดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างการเปรียบเทียบผลจากสมการความสูงของพนักงานกับผลจากแบบสอบถาม

Sample No.	Minimum	Maximum	Results questionnaire	Results Survey	Score
1	35.52	47.36	ต่ำเกินไป	เหมาะสม/พอดี	-1
2	37.02	49.36	ต่ำเกินไป	ต่ำเกินไป	1
3	34.62	46.16	เหมาะสม/พอดี	เหมาะสม/พอดี	1
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
347	33.12	44.16	เหมาะสม/พอดี	เหมาะสม/พอดี	1
348	34.32	45.76	เหมาะสม/พอดี	เหมาะสม/พอดี	1
349	34.32	45.76	เหมาะสม/พอดี	เหมาะสม/พอดี	1
คะแนนความสอดคล้องรวม					179
คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย					0.51

จากตารางที่ 4.6 มีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 349 คน ให้ผลคะแนนความสอดคล้องรวม เท่ากับ 179 โดยคำนวณหาคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย} &= \frac{\text{คะแนนความสอดคล้องรวม}}{\text{จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด}} \\ \text{คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย} &= \frac{179}{349} \\ \text{คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย} &= 0.51 \end{aligned}$$

จากการคำนวณคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย พบว่า อสมการความสูงของพนักงานมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 0.51 แสดงว่าอสมการความสูงของพนักงานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายกับกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้

ดังนั้น ผลสรุปคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละอสมการมีรายละเอียดการตรวจสอบความสอดคล้องแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละอสมการ

ชุดอสมการประเมินความไม่เหมาะสม	คະแนนความสอดคล้องเฉลี่ย
ความกว้างของที่นั่ง $(PH + SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + SC)\cos 5^\circ$	0.66
ความสูงของที่นั่ง $0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL$	0.57
ความลึกของที่นั่ง $1.10HW \leq SW \leq 1.30HW$	0.53
ความสูงของพนักพิง $0.60SHH \leq UEB \leq 0.80SHH$	0.51
ความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง $EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.1485SHH$	-0.16

อสมการความกว้างของที่นั่ง มีคະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.66 ซึ่งมีคະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 0.50 จึงทำให้อสมการความกว้างของที่นั่ง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ และเนื่องจากในการออกแบบความกว้างของที่นั่งของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปมีการคำนึงถึงความกว้างสะโพกของผู้ใช้งานเช่นเดียวกับการออกแบบความกว้างของที่นั่งของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน จึงทำให้ความกว้างของที่นั่งของเก้าอี้ทั่วไปมีลักษณะเหมือนกับความกว้างของที่นั่งของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

อสมการความสูงของที่นั่ง มีคະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 ซึ่งมีคະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 0.50 จึงทำให้อสมการความสูงของที่นั่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ และเนื่องจากในการออกแบบความสูงของที่นั่งของเก้าอี้ทั่วไปมีการคำนึงถึงความสูงของขาพับขณะของผู้ใช้งานนั่งเช่นเดียวกับการออกแบบความสูงของที่นั่งของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน จึงทำให้ความสูงของที่นั่งของเก้าอี้ทั่วไปมีลักษณะเหมือนกับความสูงของที่นั่งของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

อสมการความลึกของที่นั่ง มีคະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.53 ซึ่งมีคະแนนความสอดคล้องมากกว่า 0.50 จึงทำให้อสมการความลึกของที่นั่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ และเนื่องจากในการออกแบบความลึกของที่นั่งของเก้าอี้ทั่วไป มีการคำนึงถึงความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับของผู้ใช้งานเช่นเดียวกับการออกแบบความลึกของที่นั่งของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน จึงทำให้ความลึกของที่นั่งของเก้าอี้ทั่วไปมีลักษณะเหมือนกับความลึกของที่นั่งของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

อสมการความสูงของพนักพิง มีคະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.51 ซึ่งมีคະแนนความสอดคล้องมากกว่า 0.50 จึงทำให้อสมการความสูงของพนักพิงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ และเนื่องจากในการออกแบบความสูงของพนักพิงของเก้าอี้ทั่วไป มีการคำนึงถึง

ความสูงไหล่ขณะนั่งเช่นเดียวกับการออกแบบความสูงของพนักพิงของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน จึงทำให้ความสูงของพนักพิงของเก้าอี้ทั่วไปมีลักษณะเหมือนกับความสูงของพนักพิงของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

อสมการตรวจสอบความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง มีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย เท่ากับ -0.16 ซึ่งมีคะแนนความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ทำให้ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ เนื่องจากระดับความสูงของโต๊ะ และระดับความสูงแผ่นรองเขียน มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น โต๊ะปกติไม่ได้ติดกับเก้าอี้เหมือนเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

#### 4.6.4 พัฒนาปรับปรุงอสมการที่ไม่ผ่านและทำการตรวจสอบ

จากการตรวจสอบผลในหัวข้อ 4.5.3 พบว่า อสมการที่ใช้ในการประเมินความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่งไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประเมินความสูงของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาอสมการที่ใช้ในการตรวจสอบความสูงของแผ่นรองเขียน ดังนี้

##### 4.6.4.1 พัฒนาปรับปรุงขอบล่างของอสมการ

ขอบล่างของอสมการความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งมีความสัมพันธ์กับความสูงข้อศอกขณะนั่ง ความสูงของโต๊ะตามหลักการยศาสตร์ควรจะมีระดับพื้นผิวการทำงานอยู่ได้ระดับข้อศอกพอดี ขอบล่างของอสมการความสูงโต๊ะจึงใช้ความสูงระดับข้อศอก สำหรับการเขียนและอ่านหนังสือถือว่าเป็นงานประณีต และต้องใช้สายตาตลอดเวลา ซึ่งตามหลักการยศาสตร์แล้วระดับพื้นผิวทำงานต้องสูงกว่าระดับข้อศอกเล็กน้อย และระดับพื้นผิวการทำงานของแผ่นรองเขียนควรจะมีอยู่ในระยะโฟกัสของสายตาของผู้ใช้งาน คือ ประมาณ 50 เซนติเมตร ทั้งนี้จากการสืบค้น [http://humanfactors.com/newsletters/more\\_about\\_fonts.asp](http://humanfactors.com/newsletters/more_about_fonts.asp) ได้แนะนำให้ระยะโฟกัสของสายตาควรอยู่ที่ 20 นิ้ว (50 เซนติเมตร) เช่นกัน เพราะฉะนั้นในการกำหนดขอบล่างของอสมการ จะนำระยะโฟกัสของสายตาเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อไม่ให้ระยะห่างระหว่างระดับสายตาและระดับแผ่นรองเขียนห่างเกินระยะโฟกัสของสายตา ดังนั้น ขอบล่างของอสมการจะต้องไม่น้อยกว่าความสูงตาขณะนั่งลบด้วย 50 เซนติเมตร

ในกรณีที่ 1 ความสูงตาขณะนั่งของผู้ใช้งานลบด้วย 50 เซนติเมตร แล้วมีค่าต่ำกว่าค่าความสูงข้อศอกขณะนั่ง ดังนั้น ขอบล่างของอสมการสำหรับผู้ใช้งานคนนี้ควรจะใช้ระดับความสูงของข้อศอกขณะนั่ง เนื่องจากไม่จำเป็นที่แผ่นรองเขียนจะต้องอยู่สูงกว่าข้อศอกก็สามารถมองเห็นและเขียนหนังสือได้โดยไม่ต้องก้ม

ในกรณีที่ 2 ความสูงตาขณะนั่งของผู้ใช้งานลบด้วย 50 เซนติเมตรแล้วมีค่าสูงกว่าระดับข้อศอกขณะนั่ง ดังนั้น ขอบล่างของอสมการสำหรับผู้ใช้งานคนนี้ควรจะใช้ความสูงของระดับสายตาลบด้วย 50 เซนติเมตร เนื่องจากถ้าหากแผ่นรองเขียนต่ำกว่าระยะโฟกัสสายตาของผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานจะต้องก้มลง เพื่อให้สามารถมองเห็น และเขียนได้

ดังนั้น ขอบล่างอสมการที่พัฒนาปรับปรุง คือ  $SDH \geq \text{Max} \{EHS, ESH-50\}$

#### 4.6.4.2 พัฒนาปรับปรุงขอบบนของอสมการ

ขอบบนของอสมการความสูงโตะจากพื้นที่นั่งถูกพัฒนาจากการพิสูจน์ของ Chaffin และ Andersson (1991) พบว่า มุมกางแขนออก (Abduction) และมุมงอไหล่ (Flexion) ที่มากที่สุดและทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด คือ 20 องศา และ 25 องศา ตามลำดับ ดังนั้น ขอบบนของอสมการความสูงโตะ คือ  $EHS + (SHH - EHS) [(1 - \cos\theta) + \cos\theta(1 - \cos\beta)]$  โดยที่  $\theta$  คือ มุมงอไหล่ และ  $\beta$  คือ มุมกางแขนออก เมื่อแทนค่ามุมลงในสูตร จะได้ขอบบนของอสมการ ดังนี้  $0.8517EHS + 0.1483SHH$

เนื่องจากเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับโตะเก้าอี้ปกติทั่วไปมีความแตกต่างกัน โดยเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนจะมีแผ่นรองเขียนด้านข้างทำหน้าที่เสมือนที่พิงแขน ดังนั้น แขนสามารถยกขึ้นสูงได้โดยไม่ปวดเมื่อย จากตารางที่ 2.2 สามารถอธิบายได้ว่า มุมงอไหล่ที่ 25 องศา มุมกางแขนที่ 20 องศา จะอยู่ในโซนที่ 1

ถ้าพิจารณาเพิ่มมุมงอไหล่ และมุมกางแขนเพียง 5 องศา มุมทั้งสองก็ยังอยู่ในโซนที่ 1 และเหตุผลที่ไม่เพิ่มมุมทั้งสองมุมจนถึงระดับขอบบนของโซนที่ 1 เนื่องจากการงอไหล่และการกางแขนสูงขึ้นมากจะทำให้เกิดความเมื่อยล้ามากขึ้น แม้ว่ามุมจะอยู่ในโซนที่ 1 และมีที่พิงแขนก็ตาม

ดังนั้น ขอบบนของอสมการที่ทำการพัฒนาปรับปรุงจึงเป็น  $0.7849EHS + 0.2151SHH$

#### 4.6.4.3 อสมการที่พัฒนาปรับปรุง

อสมการที่พัฒนาปรับปรุงใช้ประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ดังอสมการที่ 4.7

$$\text{Max} \{EHS, ESH-50\} \leq SDH \leq 0.7849EHS+0.2151SHH \quad (4.7)$$

ทำการตรวจสอบเปรียบเทียบผลที่ได้จากอสมการกับผลที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 0.58 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.50 ดังนั้น อสมการที่พัฒนาปรับปรุงสามารถใช้ประเมินความไม่เหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานได้

#### 4.7 สรุปผลการตรวจสอบอสมการประเมินความไม่เหมาะสม

สรุปผลจากหัวข้อ 4.5 ได้ชุดอสมการที่ใช้ประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนผู้ใช้งานกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ดังนี้

##### 4.7.1 อสมการตรวจสอบความสูงของที่นั่ง

$$(PH + SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + SC)\cos 5^\circ$$

##### 4.7.2 อสมการตรวจสอบความลึกของที่นั่ง

$$0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL$$

##### 4.7.3 อสมการตรวจสอบความกว้างของที่นั่ง

$$1.10HW \leq SW \leq 1.30HW$$

##### 4.7.4 อสมการตรวจสอบความสูงของพนักพิง

$$0.60SHH \leq UEB \leq 0.80SHH$$

##### 4.7.5 อสมการความสูงของแผ่นรองเขียนจากที่นั่ง

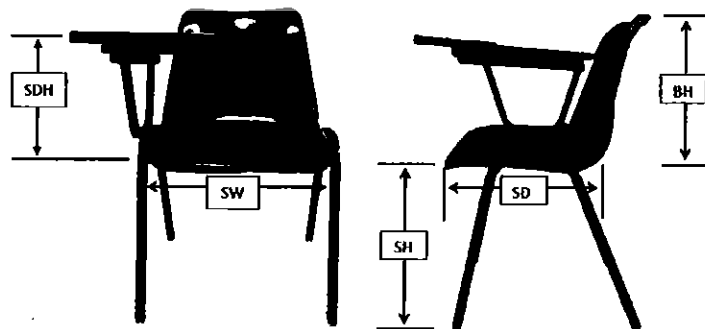
$$\text{Max} \{EHS, ESH-50\} \leq SDH \leq 0.7849EHS+0.2151SHH$$

#### 4.8 ผลทดสอบชุดอสมการประเมินความไม่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างใหม่ และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่

ทำการทดสอบชุดอสมการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน เพื่อเป็นตัวชี้วัดว่าชุดอสมการนี้สามารถนำไปใช้ประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายของกลุ่มต่างๆ กับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบต่างๆ ได้ โดยทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างใหม่และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่

##### 4.8.1 เก็บข้อมูลเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่

เก็บข้อมูลขนาดของโต๊ะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่ ดังรูปที่ 4.3 มีค่าดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.3 ลักษณะโต๊ะเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่



4.8.1.1 ความกว้างของที่นั่ง (SW) 42 เซนติเมตร

4.8.1.2 ความสูงของที่นั่ง (SH) 42 เซนติเมตร

4.8.1.3 ความลึกของที่นั่ง (SD) 44 เซนติเมตร

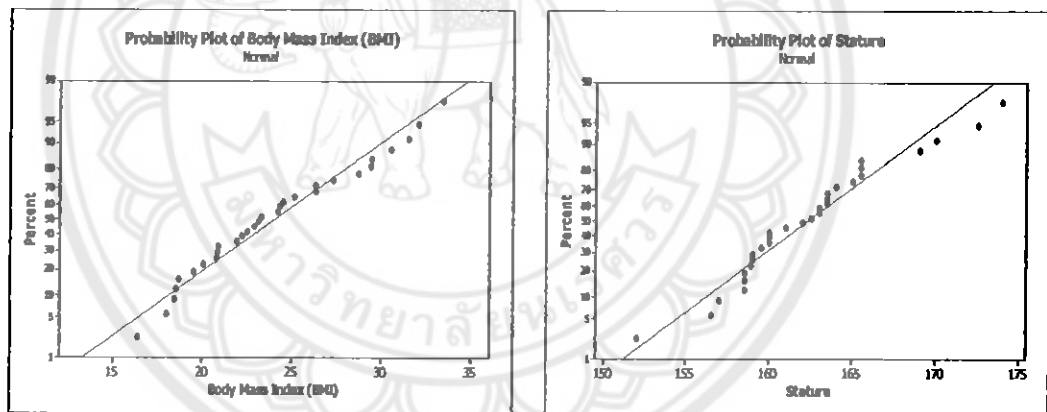
4.8.1.4 ความสูงของพนักพิง (UEB) 35 เซนติเมตร

4.8.1.5 ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) 31 เซนติเมตร

#### 4.8.2 เก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างใหม่และตรวจสอบความถูกต้อง

เก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างใหม่ โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive หรือ Judgmental Sampling) จำนวน 30 คน มีจำนวนนิสิตชาย 15 คน (คิดเป็นร้อยละ 50) และนิสิตหญิง 15 คน (คิดเป็นร้อยละ 50) จากคณะศึกษาศาสตร์

หลังจากเก็บรวบรวมการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างใหม่ นำข้อมูลส่วนสูง และดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างตรวจสอบการกระจายของข้อมูลว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการตรวจสอบที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 (P-Value > 0.05) และกราฟการกระจายของข้อมูล ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟการกระจายแบบปกติของข้อมูลความสูง และดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างใหม่

จากกราฟ รูปที่ 4.4 พบว่า การกระจายตัวของข้อมูลมีการเรียงตัวกันเป็นแนวเส้นตรง ไม่มีการเกาะกลุ่มของข้อมูล และมีระยะห่างของข้อมูลแต่ละจุดใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่ แสดงว่ากลุ่มข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่สนใจมีการกระจายตัวแบบปกติ พิจารณาค่า P-Value ในการตรวจสอบข้อมูลทางสถิติของ Anderson-Darling Test มีค่าเท่ากับ 0.401 และ 0.124 ซึ่งค่า P-Value ที่ได้มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ร้อยละ 95

ดังนั้นถ้าหากว่าข้อมูลทั้งสองค่านี้มีการแจกแจงปกติแล้วข้อมูลสัดส่วนที่เหลือก็จะเป็นการแจกแจงปกติเช่นกัน

## 4.8.2.1 ค่าทางสถิติของข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างใหม่ และสัดส่วนร่างกาย

ค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงดังตารางที่ 4.8 ตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าสถิติของสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 30 คน)

ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย	ค่าสถิติ			
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำหนัก (กก.)	89.30	43.00	63.43	12.82
ส่วนสูง (ซม.)	174.00	152.00	162.35	4.78
ความสูงขาพับขณะนั่ง (ซม.)	44.80	36.80	39.55	1.79
ความสูงข้อศอกขณะนั่ง (ซม.)	26.20	15.70	22.38	2.54
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	62.70	54.20	58.00	2.10
ความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ (ซม.)	50.00	42.00	46.12	2.02
ความกว้างสะโพกขณะนั่ง (ซม.)	47.00	32.50	38.12	4.06

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าสถิติของสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (จำนวน 15 คน)

ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย	ค่าสถิติ			
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำหนัก (กก.)	89.30	55.70	50.79	9.91
ส่วนสูง (ซม.)	174.00	156.50	164.20	5.00
ความสูงขาพับขณะนั่ง (ซม.)	44.80	36.80	40.13	2.06
ความสูงข้อศอกขณะนั่ง (ซม.)	25.20	15.70	21.53	2.74
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	62.20	54.27	57.87	1.87
ความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ (ซม.)	50.00	43.00	46.63	2.26
ความกว้างสะโพกขณะนั่ง (ซม.)	47.00	33.50	38.12	4.06

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสถิติของสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ (จำนวน 15 คน)

ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย	ค่าสถิติ			
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำหนัก (กก.)	83.90	43.00	56.07	11.23
ส่วนสูง (ซม.)	169.00	152.00	160.49	3.85
ความสูงขาพับขณะนั่ง (ซม.)	41.30	36.80	38.97	1.30
ความสูงข้อศอกขณะนั่ง (ซม.)	26.20	18.70	23.23	2.07
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	62.70	54.20	58.13	2.37
ความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ (ซม.)	49.00	42.00	45.60	1.65
ความกว้างสะโพกขณะนั่ง (ซม.)	46.00	32.50	36.53	3.56

#### 4.8.3 ผลการทดสอบชุดสมการประเมินความไม่เหมาะสมของกลุ่มตัวอย่างใหม่

ทำการทดสอบชุดสมการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายกับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน เพื่อเป็นตัวชี้วัดว่าชุดสมการนี้สามารถนำไปใช้ประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายของกลุ่มต่างๆ กับขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบต่างๆ ได้ โดยทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างใหม่และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใหม่ ผลการทดสอบ พบว่า คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละสมการแสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละสมการของกลุ่มตัวอย่างใหม่

ชุดสมการประเมินความไม่เหมาะสม	คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย
ความกว้างของที่นั่ง $(PH + SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + SC)\cos 5^\circ$	0.67
ความสูงของที่นั่ง $0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL$	0.53
ความลึกของที่นั่ง $1.10HW \leq SW \leq 1.30HW$	0.53
ความสูงของพนักพิง $0.60SHH \leq UEB \leq 0.80SHH$	0.53
ความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง $\text{Max} (EHS, ESH-50) \leq SDH \leq 0.7849EHS+0.2151SHH$	0.67

ผลจากตารางที่ 4.11 สามารถนำชุดสมการนี้ไปใช้ประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายกลุ่มต่างๆ และขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบต่างๆ ได้

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ลักษณะโครงสร้างของร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมของการทำงาน เช่น เมื่อนั่งโต๊ะเก้าอี้ที่มีขนาดไม่เหมาะสมกับร่างกายเป็นระยะเวลาต่างๆ โครงสร้าง การมองเห็น กล้ามเนื้อ และกระดูกจะพยายามปรับตัว เพื่อให้สามารถใช้โต๊ะเก้าอี้นั้นได้ ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้อง ใช้โต๊ะเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกาย และเนื่องจากในคณะวิศวกรรมศาสตร์ใช้เก้าอี้ที่มี แผ่นรองเขียนอย่างแพร่หลาย หากแต่ถ้าไม่มีการศึกษาและประเมินความไม่เหมาะสมของขนาดเก้าอี้ กับสัดส่วนร่างกายของนิสิต จึงเป็นที่มาของโครงการนี้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อตรวจสอบความ สอดคล้องของผลการประเมินผลจากแบบสอบถามและอสมการที่ใช้ประเมินความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ ปกติทั่วไปว่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประเมินความไม่เหมาะสมของสัดส่วนร่างกายกับขนาดเก้าอี้ ที่มีแผ่นรองเขียนได้หรือไม่ ซึ่งได้ผลสรุปในการดำเนินโครงการ ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

กลุ่มตัวอย่างจากนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์มีข้อมูลทางสถิติ ดังนี้ นิสิตชายมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 68.23 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 14.23 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 170.00 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.58 เซนติเมตร และนิสิตหญิงมีค่าเฉลี่ยของ น้ำหนัก เท่ากับ 68.23 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 11.73 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 170.00 เซนติเมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.55 เซนติเมตร และจากการศึกษา อสมการประเมินความไม่เหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป พบว่า มีอสมการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการ ตรวจสอบโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป และเนื่องจากลักษณะโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีลักษณะ ต่างๆ ที่เหมือนกัน เช่น ความกว้างที่นั่ง ความสูงของที่นั่ง ความลึกของที่นั่ง และความสูงของพนักพิง เป็นต้น

ดังนั้น จึงได้นำอสมการประเมินความไม่เหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปทั้ง 5 อสมการมาตรวจสอบ ความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน และเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบสอบถามและผลที่ได้ จากอสมการ โดยการให้คะแนนความสอดคล้อง คือ ถ้าผลที่ได้จากแบบสอบถามกับผลที่ได้จาก อสมการเหมือนกันจะมีคะแนน +1 แต่ถ้าผลที่ได้ต่างกันจะมีคะแนน -1 จากนั้นหาคะแนนความ สอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละอสมการ ถ้าอสมการใดมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 แสดงว่าอสมการนั้นสามารถนำไปประยุกต์กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ จากอสมการทั้ง 5 อสมการมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 คະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละอสมการ

อสมการประเมินความไม่เหมาะสม	คະแนนความสอดคล้องเฉลี่ย
ความกว้างของที่นั่ง $(PH + SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + SC)\cos 5^\circ$	0.66
ความสูงของที่นั่ง $0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL$	0.57
ความลึกของที่นั่ง $1.10HW \leq SW \leq 1.30HW$	0.53
ความสูงของพนักพิง $0.60SHH \leq UEB \leq 0.80SHH$	0.51
ความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง $EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.1485SHH$	-0.16

จากตาราง พบว่า มี 4 อสมการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ คือ อสมการความกว้างของที่นั่ง อสมการความสูงของที่นั่ง อสมการความลึกของที่นั่ง และอสมการความสูงของพนักพิง เนื่องจากมีคະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 0.50 และเนื่องจากขนาดทั้ง 4 ขนาดของเก้าอี้ปกติและเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีลักษณะเหมือนกัน จึงทำให้อสมการทั้ง 4 อสมการสามารถใช้ตรวจสอบความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้

สำหรับอสมการที่ใช้ในการตรวจสอบความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่งไม่ผ่านการตรวจสอบจึงทำให้ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนได้ เนื่องจากมีคະแนนความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ -0.16 ซึ่งมีคະแนนความสอดคล้องน้อยกว่า 0.50 และเนื่องจากอสมการความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่งได้ถูกสร้างขึ้นจากการศึกษาลักษณะท่าทางของผู้ใช้งานจากเครื่องพิมพ์ดีด ทำให้ออกแบบของอสมการถูกพิจารณาพื้นผิวการทำงานที่ระดับความสูงข้อศอก และขอบบนของอสมการได้พิจารณามุมของการงอไหล่ และกางแขนที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าอย่างน้อยที่สุด คือ มุมงอไหล่ที่ 25 องศา และมุมกางแขนที่ 20 องศา

แต่ในการพัฒนาปรับปรุงอสมการความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ในส่วนของการพัฒนาขอบล่างของอสมการได้พิจารณาถึงการอ่านและการเขียน ซึ่งถือว่าเป็นงานประณีตและต้องใช้สายตาเข้ามาเกี่ยวข้อง ตามหลักการยศาสตร์แล้วงานประณีตควรมีพื้นผิวการทำงานอยู่สูงกว่าระดับข้อศอกเล็กน้อย และได้พิจารณาระยะโฟกัสของสายตารวมด้วย โดยระยะโฟกัสของสายตาของคนปกติอยู่ที่ 20 นิ้ว หรือประมาณ 50 เซนติเมตร ส่วนขอบการพัฒนาขอบบนของอสมการได้พิจารณาโดยการเพิ่มมุมการงอไหล่ และกางแขนขึ้น 5 องศา คือ มุมงอไหล่จากเดิม 25 องศาเป็น 30 องศา และมุมกางแขนที่ 20 องศาเป็น 25 องศา เนื่องจากมีแผ่นรองเขียนที่ทำหน้าเป็นที่พักแขนจึงสามารถยกแขนขึ้น

สูงขึ้นโดยไม่เกิดความเมื่อยล้า ดังนั้นสมการที่พัฒนาปรับปรุงสำหรับความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่ได้ คือ

$$\text{Max}\{EHS, ESH-50\} \leq SDH \leq 0.7849EHS+0.2151SHH$$

สมการสำหรับความสูงโต๊ะจากพื้นที่นั่งเดิมมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ -0.16 เมื่อทำการพัฒนาปรับปรุงสมการแล้วนำสมการไปตรวจสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดิมและกลุ่มตัวอย่างใหม่พบว่า มีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 0.58 และ 0.67 ตามลำดับ

จากนั้นนำสมการที่ผ่านการตรวจสอบทั้ง 4 สมการ และสมการที่พัฒนาปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดิมจากนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ และกลุ่มตัวอย่างใหม่จากนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 30 คน เพื่อใช้ในการตรวจสอบและยืนยันว่าสมการที่ผ่านการตรวจสอบและสมการที่พัฒนาปรับปรุงสามารถนำมาใช้ประเมินความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใดก็ได้ และกลุ่มตัวอย่างไหนก็ได้ โดยผลคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยของแต่ละสมการแสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ตารางเปรียบเทียบผลคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยจากสมการและแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างเดิมกับกลุ่มตัวอย่างใหม่

สมการประเมินความไม่เหมาะสม	คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย
ความกว้างของที่นั่ง $(PH + SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + SC)\cos 5^\circ$	0.67
ความสูงของที่นั่ง $0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL$	0.53
ความลึกของที่นั่ง $1.10HW \leq SW \leq 1.30HW$	0.53
ความสูงของพนักพิง $0.60SHH \leq UEB \leq 0.80SHH$	0.53
ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง $\text{Max}\{EHS, ESH-50\} \leq SDH \leq 0.7849EHS+0.2151SHH$	0.67

จากตารางที่ 5.2 เมื่อนำสมการที่ผ่านการตรวจสอบทั้ง 4 สมการ และสมการที่พัฒนาปรับปรุงมาตรวจสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดิมจากนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ และกลุ่มตัวอย่างใหม่จากนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าทั้ง 5 สมการที่ผ่านการตรวจสอบสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างไหนก็ได้ และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบใดก็ได้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ชุดอสมการประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างขนาดสัดส่วนของผู้ใช้งานกับขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน นำไปเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกซื้อเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนตามความเหมาะสมของสัดส่วนผู้ใช้งานได้

ในการปรับปรุงหรือพัฒนาอสมการใหม่ควรตรวจสอบความถูกต้องของอสมการนั้นๆ ด้วยอุปกรณ์วัดแบบต่างๆ เช่น อุปกรณ์การวัดค่าความเมื่อยล้าโดยใช้เครื่อง Electromyography (EMG) ซึ่งเป็นเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งจะทำให้อสมการนั้นมีความน่าเชื่อถือได้มากกว่า



## เอกสารอ้างอิง

- กิตติ อินทรานนท์. (2553). การยศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประกายรัตน์ สุวรรณ. (2549). คู่มือการใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 12 สำหรับ Windows. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี. ณ. จ. (2555). การออกแบบโต๊ะเรียนให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ เพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ. การประชุมวิชาการช่างงาน วิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2555
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2544). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือราชภัฏพระนคร
- เพ็ญแข แสงแก้ว. (2541). การวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุวิมล ตีรกานนท์. (2548). ระเบียบการวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Castellucci, H. I., Arezer. P.M., Molenbroek. J. F. M. (2014). Applying different equation to evaluate the level of mismatch between students and school furniture. Applied Ergonomics, 45 (2014) 1123 – 1132.
- Chaffin, D., Andersson, G., (1991). Occupational Biomechanics, second ed. John Wiley. New York
- M.G. Mohamed Thariq, H.P. Muneasinghe, J.D. Abeysekara (2010). Designing chairs with mounted desktop for university students: Ergonomics and comfort. International Journal of Industrial Ergonomics 40 (2010) 8 – 18.
- Oyewole, S. A., Haight, J. A., & Freivalds, A. (2010). The ergonomics design of classroom furniture/computer work station for first graders in the elementary school. International Journal of Industrial Ergonomics, 40(4), 437-447.
- ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2558, จาก <https://sites.google.com/site/prapasara/2-6>.



## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

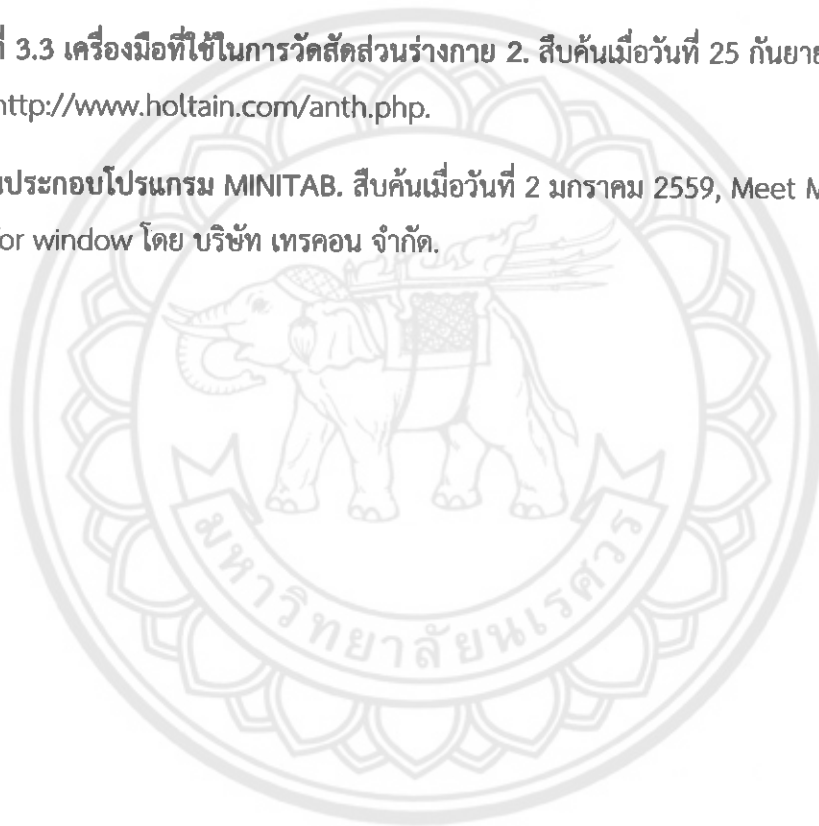
ตารางที่ 2.3 ช่วงของการเคลื่อนไหว (Range of Motion). สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2559, จาก Modified Chaffin, D.B. and Andersson, G. (1991)

รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Microsoft Excel. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กันยายน 2558, จาก <http://sira-guy.blogspot.com/2012/01/microsoft-excel-2007.html>.

รูปที่ 2.13 ช่วงในการเคลื่อนไหวในข้อต่อส่วนต่างๆ. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2559, จาก Scott Openshaw, Allsteel and Erin Taylor, Allsteel

รูปที่ 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย 2. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กันยายน 2558, จาก <http://www.holtain.com/anth.php>.

ส่วนประกอบโปรแกรม MINITAB. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2559, Meet MINTAB Release 14 for window โดย บริษัท เทรคอน จำกัด.





**ภาคผนวก**

**แบบสอบถามความพึงพอใจและความคิดเห็น  
ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน**

แบบสอบถามความพึงพอใจและความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย  และเติมค่าในช่องว่าง หน้าที่ความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. รหัสชมชอบตาม \_\_\_\_\_
2. เพศ  ชาย  หญิง
3. อายุ \_\_\_\_\_ ปี
4. มีหน้าที่ \_\_\_\_\_ กิจกรรม
5. ส่วนสูง \_\_\_\_\_ เซนติเมตร
6. ความถี่ปกติของสมาชิก  ไม่คิดปกติ  คิดปกติ ภาระที่สมาชิกปกติ ทำตามส่วนหรือใช้ขณะทดสอบนี้เป็นประจำ ไรหรือไม่มี  ใช่  ไม่ใช่
7. ความอดทนของมือในการเขียนหนังสือ  อดน้อย  อดปานกลาง  อดดี

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจและความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

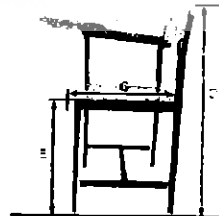
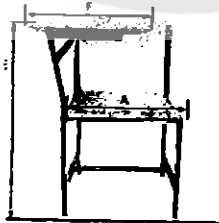
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย X หน้าที่ความที่ตรงกับความเป็นจริงและเติมค่าความเหมาะสม ลงในช่องว่าง

ด้านความพึงพอใจของเก้าอี้

1. ความกว้างของที่นั่ง (A)
  - ก. เหมาะสม / พอดี
  - ข. กว้างเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ค. แคบเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ง. เกินขีด
2. ความสูงของที่นั่ง (B)
  - ก. เหมาะสม / พอดี
  - ข. สูงเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ค. ต่ำเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ง. เกินขีด
3. ความลึกของที่นั่ง (C)
  - ก. เหมาะสม / พอดี
  - ข. ลึกเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ค.ตื้นเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ง. เกินขีด
4. ความสูงของพนักพิงหลัง (D)
  - ก. เหมาะสม / พอดี
  - ข. สูงเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ค. ต่ำเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ง. เกินขีด

ด้านความพึงพอใจของแผ่นรองเขียน

1. ระดับความสูงของแผ่นรองเขียน (E)
  - ก. เหมาะสม / พอดี
  - ข. สูงเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ค. ต่ำเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ง. เกินขีด
2. ความกว้าง ของแผ่นรองเขียน (F)
  - ก. เหมาะสม / พอดี
  - ข. กว้างเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ค. แคบเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ง. เกินขีด
3. ระดับความสูงของแผ่นรองเขียนด้านหลัง (G)
  - ก. เหมาะสม / พอดี
  - ข. สูงเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ค. ตื้นเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ง. เกินขีด
4. ระดับความสูงของแผ่นรองเขียนด้านหน้า (H)
  - ก. เหมาะสม / พอดี
  - ข. สูงเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ค. ตื้นเกินไป ความสะดวก..... เซนติเมตร. (ค่าประมาณ)
  - ง. เกินขีด



## ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายจิรพนธ์ พรหมงาม  
ภูมิลำเนา 139 หมู่ 6 ต.ตาดควัน อ.พญาเม็งราย  
จ.เชียงราย 57290

### ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแม่ตำ  
วิทยา จ. เชียงราย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้น  
ปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: monor345@gmail.com



ชื่อ นายเจษฎา โยธิน  
ภูมิลำเนา 158 หมู่ 4 ต.ปงเตา อ.จาว จ. ลำปาง  
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนประชารัฐ  
ธรรมคุณ จ. ลำปาง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้น  
ปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Jetsada\_nu@hotmail.com