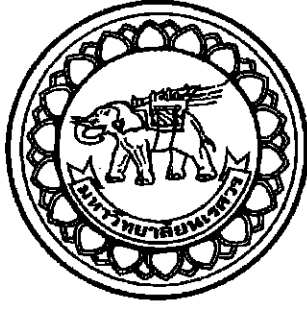


อภิเนนทนาการ



สำนักหอสมุด



การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน  
โดยวิธีการวิเคราะห์สองตัวแปร

DEFINING APPROPRIATE DIMENSIONS FOR CHAIRS WITH MOUNTED  
DESKTOP BY USING BIVARIANT ANALYSIS

นางสาวจิตรา กล้าโพธิ์ศรี  
นางสาวนิสาร์ตน์ ปุริรัตน์

รหัส 55360338

รหัส 55366255

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชั้นวางหนังสือ 27 ส.ค. 2561

เลขทะเบียน 17237777

เลขเรียกหนังสือ...จ.456 ก

2558

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
ปีการศึกษา 2558



## ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ	การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน โดยวิธีการวิเคราะห์สองตัวแปร		
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวจิตรา กล้าไพศรี	รหัส	55360338
	นางสาวนิสาร์ตน์ ปุริรัตน์	รหัส	55366255
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร. สุธนิตย์ พุทธพนม		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2558		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

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

.....กรรมการ  
(ผศ.ดร.ภาณุ บุรณจารุกร)

.....กรรมการ  
(อาจารย์กานต์ สี่วัฒนายิ่งยง)

ชื่อหัวข้อโครงการ	การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน โดยวิธีการวิเคราะห์สองตัวแปร		
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวจิตรา กล้าโพธิ์ศรี	รหัส	55360338
	นางสาวนิสาธิตน์ บุธิรัตน์	รหัส	55366255
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร. สุธินิตย์ พุทธพนม		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2558		

### บทคัดย่อ

การประหยัดค่าใช้จ่าย และการประหยัดพื้นที่การใช้งานเป็นเหตุผลหลักที่มีการนำเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนจะถูกนำมาใช้งานในมหาวิทยาลัยของไทย รวมทั้งมหาวิทยาลัยอื่นเรศร หากแต่ว่าการออกแบบเก้าอี้ให้ตรงตามหลักการยศาสตร์ ที่ผ่านมานักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาว่ามีผลเสียหากนักเรียนใช้เก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกาย เช่น การนั่งในท่าที่ผิดหลักการยศาสตร์ ทำให้เสียสมาธิในการเรียนรู้ ดังนั้น ในโครงการนี้ จึงมีจุดประสงค์ที่จะศึกษาเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนใน คณะวิศวกรรมศาสตร์ รวมทั้งมีการแนะนำขนาดของเก้าอี้ที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์สำหรับนิสิต ได้มีการแนะนำขนาดของเก้าอี้ 2 ขนาด คือ ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง และความยาวของแผ่นรองเขียน ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ได้ทำการศึกษา และแนะนำวิธีการกำหนดขนาดที่เหมาะสมโครงการนี้จึงได้นำเสนอวิธีการคำนวณ เพื่อหาค่าที่เหมาะสมกับขนาดทั้งสองนี้

กลุ่มตัวอย่างนี้เป็นนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ 349 คน นิสิตชาย 198 คน และนิสิตหญิง 151 คน จาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ขนาดของเก้าอี้ที่จะศึกษามีดังนี้ ความสูงของเก้าอี้ ความลึกของเก้าอี้ ความกว้างของเก้าอี้ ความสูงของพนักพิง และความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง มีการวัดสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง และใช้สมการ เพื่อประเมินความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนของนิสิต และขนาดเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน พบว่า มีค่าร้อยละความไม่เหมาะสม ดังนี้ ความสูงของเก้าอี้ร้อยละ 99.14 ความลึกของเก้าอี้ร้อยละ 62.00 ความกว้างของเก้าอี้ร้อยละ 55.01 ความสูงของพนักพิงร้อยละ 50.72 และความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งร้อยละ 67.00 ซึ่งมีค่าร้อยละความไม่เหมาะสมสูง

วงรีความคลาดเคลื่อนสองตัวแปรถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง และหลักการกำหนดขนาดโดยใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เพื่อหาขนาดของเก้าอี้ที่เหลือน ขนาดของเก้าอี้ที่แนะนำมีขนาด ดังนี้ความสูงของเก้าอี้ 41.30 เซนติเมตร ความลึกของเก้าอี้ 40.00 เซนติเมตร ความกว้างของเก้าอี้ 45.10 เซนติเมตร ความสูงของพนักพิง 38.00 เซนติเมตร และความสูงของแผ่นรองเขียนจาก

พื้นที่นั่ง 26.60 เซนติเมตร และผลการประเมินความไม่เหมาะสมของขนาดใหม่เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าร้อยละความไม่เหมาะสมลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนโดยในแต่ละขนาดลดเหลือดังนี้ ความสูงของเก้าอี้ร้อยละ 25.50 ความลึกของเก้าอี้ร้อยละ 17.19 ความกว้างของเก้าอี้ร้อยละ 43.27 ความสูงของพนักพิงร้อยละ 7.74 ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งร้อยละ 35.82 และขนาดที่แนะนำของระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง คือ 27.50 เซนติเมตร ซึ่งนำค่ามาจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความหนาเอวมากำหนด สุดท้ายขนาดที่แนะนำสำหรับความยาวของแผ่นรองเขียน คือ 57.00 เซนติเมตร ซึ่งได้พิจารณาจากผลรวมที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของปลายแขนท่อนล่าง และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของความยาวแขนท่อนบนคูณกับ  $\sin 25$



**Project title** Defining Appropriate Dimensions for Chairs with Mounted Desktop by using Bivariant Analysis

**Name** Miss Jitra Klamposri ID 55360338  
Miss Nisarut Poothirut ID 55366255

**Project advisor** Dr. Sutanit Puttapanom

**Major** Industrial Engineering

**Department** Industrial Engineering

**Academic year** 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. Therefore, in this project, the mounted desktop chair using at the school Engineering was investigated. Also, new dimensions of the chair that ergonomic appropriated for engineering students were defined. Moreover, the distance between desktop and backrest and the desktop length have been unmentioned dimensions in past studies. In this project, calculation methods for these two dimensions were developed.

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) and five corresponding mismatch equations were selected to study. An anthropometric measurement was conducted among the sample. Using the criteria equations to evaluate the mismatch between students and the existing mounted desktop chair, the results shown high percentages of mismatch; SH = 99.14%, SD = 62%, SW = 55.01%, UEB = 50.72% and SDH = 67%. Then bi-variance error ellipses were used to define new dimensions of SH and SDH and the 5<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup>, or 95<sup>th</sup> percentile cases were used for the rest of the dimensions.

The suggested dimensions are SH = 41.30 cm., SD = 40.00 cm., SW = 45.10 cm., UEB = 38.00 cm. and SDH = 26.20 cm. The evaluation of the new dimensions chair shown significant decreasing in percentages of mismatch; SH = 25.50%, SD = 17.19%, SW = 43.27%, UEB = 7.74% and SDH = 35.82%. Also, the suggested distance between desktop and backrest was 27.50 cm. which calculated from the 95<sup>th</sup> percentile of the waist thickness while sitting. Finally, the suggested desktop length was 57.00 cm. which calculated from the summation of the 50<sup>th</sup> percentile of the forearm length and 50<sup>th</sup> percentile of the upper arm length times sine(25°).



## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ของ ดร. สุธินิตย์ พุทธพนม อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ คำแนะนำ และวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ ในการทำโครงการในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มาโดยตลอด ทำให้ผู้ดำเนินโครงการสามารถทำโครงการจนสำเร็จได้ในที่สุด

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ภาณุ บูรณจารุกร และอาจารย์กานต์ สีวิทยานิยง ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นอาจารย์สอบปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษา ชี้แนะ และให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายนี้ คณะผู้ดำเนินโครงการใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การดูแล และอบรมสั่งสอน และให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ตลอดจนการดำเนินโครงการจนสำเร็จการศึกษา

คณะผู้ดำเนินโครงการ

นางสาวจิตรา กล้าโพธิ์ศรี

นางสาวนิสาร์ตัน ปุธิรัตน์

เมษายน 2558

# สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract).....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....	1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ.....	2
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ.....	2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ.....	3
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ.....	3
1.8 ขั้นตอนและแผนดำเนินโครงการ.....	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	5
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการยศาสตร์.....	5
2.1.1 นิยามความหมาย.....	5
2.1.2 หลักของการยศาสตร์สำหรับเก้าอี้.....	5
2.1.3 หลักของการยศาสตร์สำหรับโต๊ะ.....	6
2.2 การสุ่มตัวอย่าง.....	6
2.2.1 ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการสุ่มตัวอย่าง.....	6
2.2.2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง.....	7
2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	8
2.3.1 ข้อมูลสถิติ.....	8



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	9
2.4 วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	9
2.4.1 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น .....	9
2.4.2 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น .....	10
2.5 ตำแหน่งของข้อมูล .....	11
2.6 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล .....	11
2.7 วงรีความคลาดเคลื่อน .....	11
2.8 วิธีการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	12
2.8.1 งานวิจัยต่างประเทศ.....	12
2.8.2 งานวิจัยในประเทศไทย.....	13
2.9 โปรแกรม Minitab .....	14
2.9.1 ส่วนประกอบที่สำคัญในโปรแกรม Minitab .....	14
2.9.2 การใช้คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ.....	14
2.10 โปรแกรม Matlab.....	17
2.10.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Matlab.....	17
2.10.2 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Matlab .....	19
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ.....</b>	<b>21</b>
3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล .....	23
3.2 การเก็บข้อมูล.....	23
3.2.1 การวัดขนาดของเก้าอี้ที่จะศึกษาในการดำเนินโครงการ.....	23
3.2.2 การเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนของร่างกาย .....	24
3.2.3 การตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ.....	27
3.3 การหาขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน .....	27
3.3.1 ใช้หลักการวงรีความคลาดเคลื่อนสองตัวแปร .....	28
3.3.2 ใช้หลักการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูลสัดส่วน.....	28
3.4 การเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน .....	28
3.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	28

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	29
4.1 ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล.....	29
4.2 ผลจากการศึกษาและรวบรวมเอกสารที่ใช้ในการตรวจสอบ ความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนของผู้ใช้งานและขนาดของโต๊ะหรือเก้าอี้.....	29
4.2.1 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความสูงของเก้าอี้.....	29
4.2.2 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง .....	29
4.2.3 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความกว้างของเก้าอี้.....	30
4.2.4 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความลึกของเก้าอี้ .....	30
4.2.5 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความสูงของพนักพิง .....	30
4.3 ผลจากการเก็บข้อมูล .....	31
4.3.1 ผลจากการวัดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน .....	31
4.3.2 ผลจากการเก็บข้อมูลวัดสัดส่วนของร่างกายนิสิต .....	33
4.3.3 ผลการตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ .....	35
4.4 ผลจากการหาขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน .....	36
4.4.1 การใช้หลักการวงรีความคลาดเคลื่อนสองตัวแปรในการกำหนดขนาด ของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งและความสูงของเก้าอี้.....	36
4.4.2 ผลการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์.....	45
4.5 ผลจากการหาขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสม กับสัดส่วนร่างกายของนิสิต .....	50
4.6 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน .....	52
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ .....	56
5.1 สรุปผล .....	56
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	60
เอกสารอ้างอิง .....	61
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ .....	63

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ.....	4
2.1 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95.....	8
3.1 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายของนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.....	27
4.1 ผลการเก็บข้อมูลวัดสัดส่วนร่างกายของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์.....	33
4.2 ค่าสถิติของสัดส่วนร่างกายของนิสิตทั้งหมด.....	34
4.3 ค่าสถิติของสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย.....	34
4.4 ค่าสถิติของสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง.....	35
4.5 ขนาดของความสูงขาพับและความสูงข้อศอกสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด.....	37
4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมความสูงขาพับเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงของเก้าอี้แต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด.....	37
4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงข้อศอกเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด.....	38
4.8 ขนาดของความสูงขาพับและความสูงข้อศอกสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย.....	40
4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้แต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย.....	40
4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงข้อศอกเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย.....	41
4.11 ขนาดของความสูงขาพับและความสูงของข้อศอกสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง.....	43
4.12 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้แต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง.....	43
4.13 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงข้อศอก เพื่อหาความเหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง.....	44
4.14 ค่าของข้อมูลส่วนของร่างกายที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์.....	45
4.15 แสดงผลของสมภาความกว้างเก้าอี้โดยใช้ความกว้างสะโพกที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95.....	46

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.16 แสดงผลของอสมการความลึกแก้อี้โดยใช้ความยาวสะโพกถึงขาพับที่เปอร์เซ็นต์ไคล์ที่ 5 .....	47
4.17 แสดงผลของอสมการความสูงหนักหึ่งโดยใช้ความสูงไหล่ที่เปอร์เซ็นต์ไคล์ที่ 95 .....	48
4.18 ขนาดของแก้อี้ที่มีความเหมาะสมกับนีสิตทั้งหมด .....	50
4.19 ขนาดของแก้อี้ที่มีความเหมาะสมกับนีสิตชาย .....	51
4.20 ขนาดของแก้อี้ที่มีความเหมาะสมกับนีสิตหญิง .....	51
4.21 ขนาดของแก้อี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่แนะนำและร้อยละความเหมาะสมของนีสิตทั้งหมด .....	52
4.22 ขนาดของแก้อี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่แนะนำและร้อยละความเหมาะสมของนีสิตชาย.....	54
4.23 ขนาดของแก้อี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่แนะนำและร้อยละความเหมาะสมของนีสิตหญิง.....	55
5.1 ขนาดแก้อี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันและขนาดแบบแนะนำสำหรับนีสิตทั้งหมด .....	56
5.2 ขนาดแก้อี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันและขนาดแบบแนะนำสำหรับนีสิตชาย.....	57
5.3 ขนาดแก้อี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันและขนาดแบบแนะนำสำหรับนีสิตหญิง.....	59



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับขนาดตัวอย่าง.....	7
2.2 ตัวอย่างการกระจายตัวแบบปกติของข้อมูล.....	11
2.3 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง.....	12
2.4 แสดงองศาสำหรับการยึดและเหยียดแขน (ก) และองศาสำหรับการกางอกหุบเข้า (ข).....	13
2.5 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Minitab.....	15
2.6 ขั้นตอนในการใช้คำสั่งในการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ.....	16
2.7 แสดงหน้าต่างของ Normality Test.....	16
2.8 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Matlab.....	17
2.9 แถบ Command Window.....	18
2.10 แถบ Workspace.....	18
2.11 แถบ Current Folder.....	18
2.12 แถบ Command History Window.....	19
2.13 แถบหน้าต่าง Help.....	19
2.14 การเขียนชุดคำสั่งลงใน Command Window.....	20
2.15 แถบ Play.....	20
2.16 กราฟการสร้างวงรี.....	20
3.1 ผลงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ.....	21
3.2 แสดงการวัดลักษณะของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	23
3.3 เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย.....	24
3.4 เก้าอี้สำหรับเก็บข้อมูล.....	25
3.5 ภาพแสดงการวัดสัดส่วนร่างกาย.....	25
3.6 ตัวอย่างแสดงวิธีการวัดความยาวสะโพกถึงขาพับขณะนั่ง.....	26
4.1 ขนาดและลักษณะของเก้าอี้ที่ใช้ในการวัด (เก้าอี้ไม้).....	31
4.2 ขนาดและลักษณะของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน.....	32
4.3 กราฟการกระจายแจกแจงปกติของข้อมูลของข้อมูลความสูงและดัชนีมวลกาย.....	35
4.4 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิติตทั้งหมดของความสูงข้อศอก กับความสูงขาพับ.....	36
4.5 ความสูงของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิติตทั้งหมด.....	38
4.6 ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิติตทั้งหมด.....	39
4.7 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิติตชายของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ.....	39

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 ความสูงของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย.....	41
4.9 ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย.....	42
4.10 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิงของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ ....	42
4.11 ความสูงของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง.....	44
4.12 ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง.....	45
4.13 ความกว้างของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตทั้งหมด.....	46
4.14 ความลึกของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตทั้งหมด.....	47
4.15 ความสูงของพนักพิงที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตทั้งหมด.....	48
4.16 ความยาวแผ่นรองเขียนที่แนะนำ.....	49
4.17 ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิงที่แนะนำ.....	50
5.1 ขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตทั้งหมด.....	57
5.1 ขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตชาย.....	58
5.1 ขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตหญิง.....	59

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มา และความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน (เก้าอี้เลคเชอร์) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญทางกายภาพสำหรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เก้าอี้ที่ถูกนำมาใช้งานควรถูกออกแบบให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic) เพื่อต้องการให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกสบาย และเกิดความเมื่อยล้าที่เกิดจากการใช้งานน้อยที่สุด เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนถูกใช้งานอย่างแพร่หลายใน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เนื่องจากเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีข้อได้เปรียบในการประหยัดพื้นที่ สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย และมีราคาถูก แต่เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน พบว่า ทำให้เกิดความเมื่อยล้า และไม่สะดวกสบาย เช่น อาการปวดหลังจากการนั่งเก้าอี้ที่มีความไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายเป็นเวลานานมีอาการปวดคอและปวดไหล่ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนนั้นยังพบน้อย

งานวิจัยของ Thariq และ Munasinghe ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในมหาวิทยาลัยของประเทศศรีลังกา พบว่า การนั่งเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายทำให้เกิดอาการปวดหลังจากการนั่ง และมีความถี่ของอาการเพิ่มมากขึ้นจากการนั่งเก้าอี้ที่มีขนาดไม่เหมาะสมเป็นเวลานาน นักวิจัยได้หาขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนให้เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายของนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศศรีลังกา โดยทำการหาขนาดเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายของนักศึกษาเหล่านั้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้หาขนาดเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อหาขนาดของเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

#### 1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ได้ขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

## 1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนนิสิตที่มีสัดส่วนเหมาะสมกับขนาดเก้าอี้แบบแนะนำ พบว่า มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับขนาดของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน

## 1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ

### 1.5.1 ลักษณะของเก้าอี้ที่จะศึกษาในงานโครงการ

1.5.1.1 ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH) วัดระยะที่ตั้งฉากกับพื้นไปยังจุดกึ่งกลางของขอบเก้าอี้

1.5.1.2 ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD) วัดระยะจากขอบเก้าอี้ถึงจุดที่ลึกที่สุดของที่นั่ง

1.5.1.3 ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW) วัดในแนวนอนระหว่างด้านซ้ายและขวาของขอบเก้าอี้

1.5.1.4 ความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest : UEB) วัดในแนวตั้งระหว่างจุดกึ่งกลางขอบบนของพนักพิงถึงพื้นที่นั่ง

1.5.1.5 ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นถึงที่นั่ง (Seat Desk Height : SDH) วัดในแนวตั้งจากพื้นที่นั่งถึงแผ่นรองเขียน

1.5.1.6 ความยาวของแผ่นรองเขียน (Desktop Length : DL) วัดในแนวนอนจากด้านหลังไปถึงด้านหน้าของแผ่นรองเขียน

1.5.1.7 ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง (Distance Between Desktop and Backrest : DDB) วัดในแนวนอนระหว่างแผ่นรองเขียนถึงพนักพิง

1.5.2 สุ่มวัดสัดส่วนของร่างกายในกลุ่มนิสิตชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย ดังต่อไปนี้

1.5.2.1 ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) วัดในแนวตั้งจากขาพับด้านในถึงพื้นในท่านั่งโดยขาตั้งฉากกับพื้น

1.5.2.2 ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) วัดในแนวตั้งจากพื้นผิวที่นั่งถึงข้อศอก

1.5.2.3 ความสูงตาขณะนั่ง (Seated Eye Height : SEH) วัดในแนวตั้งจากพื้นถึงตา

1.5.2.4 ความยาวสะโพกถึงขาพับ (Buttock Popliteal Length : BPL) วัดในแนวนอนจากสะโพกถึงขาพับ

1.5.2.5 ความกว้างสะโพก (Hip Width : HW) วัดในแนวนอนจากส่วนกว้างสุดของสะโพกในขณะนั่ง



1.5.2.6 ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHH) วัดในแนวตั้งจาก  
พื้นที่นั่งถึงไหล่

1.5.2.7 แขนท่อนบน (Upper Arm : UA) วัดในแนวตั้งจากหัวไหล่ถึงข้อศอก

1.5.2.8 ปลายแขนท่อนล่าง (Fore Arm : FA) วัดในแนวนอนจากข้อศอกถึงปลายนิ้ว

1.5.2.9 ความหนาเอว (West Thickness : WT) วัดจากสะดือด้านหน้าไปถึงกลางหลัง  
ขณะนั่ง

## 1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการงาน

1.6.1 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6.2 อาคารเรียนรวม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

## 1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการงาน

ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม 2558 ถึง เดือนเมษายน 2559





## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

หลักการ และทฤษฎี เอกสารอ้างอิงของการกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน โดยวิธีการวิเคราะห์สองตัวแปรสรุปหัวข้อได้ ดังนี้

#### 2.1 ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับการยศาสตร์

##### 2.1.1 นิยามความหมาย

คำว่า เอร์โกโนมิกส์ (Ergonomics) มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก 2 คำ คือ Ergos ซึ่งแปลว่า งาน (Work) กับ Nomos ที่แปลว่า กฎธรรมชาติ (Natural Law) เมื่อนำคำมารวมกัน กลายเป็น Ergonomics ได้รับความหมายว่าเป็นการศึกษากฎเกณฑ์ในการทำงาน

การยศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์กันระหว่างมนุษย์ และเครื่องมือ อุปกรณ์ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ทำงานอยู่โดยเน้นมนุษย์เป็นหลัก ในการออกแบบสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์ สภาพแวดล้อม และวิธีการทำงานตลอดจนความสามารถในการทำงานของมนุษย์ เพื่อความสะดวกสบายเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานต่างๆ โดยคำนึงถึงทางด้านร่างกายของมนุษย์ สุขภาพ และความปลอดภัย

##### 2.1.2 หลักของการยศาสตร์สำหรับเก้าอี้

ปัจจุบันการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์จะใช้เวลาส่วนใหญ่ไปกับการนั่งทำงานต่างๆ เมื่อเรานั่งเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมทำให้เราเกิดความรู้สึกไม่สะดวกสบาย หรืออึดอัด เกิดอาการปวดเมื่อย บริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานในการปฏิบัติงานลดลงไปด้วย ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดในการออกแบบเก้าอี้ โดยยึดตามหลักการยศาสตร์

เก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ หมายถึง เก้าอี้ที่ถูกออกแบบมาให้มีลักษณะถูกต้องตามหลัก สรีรศาสตร์ของมนุษย์ ทำให้ผู้นั่งสามารถนั่งได้อย่างสะดวกสบายรักษาท่าทางการทำงานที่เหมาะสม ตรงกับลักษณะของงานที่ปฏิบัติมีความปลอดภัยไม่ทำให้เกิดการกดของกล้ามเนื้อใดกลุ่มหนึ่งซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเมื่อยล้า รวมทั้งลดปัญหาสุขภาพที่เกิดจากการนั่งทำงานเป็นเวลานานๆ

ประโยชน์ของเก้าอี้ที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์ ลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ อาการปวดบริเวณส่วนต่างๆ ลดลง และยังช่วยให้ผู้นั่งสามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างสะดวกสบายอีกทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้น

### 2.1.3 หลักของการยศาสตร์สำหรับโต๊ะ

การออกแบบโต๊ะทำงานควรคำนึงถึงสภาพการทำงานที่เหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติว่างานเป็นลักษณะใดที่ควรออกแบบมาให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของงานที่ปฏิบัติ เช่น งานพิมพ์เอกสาร งานเขียนแบบ งานที่ต้องใช้ความละเอียด และงานที่ไม่ต้องออกแรงมากถ้ามีการออกแบบโต๊ะที่ไม่เหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีการโน้มตัว หรือเอนตัวเข้าช่วยเพื่อเอื้อมให้ถึงอุปกรณ์สิ่งของเหล่านั้น ซึ่งถ้าทำในลักษณะเช่นนี้ไปนานๆ จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าที่บริเวณหัวไหล่มากกว่าปกติ

โต๊ะทำงานตามหลักการยศาสตร์ หมายถึง โต๊ะทำงานที่ถูกออกแบบให้มีพื้นที่การทำงานในแนวราบ แนวตั้ง แนวด้านข้างลำตัว และความสูงของโต๊ะ เพื่อให้มีความสะดวกสบายอยู่ในท่าทางการทำงานที่ถูกต้องเหมาะสมไม่ว่าจะเป็นงานนั่งหรืองานยืนมีพื้นที่ปฏิบัติงานที่เพียงพอต่อการเคลื่อนไหวร่างกาย และไม่มีการยึดแขน หัวไหล่ หรือลำตัวในขณะที่ปฏิบัติงาน

ประโยชน์ของโต๊ะที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์ช่วยทำให้เกิดการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ แขน กล้ามเนื้อหลัง และไหล่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานดียิ่งขึ้น

## 2.2 การสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling)

การสุ่มตัวอย่างมีความจำเป็นในการดำเนินโครงการงานเป็นการเก็บข้อมูลจากประชากรที่สนใจเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ผลดีที่สุดสำหรับการสรุปผลการทำวิจัย แต่ในการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างก็มีข้อจำกัด เช่น ระยะเวลา ขนาดของสัดส่วนร่างกาย อายุ หรือเพศ ฯลฯ ที่ผู้จัดทำโครงการงานจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลมา เพื่อทำการวิเคราะห์ ดังนั้น ผู้จัดทำจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประชากร และกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี มีความครอบคลุมในส่วนของประชากร เพื่อที่ผลการสรุปงานวิจัยมีความเที่ยงตรงยิ่งขึ้น

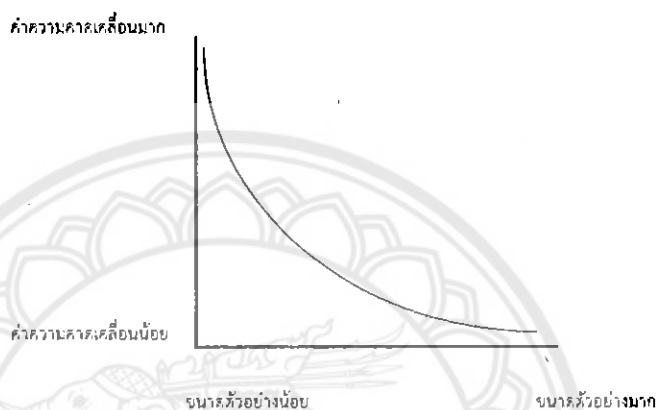
### 2.2.1 ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการสุ่มตัวอย่าง

2.2.1.1 ประชากร (Population) หมายถึง ขอบเขตข้อมูลทั้งหมดที่จะศึกษา จำนวนทั้งหมดของหน่วยซึ่งมีคุณสมบัติบางอย่างที่ผู้ดำเนินโครงการงานสนใจ เช่น คน สัตว์ และสิ่งของต่างๆ ซึ่งอาจนับได้หรือไม่ได้ทั้งหมด ประชากร คือ เซตของค่าสังเกต หรือข้อมูลทั้งหมดในเรื่องที่สนใจศึกษา ตัวอย่างเช่น ในการทดสอบความถนัดในการเขียนหนังสือของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ประชากร ก็คือ นิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวรทั้งหมด (ส่องศรี ทิพยรัตน์. 2539)

2.2.1.2 กลุ่มตัวอย่าง (Samples) หมายถึง ส่วนหนึ่งของประชากรที่ผู้ดำเนินโครงการงานเลือก หรือสุ่มมาเป็นตัวแทนสำหรับนักศึกษา เพื่ออธิบายคุณลักษณะของประชากรเป้าหมายหรือประชากรของการดำเนินโครงการงาน (อำนาจ สุวรรณสันติสุข. 2551)

## 2.2.2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเป็นส่วนหนึ่ง ที่มีผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนของผลการดำเนินโครงการ ความคลาดเคลื่อนของผลการดำเนินโครงการแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง ยิ่งขนาดตัวอย่างมากจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยลงทำให้ผลงานของโครงการน่าเชื่อถือ แต่สิ้นเปลืองเวลา และงบประมาณในการรวบรวมข้อมูล ความคลาดเคลื่อนของการดำเนินโครงการ แสดงได้ตามกราฟ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับขนาดตัวอย่าง

### 2.2.2.1 การหาขนาดของกลุ่มประชากรตัวอย่างใช้ตารางสำเร็จรูปของยามานะ

ตารางสำเร็จรูปของยามานะเป็นตารางที่ใช้คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะว่ามีความสะดวก และเหมาะกับประชากรที่มีขนาดใหญ่จนถึงอินฟินิตี้โดยใช้ตารางหาขนาดประชากรตัวอย่างสำเร็จรูปของ ทาโร ยามานะ จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ที่ความคลาดเคลื่อน  $\pm 5$  หรือใช้สูตรในการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดังสมการที่ 2.1

สูตรการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างคือ

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (2.1)$$

เมื่อ  $n$  = จำนวนตัวอย่าง

$N$  = จำนวนประชากรทั้งหมด

$e$  = ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้มีได้

ตารางที่ 2.1 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

ขนาด ประชากร	ขนาดตัวอย่างตามความคาดเคลื่อน					
	±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
>100,000	10,000	2,500	1,111	625	400	100

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

## 2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

### 2.3.1 ข้อมูลสถิติ

ข้อมูลสถิติ หมายถึง ข้อมูลที่สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ สรุปผล และใช้ประโยชน์ได้ ลักษณะของข้อมูลอาจอยู่ในรูปแบบตัวเลข ข้อความ หรือ สารสนเทศ ซึ่งก็คือข้อมูลที่ได้ผ่านกรรมวิธี การจัดระเบียบ และวิเคราะห์ให้สามารถเอาข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้ ข้อมูลเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญ ต่อการดำเนินโครงการ เพราะคุณภาพ และความเชื่อถือลักษณะของข้อมูลที่ได้มาเป็นอย่างไร การ

เก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ วิธีการเก็บรวบรวม รวมทั้งการเก็บรักษาข้อมูลที่มีอยู่ และวิธีการที่ทำให้ทันต่อยุคสมัยปัจจุบัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และนำไปดำเนินโครงการได้จริง ประเภทของข้อมูลทางสถิติ มี 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิ และทุติยภูมิ

2.3.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่รวบรวมได้จากแหล่งข้อมูลโดยตรง เช่น การสำรวจ การสัมภาษณ์ การทำแบบสอบถาม และการทดลอง

2.3.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่ไม่ได้มาจากแหล่งข้อมูลโดยตรง แต่จะได้ข้อมูลจาก เอกสารที่ผู้อื่นรวบรวม สถิติ หรือหน่วยงานราชการ

## 2.3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองข้อมูลที่เก็บได้จะเป็นข้อมูลประเภทปฐมภูมิ โดยจะต้องมีเข้าใจลักษณะข้อมูล และประเภทของข้อมูลตลอดจนวิธีการเก็บข้อมูล เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ในการใช้ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับงานวิจัย

2.3.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ (Survey) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นตามสภาพที่เป็นอยู่ โดยไม่มีการสร้างสถานการณ์ หรือวางแผนไว้ล่วงหน้าเพื่อให้ผู้ดำเนินโครงการสามารถแยกปัจจัยได้ การเก็บรวบรวมข้อมูลทำได้โดยการวัดค่า การสอบถาม การสัมภาษณ์ หรือการสังเกต

2.3.2.2 การสำรวจตัวอย่าง (Sample Survey) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างที่ถูกเลือกมาเป็นตัวแทนของประชากรหรือสิ่งที่ให้ความสนใจที่จะศึกษาเท่านั้น เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกหน่วยของประชากร อาจทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น เพราะสิ่งที่ต้องการศึกษาอาจจะมีบางกลุ่มที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษาอยู่เหมือนกัน หรือใกล้เคียงกันมาก การเลือกตัวอย่างของแต่ละกลุ่มมาทำการศึกษาก็เป็นเพียงพอที่จะทำให้สามารถประมาณค่าของสิ่งที่ต้องการจะศึกษาทั้งหมดได้ แต่ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลตัวอย่างที่ยังไม่สมบูรณ์ จึงต้องอาศัยวิธีการทางสถิติในการอนุมานไปหาประชากรอีกชั้นหนึ่ง ทำให้มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการใช้เพียงข้อมูลตัวอย่าง

## 2.4 วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากข้อมูลตัวอย่างที่เก็บรวบรวมได้นำไปใช้ในการอนุมานเกี่ยวกับประชากรด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการประมาณการ และการทดสอบสมมติฐาน รวมถึงการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ถ้าคำนึงถึงสมบัติของตัวสถิติสามารถแบ่งวิธีการเลือกออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

### 2.4.1 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling)

เป็นการเลือกตัวอย่างโดยไม่คำนึงว่าตัวอย่างแต่ละหน่วยมีโอกาสถูกเลือกมากน้อยเท่าไร ทำให้ไม่ทราบความน่าจะเป็นที่แต่ละหน่วยในประชากรจะถูกเลือก ก็ไม่สามารถบอกคุณภาพของตัว

สถิติที่สร้างจากตัวอย่างได้ เพราะไม่ทราบการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวสถิตินั้น ซึ่งสามารถทำได้หลายแบบ ดังนี้

2.4.1.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยคำนึงถึงองค์ประกอบของประชากร

2.4.1.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้ดำเนินโครงการเอง ลักษณะของกลุ่มที่เลือกเป็นไปตามความต้องการของผู้ดำเนินโครงการ

2.4.1.3 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้จำนวนตามต้องการโดยไม่มีเกณฑ์ในการตัดสินใจ กลุ่มตัวอย่างอาจเป็นใครก็ได้ที่สามารถให้ข้อมูลกับผู้ดำเนินโครงการ

## 2.4.2 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยกำหนดโอกาสที่หน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยที่ถูกเลือก ทำให้ผู้จัดทำโครงการรู้ความน่าจะเป็นของแต่ละหน่วยในประชากรที่จะถูกเลือก แล้วทำการเลือกตัวอย่างโดยให้ความน่าจะเป็นของการถูกเลือกตามที่กำหนดไว้ ทำให้สามารถหาคุณสมบัติของตัวสถิติที่สร้างจากตัวอย่างได้ ในการเลือกการสุ่มตัวอย่างแบบนี้สามารถทำได้หลายแบบ ดังนี้

2.4.2.1 การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) การเลือกตัวอย่างสุ่มแบบง่ายเป็นวิธีเลือกตัวอย่างที่ให้ตัวอย่างที่อาจเกิดขึ้นได้แต่ละตัวอย่างมีโอกาสถูกเลือกเท่าๆ กัน การสุ่มวิธีนี้ต้องมีเลขกำกับ และมีรายชื่อของประชากร

2.4.2.2 การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยมีรายชื่อของทุกหน่วยประชากรมาเรียงเป็นระบบตามบัญชีเรียกชื่อ การสุ่มจะถูกแบ่งประชากรออกเป็นช่วงๆ ที่เท่ากันอาจใช้ช่วงจากสัดส่วนของขนาดกลุ่มตัวอย่าง และประชากร แล้วสุ่มประชากรหน่วยแรก ส่วนหน่วยต่อไปนับจากช่วงสัดส่วนที่คำนวณไว้

2.4.2.3 การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Sampling) ในการเลือกตัวอย่างแบบนี้ประชากรต้องถูกแบ่งออกเป็นชั้นภูมิก่อน เมื่อแบ่งชั้นภูมิ และหาขนาดของชั้นภูมิแล้ว การเลือกตัวอย่างจะเลือกจากแต่ละชั้นภูมิอย่างเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้น จึงมีความสะดวกในการดำเนินงานภายใต้แต่ละชั้นภูมิ ซึ่งสามารถถือชั้นภูมิเหมือนกันเป็นประชากรย่อยที่แยกต่างหากจากกันได้ด้วย

2.4.2.4 การเลือกตัวอย่างแบบกลุ่มชั้นเดียว หรือหลายชั้น (One or Multi-Stage Cluster Sampling) การเลือกตัวอย่างแบบกลุ่มเป็นวิธีการเลือกในกรณีที่ไม่สามารถใช้หน่วยที่ให้ข้อมูลเป็นหน่วยตัวอย่างโดยตรงได้ การเลือกตัวอย่างจึงต้องทำโดยการเลือกกลุ่มของหน่วยที่ให้ข้อมูลก่อน ซึ่งเป็นกลุ่มในระดับต่างกัน เมื่อเลือกตัวอย่างของกลุ่มที่มีระดับใหญ่ที่สุดแล้ว ก็จะทำการเลือกตัวอย่างของกลุ่มระดับรองลงไปเป็นชั้นๆ ลงไปจนถึงระดับหน่วยที่ให้ข้อมูล



## 2.5 ตำแหน่งของข้อมูล

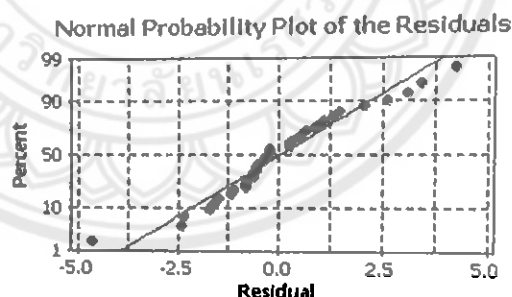
ตำแหน่งของข้อมูล หรือลำดับของข้อมูล โดยการเรียงข้อมูลจากน้อยไปหามาก เพื่อหาค่าของข้อมูล ณ ตำแหน่งนั้นๆ ซึ่งข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นหลายส่วนมากขึ้น การแบ่งข้อมูลที่นิยมใช้ คือ

ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) เป็นการแบ่งข้อมูลออกเป็น 100 ส่วนเท่าๆ กัน การหาค่าตำแหน่งของข้อมูล หรือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ( $P_r$ ) จากผลคูณของตำแหน่งที่ต้องการ ( $r$ ) ดังสมการที่ 2.2

$$P_r = (N + 1) \frac{r}{100} \quad (2.2)$$

## 2.6 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องของข้อมูลจะตรวจสอบโดยการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งจะต้องตรวจสอบก่อนการทดสอบความแปรปรวนเสมอ เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ โดยการตรวจสอบสามารถวิเคราะห์ได้จากกราฟการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล ซึ่งทำได้โดยการกำหนดให้แกน X คือ ส่วนตกค้างของข้อมูล (Residual) เป็นค่าที่ได้จากค่าสังเกตในแต่ละค่าลบค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด และแกน Y คือ ร้อยละของความน่าจะเป็นสะสม ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติจุดตัดจะเรียงตัวกันเป็นแนวเส้นตรง และลักษณะการเกิดจุดตัดจะต้องไม่เป็นกระจุกหรือเป็นกลุ่มๆ โดยค่าที่อยู่ห่างระหว่างจุด แต่ละจุดต้องใกล้เคียงกันเป็นส่วนมาก แต่ค่าที่อยู่ห่างเส้นต้องมีค่ามาก หรือน้อยต่างกันไป ดังรูปที่ 2.2

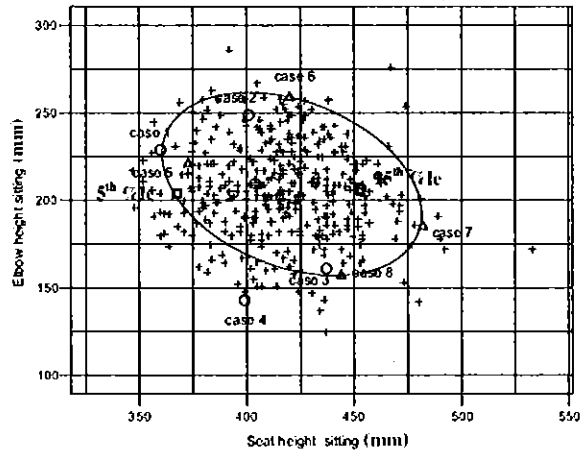


รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการกระจายแจกแจงแบบปกติของข้อมูล

ที่มา : กานต์ ลีวัฒนาเรียง. (2556)

## 2.7 วงรีความคลาดเคลื่อน (Bi-Variance Error Ellipse)

วงรีความคลาดเคลื่อน (Bi-Variance Error Ellipse) คือ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์สองตัวแปรพร้อมกัน เพื่อหาลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล โดยแผนภาพการกระจายตัว (Scatter Plot) สำหรับวงรีความคลาดเคลื่อนนั้น เป็นการกำหนดพื้นที่ความน่าเชื่อถือ ของข้อมูลสองตัวแปรโดยวงรีมีลักษณะของกราฟ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง  
ที่มา : Thariq and Munasinghe. (2005)

วงรีความคลาดเคลื่อนถูกนำมาประยุกต์ใช้ในโครงการนี้เนื่องจาก สมมติฐานที่ว่า หากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่อยู่บนเส้นวงรีถูกเลือกนำมาพิจารณาในการออกแบบ ถ้าขนาดเก้าอี้ที่ได้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้แล้วขนาดของเก้าอี้ก็จะเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในวงรีด้วย

## 2.8 วิธีการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

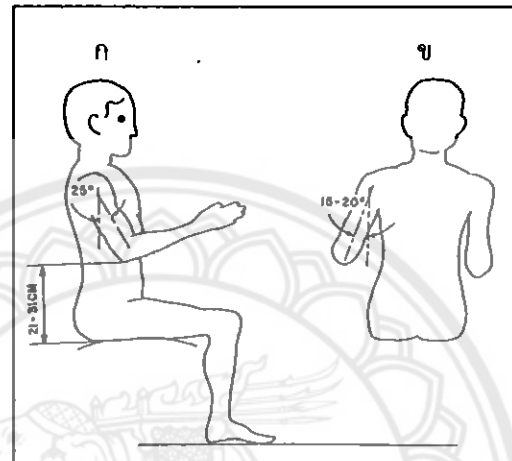
จากการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับขนาดของเก้าอี้ และโต๊ะที่เหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานตามหลักการยศาสตร์ พบว่า มีนักวิจัยจำนวนมากได้ทำการศึกษาด้านนี้ แต่มีเพียงไม่กี่ท่านที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน เพื่อหาขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนให้เหมาะสมกับนักศึกษา และได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบวิธีการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ ผู้ทำโครงการนี้ได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ดังนี้

### 2.8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Thariq และ Munasinghe (2005) ได้ทำการศึกษานขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในมหาวิทยาลัยประเทศศรีลังกาทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนของนักศึกษามหาวิทยาลัย เพื่อหาว่าขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมทำให้เกิดความสะดวกสบายเพิ่มมากขึ้นในการใช้งาน โดยส่วนแรกของงานวิจัยได้กล่าวถึงอสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างขนาดเก้าอี้หรือโต๊ะกับสัดส่วนของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้อสมการต่างๆเหล่านั้นในการออกแบบปรับปรุง เพื่อกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน โดยขนาดของเก้าอี้ที่ผู้วิจัยได้แนะนำดังนี้ เก้าอี้มีความสูง 44.50 เซนติเมตร ความลึกของที่นั่ง 43.40 เซนติเมตร ความกว้างของที่นั่ง 43.60 เซนติเมตร ความสูงของพนักพิง 29.60 เซนติเมตร ความยาวของแผ่นรอง

เขียน 45.30 เซนติเมตร ความกว้างของแผ่นรองเขียน 19.80 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างที่นั่งกับแผ่นรองเขียน 22.90 เซนติเมตร

Chaffin และ Anderson (1991) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวสำหรับการรองหัวไปด้านหน้า ทำให้เกิดมุมมากที่สุด คือ 25 องศา และสำหรับการกางแขนออก - หุบเข้า คือ 15 – 20 องศา ไปด้านข้าง โดยที่จะทำให้เกิดความเมื่อยล้า น้อยที่สุด หากนั่งทำงานในที่นี้ ดังรูป ที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงองศาสำหรับการยึดและเหยียดแขน (ก) และองศาสำหรับการกางออก หุบเข้า (ข)

ที่มา : Don B. Chaffin. (1991)

Castellucci (2014) ได้รวบรวมอสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป เพื่ออธิบายหลักเกณฑ์ความไม่เหมาะสมระหว่างนักเรียนกับโต๊ะเก้าอี้ของโรงเรียน โดยทำการศึกษารวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวกับอสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมตั้งแต่เดือนมกราคม 1980 ถึงเดือนมกราคม 2013 พบว่ามี 15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมีทั้งหมด 21 อสมการ เมื่อนำอสมการไปตรวจสอบกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์การใช้อสมการต่างๆ ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของโต๊ะเรียน จากกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบ 2,216 คน จากทั้งหมด จากการทดสอบโต๊ะเรียนทั้งหมด 6 แบบ ที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งใช้อสมการในการตรวจสอบ 21 อสมการ พบว่า มีเพียง 5 อสมการที่ถูกนำมาใช้มากที่สุดในการตรวจสอบความไม่เหมาะสม

Roebuck และคณะ (1975) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความยาวของสัดส่วนร่างกาย ซึ่งพบที่มีความสัมพันธ์กับความสูงของร่างกาย สามารถอธิบายเป็นความยาวของร่างกายได้ เช่น ความยาวแขน ความยาวสะโพกถึงขาหับ เป็นต้น

Oyewole และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับความกว้าง ความหนาของร่างกาย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีมวลกาย และสามารถอธิบายเป็นสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ เช่น ความกว้างสะโพก ความหนาเอว เป็นต้น

## 2.8.2 งานวิจัยในประเทศไทย

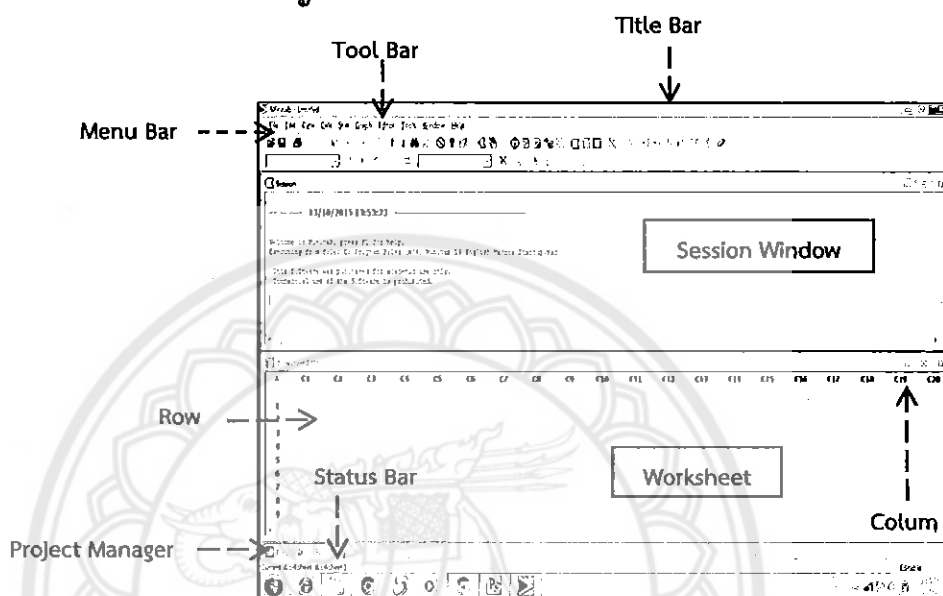
พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี (2555) การออกแบบ และปรับปรุงเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ โดยการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน เพื่อลดปัญหาความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการนั่งเรียน หรือนั่งสอบเป็นระยะเวลาเวลานานมากกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา จำนวน 80 ราย ที่มีปัญหาด้านความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ และกระดูกเนื่องจากเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ออกแบบมาไม่เหมาะสมกับการนั่งเรียน ดังนั้นจึงมีการออกแบบปรับปรุงโต๊ะเรียนใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาคือความไม่เหมาะสม โดยมีที่นั่งกว้าง 47.5 เซนติเมตร พนักพิงกว้าง 45.5 เซนติเมตร ระดับความสูงจากพื้นถึงที่นั่ง 46.0 เซนติเมตร และด้านข้างขวามือของโต๊ะเรียนสามารถปรับเลื่อนเข้า – ออกได้ โดยคำนึงถึงความหนาของลำตัว เพื่อความสะดวกในการนั่งจากการประเมินความเมื่อยล้าด้วยแบบประเมินลูลาร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสะดวกสบาย และมีความพึงพอใจ มากกว่าเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบเดิม ดังนั้น การนำหลักการทางด้านการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และปรับปรุงเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนให้เหมาะสม ซึ่งเป็นผลดีต่อนักศึกษา อีกทั้งช่วยลดความเสี่ยงที่ทำให้เกิดการเกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ และจะทำให้นักศึกษาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนให้มากขึ้น

ชิตชนก (2548) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ 4 วิธี คือ การทดสอบ Q Statistic การทดสอบ D Statistic การทดสอบ Kolmogorov และ Smirnov แบบ Two Stage Delta - Corrected และการทดสอบ Anderson และ Darling โดยการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน มีการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความผิดพลาด การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ และการศึกษาผลจากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ผลจากการทดสอบวิธีการแจกแจงแบบปกติทั้ง 4 วิธี พบว่า การทดสอบ Anderson และ Darling เป็นการทดสอบที่สามารถควบคุมความผิดพลาดได้ดีที่สุด ที่ทุกระดับนัยสำคัญและขนาดตัวอย่าง เมื่อกำหนดตัวอย่างขนาดเล็กการทดสอบ D Statistic และการทดสอบ Anderson และ Darling มีอำนาจทดสอบสูงใกล้เคียงกัน เมื่อกำหนดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ Q Statistic มีอำนาจสูงสุด

## 2.9 โปรแกรม Minitab

โปรแกรม Minitab เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (Statistical Package) ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เช่น การทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์ข้อมูลในงานด้านคุณภาพกระบวนการผลิต เป็นต้น

### 2.9.1 ส่วนประกอบที่สำคัญในโปรแกรม Minitab



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Minitab

ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Minitab ดังรูปที่ 2.5 ประกอบไปด้วย

2.9.1.1 แถบชื่อ (Title Bar) คือ แถบแสดงชื่อสมุดงานที่กำลังใช้อยู่

2.9.1.2 แถบชื่อ (Tool Bar) คือ แถบของกลุ่มเครื่องมือ เช่น บันทึกลง ทำซ้ำ และเพิ่มแผ่นงาน เป็นต้น

2.9.1.3 แถบรายการเลือก (Menu Bar) คือ แถบของกลุ่มคำสั่งที่แบ่งออกเป็นหมวดหมู่จะแบ่งเป็นแถบ File, Edit, Data, Calc, Stat, Graph, Editor, Tools, Window และ Help เป็นต้น

2.9.1.4 หน้าต่างแสดงผลสถิติ (Session Window) คือ หน้าต่างที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์เชิงสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า P-Value เป็นต้น

2.9.1.5 แผ่นงาน (Worksheet) คือ แผ่นงานที่ใช้บันทึกข้อมูล มีลักษณะเป็นตาราง โดยแต่ละตารางเรียกว่า “เซลล์” และสามารถเพิ่มจำนวนแผ่นงานได้ตามที่ต้องการ

2.9.1.6 หลัก (Column) คือ ช่องข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้ง

2.9.1.7 แถว (Row) คือ ช่องข้อมูลที่อยู่ในแนวนอน

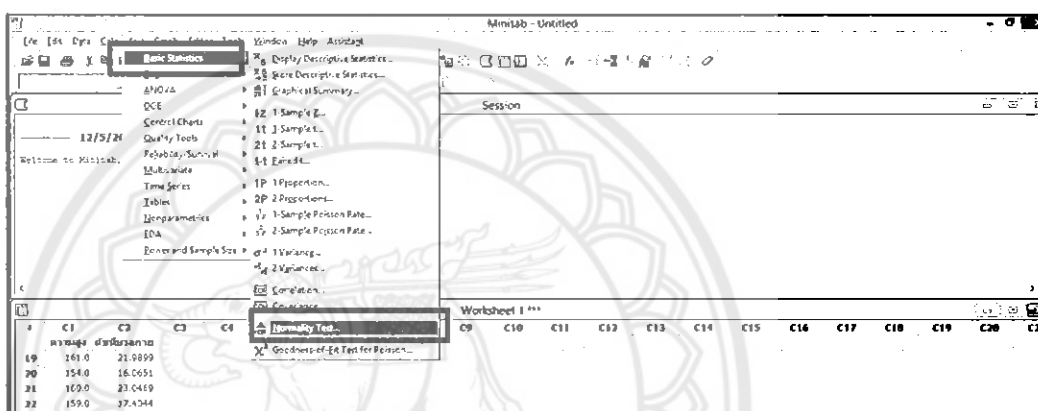
2.9.1.8 หน้าต่างจัดการแฟ้มงาน (Project Manager) คือ หน้าต่างสำหรับจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกในแต่ละครั้ง

2.9.1.9 แถบสถานะภาพ (Status Bar) คือ แถบที่แสดงสถานะคำสั่งที่กำลังใช้งาน โดยแสดงผลเป็นตัวอักษร

## 2.9.2 การใช้คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

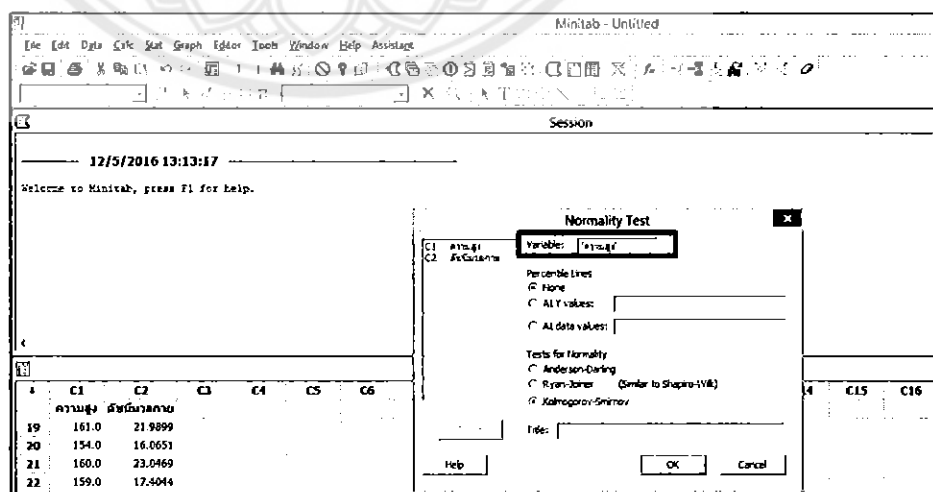
การใช้คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ การเลือกเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติให้เหมาะสมกับข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ ในการตรวจสอบการกระจายแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้

2.9.2.1 นำเมาส์ไปคลิก “Stat” ที่อยู่ในแถบรายการเลือก แล้วเลือก “Basic Statistics” จากนั้นเลือก “Normality Test” ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ขั้นตอนในการใช้คำสั่งในการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ

2.9.2.2 เมื่อเลือกคำสั่ง “Normality Test” แล้วจะมีหน้าต่างปรากฏ ดังรูปที่ 2.7 คลิกในช่อง “Variable” แล้วเลือกข้อมูลที่ต้องการทำการตรวจสอบ และเลือกวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 2.7 แสดงหน้าต่างของ Normality Test

## 2.10 โปรแกรม Matlab

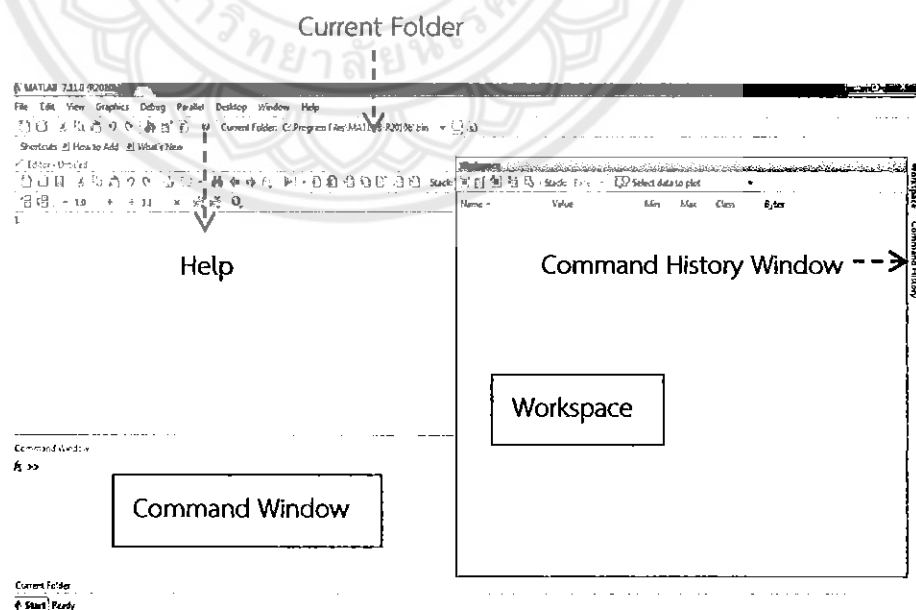
Matlab เป็นโปรแกรมคำนวณเชิงตัวเลขที่มีสภาพแวดล้อมในการคำนวณของตัวเอง (Numerical Computing Environment) คำว่า Matlab ย่อมาจาก Matrix Laboratory รวมถึงมีภาษาโปรแกรมของตัวเองในการทำงาน

โปรแกรม Matlab ถูกออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมที่ประกอบด้วยชุดคำสั่งของ Matlab ขึ้นมาได้เอง ซึ่งการเรียกใช้โปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นเองจะต้องทำการเปิด Matlab ขึ้นมาก่อน และสามารถเรียกใช้โปรแกรมโดยเรียกผ่าน Matlab เท่านั้น การเขียนโปรแกรมจะถูกแบ่งออก 2 ประเภท ดังนี้

ก. สคริปต์ไฟล์ (Script File) เป็นไฟล์ที่รวบรวมชุดคำสั่งของโปรแกรม Matlab เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเรียกชุดคำสั่งนี้ได้ด้วยการพิมพ์ชื่อไฟล์ในหน้าต่างคำสั่ง การสร้างสคริปต์ไฟล์นั้น ให้ผู้ใช้ไปที่แถบเมนูแล้วเลือก File>New>M-file หลังจากนั้นโปรแกรม Matlab จะเรียกหน้าต่างสำหรับสร้างและแก้ไขโปรแกรมออกมา และหลังจากที่ทำการเขียนโปรแกรม จะทำการบันทึกไฟล์

ข. ฟังก์ชันไฟล์ (Function File) เป็น M-file ชนิดหนึ่งที่ต้องขึ้นต้นไฟล์ด้วยคำสั่ง Function ไฟล์ชนิดนี้ต่างจากสคริปต์ไฟล์ตรงที่สามารถรับข้อมูลเพื่อนำไปใช้คำนวณแล้วส่งค่าที่คำนวณได้กลับมา การเขียนฟังก์ชันนั้นบรรทัดแรกจะต้องวางคำว่า Function ไว้หน้าฟังก์ชันโดยให้อยู่ในรูป Function = ชื่อฟังก์ชัน

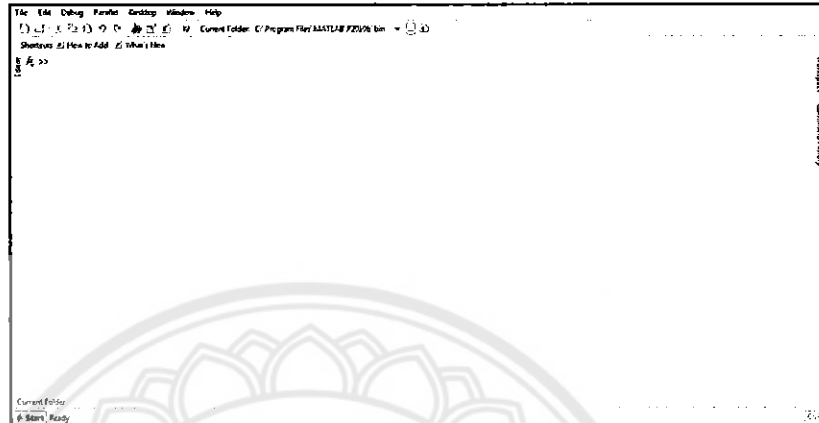
### 2.10.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Matlab



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Matlab

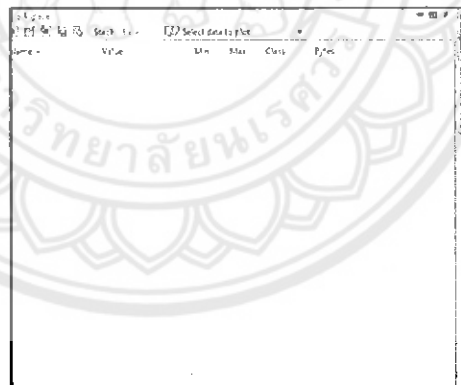
ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Matlab ดังรูปที่ 2.8 ประกอบไปด้วย

2.10.1.1 Command Window คือ หน้าต่างสำหรับป้อนชุดคำสั่ง Commands จะถูกใส่ในหน้าต่างนี้หลังเครื่องหมาย >> (The Command Prompt) ผลลัพธ์ถูกแสดงหลังจากผู้ใช้ใส่ Commands ทั้งหมดแล้วกดปุ่ม Enter ที่คีย์บอร์ด ดังรูปที่ 2.9



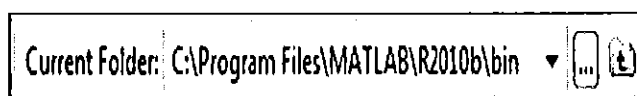
รูปที่ 2.9 แถบ Command Window

2.10.1.2 Workspace คือ หน้าต่างสำหรับแสดงตัวแปรที่กำลังใช้งานอยู่ พื้นที่หน่วยความจำ และขนาดตัวแปร ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แถบ Workspace

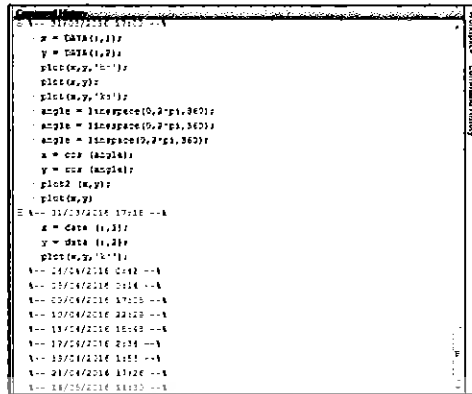
2.10.1.3 Current Folder คือ หน้าต่างนี้จะบ่งบอกว่ากำลังติดต่อกับ Folder ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แถบ Current Folde



2.10.1.4 Command History Window คือ หน้าต่างนี้จะบันทึกคำสั่งต่างๆ ที่ผู้ใช้ได้สั่งในหน้าต่างนี้ ตั้งแต่เริ่มเปิดโปรแกรม ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แถบ Command History Window

2.10.1.5 หน้าต่าง “ ? ” ในหน้าต่าง Help สำหรับผู้ใช้งานโปรแกรมเบื้องต้น  
 ดังรูปที่ 2.13

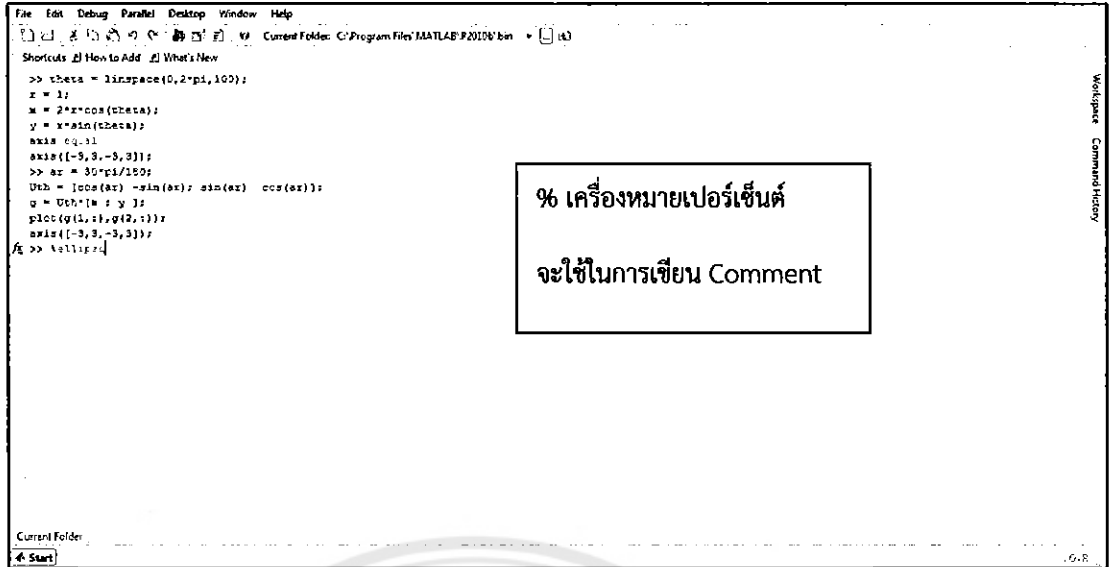


รูปที่ 2.13 แถบหน้าต่าง Help

2.10.2 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Matlab

เปิดโปรแกรม Matlab บน Desktop ก็จะทำให้การเปิดหน้าต่าง Matlab Desktop ขึ้นมา ซึ่งหน้าต่าง (Window) นี้จะใช้เป็นตัวติดต่อสื่อสาร สำหรับ Matlab เราอาจจะเห็นหน้าต่างย่อยหลายหน้าต่างบน Matlab Desktop

2.10.2.1 เขียนชุดคำสั่งลงใน Command Window ซึ่งจะเป็นหน้าต่างที่ใช้มากที่สุดในการติดต่อสื่อสารกับ โปรแกรม Matlab ที่หน้าต่าง นี้จะมีเครื่องหมาย Prompt, >> หรืออาจเป็น EDU >> ถ้าเป็น Student Version และต่อจากเครื่องหมาย Prompt ก็จะเป็น Cursor ที่กำลังกระพริบอยู่แสดงว่าตัวโปรแกรม Matlab พร้อมรับคำสั่งจากผู้ใช้ ถ้าต้องการอธิบายชุดคำสั่งให้พิมพ์เครื่องหมาย % ดังรูปที่ 2.14

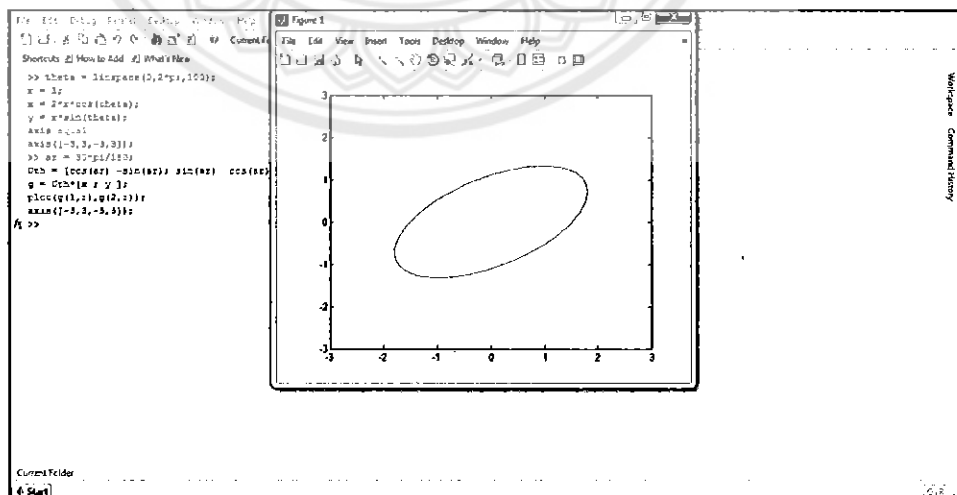


รูปที่ 2.14 การเขียนชุดคำสั่งลงใน Command Window

2.10.2.2 ทดสอบโปรแกรม โดยใช้คำสั่งให้สร้างวงรี โดยคลิกปุ่ม ดังรูปที่ 2.15 และ แสดงผล ดังรูปที่ 2.16



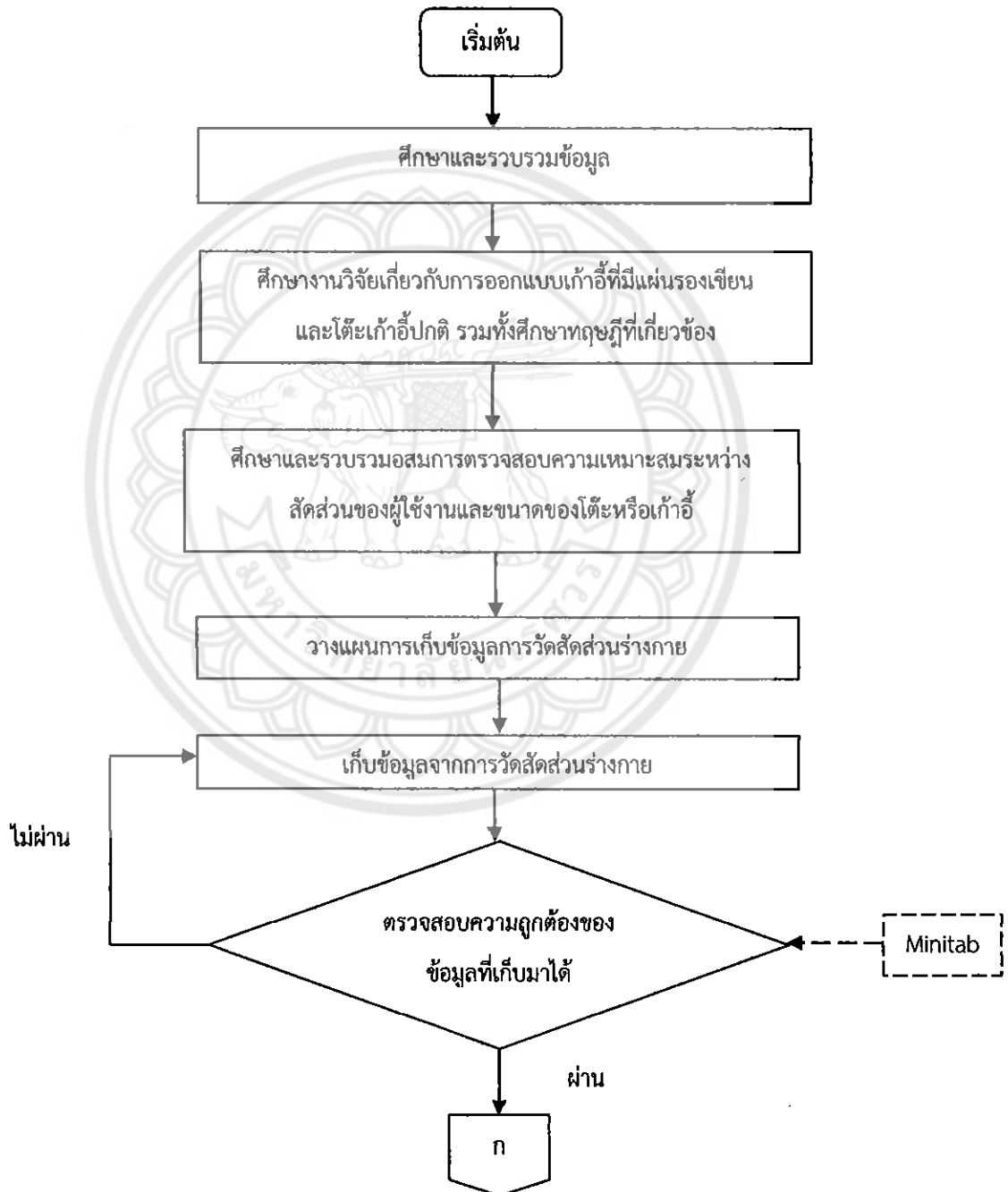
รูปที่ 2.15 แถบ Play



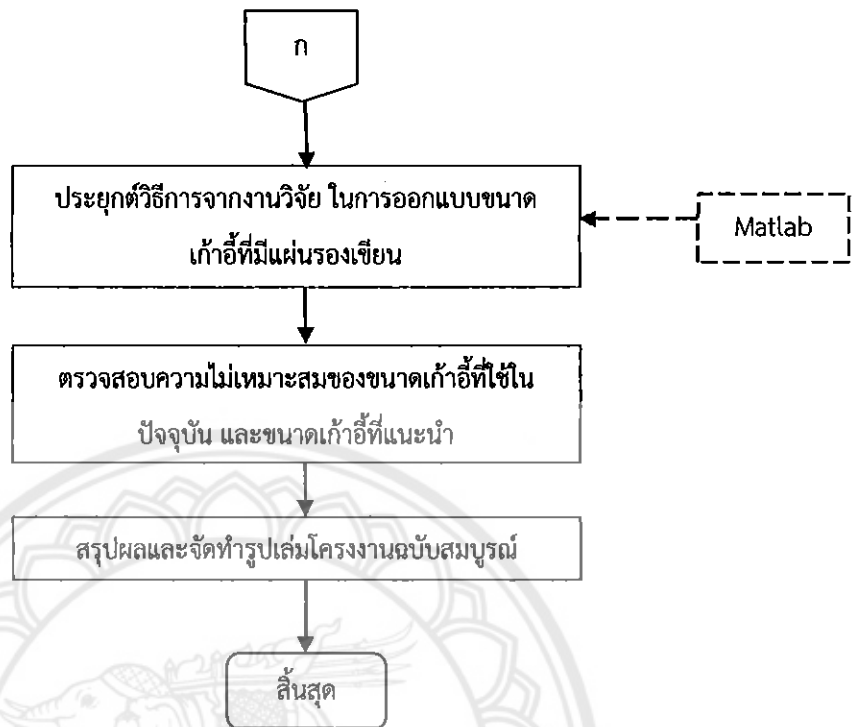
รูปที่ 2.16 กราฟการสร้างวงรี

### บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนในการดำเนินงานในการกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับสัดส่วนของผู้ใช้งานโดยวิธีการวงรีความคลาดเคลื่อน (Bi-Variance Error Ellipse) ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงการ



รูปที่ 3.1 (ต่อ) ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงการ

### 3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

การดำเนินงานในโครงการจะรวบรวมข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ หลักการยศาสตร์ และงานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน และการออกแบบโต๊ะเก้าอี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ รวมทั้งศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีแนวทางในการดำเนินโครงการ ซึ่งข้อมูลที่จะทำการศึกษา มีดังนี้

3.1.1 ศึกษาบทความเชิงวิชาการของ Thariq และ Munasingh (2005) ซึ่งเกี่ยวกับการหาขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งาน ในมหาวิทยาลัยประเทศศรีลังกา และการหาขอบเขตของสัดส่วนผู้ใช้งานในกรณีการศึกษา

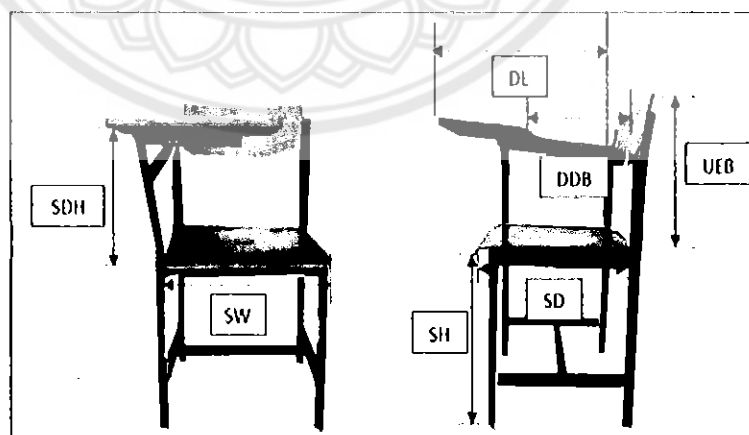
3.1.2 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโต๊ะเรียนให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์

3.1.3 รวบรวมบทความเชิงวิชาการ หรืองานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำเอาสมการมาใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับผู้ใช้งาน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับสมการที่จะนำมาใช้ตรวจสอบความเหมาะสมของกับสัดส่วนของร่างกายผู้ใช้งาน

### 3.2 การเก็บข้อมูล

3.2.1 การวัดขนาดของเก้าอี้ที่จะศึกษาในการดำเนินโครงการ

ขนาด และลักษณะของเก้าอี้ที่จะศึกษาในการดำเนินโครงการนี้เป็นเก้าอี้ไม้แบบเก้าอี้ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เนื่องจากเก้าอี้ไม่มีลักษณะที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ คือ มีพนักพิงที่ตั้งฉากกับพื้นที่นั่ง และพื้นที่นั่งราบเรียบไม่มีลักษณะโค้งเว้า ดังรูปที่ 3.2 วิธีการวัดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.2 แสดงการวัดลักษณะของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

3.2.1.1 ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH) วัดระยะที่ตั้งฉากกับพื้นไปยังจุดกึ่งกลางของขอบเก้าอี้

3.2.1.2 ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD) วัดระยะจากขอบเก้าอี้ถึงจุดที่ลึกที่สุดของที่นั่ง

3.2.1.3 ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW) วัดในแนวนอนระหว่างด้านซ้ายและขวาของขอบเก้าอี้

3.2.1.4 ความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest : UEB) วัดในแนวตั้งระหว่างจุดกึ่งกลางขอบบนของพนักพิงถึงพื้นที่นั่ง

3.2.1.5 ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (Seat Desk Height : SDH) วัดในแนวตั้งระหว่างพื้นที่นั่งถึงแผ่นรองเขียน

3.2.1.6 ความยาวของแผ่นรองเขียน (Desktop Length : DL) วัดในแนวนอนจากด้านหลังไปถึงด้านหน้าของแผ่นรองเขียน

3.2.1.7 ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง (Distance Between Desktop and Backrest : DDB) วัดในแนวนอนระหว่างแผ่นรองเขียนถึงพนักพิง

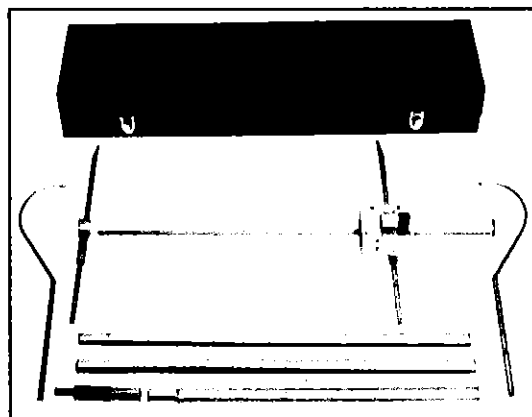
### 3.2.2 การเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนของร่างกาย

3.2.2.1 วางแผนวัดสัดส่วนร่างกายของนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 2,302 คน ซึ่งทำการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยตารางทอโรยา ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 349 คน

3.2.2.2 เมื่อได้จำนวนของกลุ่มตัวอย่างของนิสิตแล้ว จะทำการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายนิสิต

ก. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวัดสัดส่วนร่างกาย

ก.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer) ดังรูปที่ 3.3



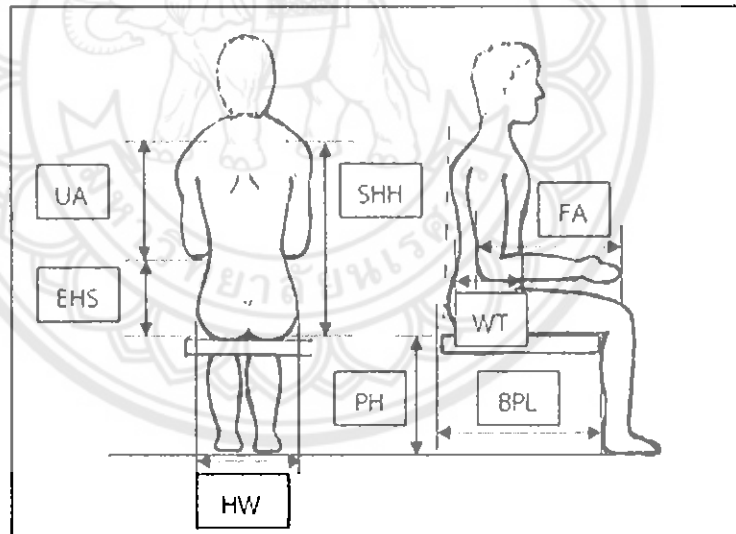
รูปที่ 3.3 เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย

ก.2 เก้าอี้ที่ใช้ในการวัดเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกาย ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 เก้าอี้สำหรับเก็บข้อมูล

ข.วิธีการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ดังรูปที่ 3.5 วิธีการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.5 ภาพแสดงการวัดสัดส่วนร่างกาย

ข.1 ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) วัดในแนวตั้งจากขาพับด้านในถึงพื้นในท่านั่งโดยขาตั้งฉากกับพื้น

ข.2 ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) วัดในแนวตั้งจากพื้นผิวที่นั่งถึงข้อศอก

ข.3 ความยาวสะโพกถึงขาพับ (Buttock Popliteal Length : BPL) วัดในแนวนอนจากสะโพกถึงขาพับ

ข.4 ความกว้างสะโพก (Hip Width : HW) วัดในแนวนอนจากส่วนกว้างสุดของสะโพกในขณะนั่ง

ข.5 ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHH) วัดในแนวตั้งจากพื้นที่นั่งถึงไหล่

ข.6 แขนท่อนบน (Upper Arm : UA) วัดในแนวตั้งจากหัวไหล่ถึงข้อศอก

ข.7 ปลายแขนท่อนล่าง (Fore Arm : FA) วัดในแนวนอนจากข้อศอกถึงปลายนิ้ว

ข.8 ความหนาเอว (Waist Thickness : WT) วัดจากสะดือด้านหน้าไปถึงกลางหลังขณะนั่ง

การดำเนินโครงการคณะผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการวัดสัดส่วนร่างกายตามที่ได้กำหนดไว้โดยมีตัวอย่างแสดงวิธีการวัดสัดส่วนร่างกาย ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างแสดงวิธีการวัดความยาวสะโพกถึงขาพับขณะนั่ง



ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายของนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยนเรศวร

หมายเลขเอกสาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
เพศ									
อายุ									
น้ำหนัก									
ส่วนสูง									
นั่ง	ความสูงขาพับด้านใน								
	ความสูงข้อศอก								
	ความยาวสะโพก - ขาพับ								
	ความสูงไหล่								
	ความกว้างสะโพก								
	ความหนาของเอว								
	ความยาวปลายท่อนล่าง								
	ความยาวแขนท่อนบน								

### 3.2.3 การตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ

ในการเก็บข้อมูลส่วนร่างกายในโครงการนี้จะต้องนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบว่าข้อมูลมีความครบถ้วนสมบูรณ์ก่อนที่จะนำข้อมูลที่เก็บมาได้ทำการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยของ Oyewole และคณะ (2010) กับ Roebuck (1975) กล่าวว่าขนาดร่างกายทุกขนาดมีความสัมพันธ์กับความสูง และค่าดัชนีมวลกาย ดังนั้น จึงทำการตรวจสอบค่าความสูง และค่าดัชนีมวลกาย ถ้าทั้งสองค่ามีการแจกแจงแบบปกติแล้ว ค่าสัดส่วนที่เกี่ยวข้องก็จะมีแจกแจงแบบปกติด้วย โดยการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลจะใช้โปรแกรม Minitab ในโครงการนี้จะใช้วิธีการของ Anderson – Darling Test เนื่องจากเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัย ในการตรวจสอบ

### 3.3 การหาขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่แผ่นรองเขียน

ในการนำวิธีการจากงานวิจัยต้นแบบ และความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยมาใช้ในการหาขนาดที่เหมาะสม โดยแบ่งเป็นนิสิตทั้งหมด นิสิตชาย และนิสิตหญิง โดยจะทำการหาขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนด้วยวิธีการ ดังนี้

### 3.3.1 ใช้หลักการวงรีความคลาดเคลื่อนสองตัวแปร

วงรีความคลาดเคลื่อนสองตัวแปรถูกสร้างโดยใช้โปรแกรม Matlab ในการหากรณีชุดข้อมูลของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับขณะนั่ง เพื่อหาขนาดความสูงของเก้าอี้ ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง โดยทำวงรีความคลาดเคลื่อนล้อมรอบข้อมูลที่ความน่าเชื่อถือร้อยละ 90 ในการเลือกกรณีจะเปรียบเทียบว่ากรณีไหนดีกว่ากันโดยใช้สมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกาย

### 3.3.2 ใช้หลักการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูลสัดส่วน

ในการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ของสัดส่วนร่างกายต่างๆ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### 3.3.2.1 ความกว้างสะโพกหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

#### 3.3.2.2 ความยาวสะโพกถึงขาพับหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5

#### 3.3.2.3 ความสูงไหล่หาค่าที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

#### 3.3.2.4 การหาความยาวแผ่นรองเขียน และการหาระยะห่างระหว่างของแผ่นรองเขียน

กับนักพิมพ์ ซึ่งยังไม่มีการวิจัยใดแนะนำ จะทำการหาขนาดโดยใช้หลักการหาค่าที่เปอร์เซ็นต์ไทล์

### 3.4 การเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

เมื่อได้ขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแล้วจะนำขนาดที่ได้มาทำการเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้แบบที่แนะนำกับขนาดของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน

### 3.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการสรุปขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายนิสิต และจัดทำรูปเล่มโครงการฉบับสมบูรณ์

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลของการดำเนินโครงการ การกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน มีดังนี้

#### 4.1 ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

สืบค้นรวบรวม และศึกษาข้อมูลจากหนังสือ งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน มีดังต่อไปนี้

4.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการยศาสตร์ ทำนั้งการทำงานที่ดี ความสูงของพื้นผิวทำงาน และการออกแบบโต๊ะเก้าอี้ให้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน

4.1.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนของร่างกาย และขนาดของโต๊ะเก้าอี้ การออกแบบโต๊ะเก้าอี้ปกติ และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน รวมถึงศึกษาแนวทางการกำหนดขนาดของเก้าอี้ให้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน

4.1.3 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

4.1.4 การใช้งานโปรแกรม Minitab และโปรแกรม Matlab

#### 4.2 ผลจากการศึกษาและรวบรวมสมการที่ใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนของผู้ใช้งานและขนาดของโต๊ะหรือเก้าอี้

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างสัดส่วนของร่างกาย และขนาดของโต๊ะเก้าอี้ สมการที่ถูกเลือกมาใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมมีดังนี้

##### 4.2.1 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความสูงของเก้าอี้

ความสูงของเก้าอี้ที่เหมาะสม ควรพิจารณาให้มีความสัมพันธ์กับความสูงของขาพับ และความสูงของเก้าอี้ควรจะมีค่าน้อยกว่าความสูงขาพับ เพื่อให้ขาได้เหยียดออก 5-30 องศา กับแนวตั้ง และเนื่องจากนิสิตสวมรองเท้าในขณะที่ใช้งาน เพราะฉะนั้นในการพิจารณาความเหมาะสมควรพิจารณาความสูงของพื้นรองเท้าด้วย ดังสมการที่ 4.1

$$(PH+SC) \cos 30^\circ \leq SH \leq (PH+SC) \cos 5^\circ \quad (4.1)$$

##### 4.2.2 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง

ตามหลักการยศาสตร์ความสูงของพื้นผิวทำงาน ควรจะอยู่ในระดับเดียวกับความสูงข้อศอกขณะนั่ง ดังนั้น Chaffin และ Andersson (1991) ได้แนะนำว่ามุมในการกางออก และการยื่น

แขนไปด้านหน้าทำให้เกิดมุมงอที่หัวไหล่ โดยที่เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด คือ 20 และ 25 องศา ตามลำดับ ดังนั้น ขอบล่างของสมการควรเป็นความสูงข้อศอกขณะนั่ง ขอบบนของสมการจึงเป็นผลรวมของความสูงข้อศอกขณะนั่งกับความสูงไหล่ขณะนั่ง และระยะข้อศอกที่สูงขึ้น ดังสมการที่ 4.2

$$EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.1483SHH \quad (4.2)$$

#### 4.2.3 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความกว้างของเก้าอี้

ความกว้างของเก้าอี้ ควรมากกว่าความกว้างของสะโพกขณะนั่ง แต่ถ้ากว้างเกินไปทำให้เปลืองพื้นที่ และต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ดังนั้น Gouvali แนะนำว่าความกว้างเก้าอี้ ควรให้มีความกว้างมากกว่าร้อยละ 110 และไม่ควรมากกว่าร้อยละ 130 ของความกว้างสะโพก ดังสมการที่ 4.3

$$1.10HW \leq SW \leq 1.30HW \quad (4.3)$$

#### 4.2.4 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความลึกของเก้าอี้

ความลึกเก้าอี้มีความสัมพันธ์กับความยาวสะโพกถึงขาพับ การที่เก้าอี้ตื้นไปจะทำให้เกิดอาการกดทับบริเวณต้นขาด้านล่าง ถ้าเก้าอี้ลึกเกินไปจะทำให้เกิดอาการปวดหลังที่บริเวณหลังส่วนล่างเมื่อผู้ใช้งานนั่งเป็นเวลานาน ดังนั้น นักวิจัยหลายท่านแนะนำว่าความลึกของเก้าอี้ไม่ควรให้อยู่ระหว่าง ร้อยละ 80 ถึงร้อยละ 95 ของความยาวสะโพกถึงขาพับ ดังสมการที่ 4.4

$$0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL \quad (4.4)$$

#### 4.2.5 การตรวจสอบความไม่เหมาะสมความสูงของพนักพิง

ความสูงของพนักพิง ที่เอื้อต่อการเคลื่อนไหวควรจะต้องอยู่ใต้กระดูกสะบักของผู้ใช้งาน แต่การบอกตำแหน่งของกระดูกสะบักหาได้ยาก ดังนั้น Gouvali และ Boudolos จึงแนะนำว่าตำแหน่งของกระดูกสะบักจะอยู่ระหว่างร้อยละ 60 และร้อยละ 80 ของความสูงไหล่ขณะนั่ง ดังสมการที่ 4.5

$$0.60SHH \leq UEB \leq 0.80SHH \quad (4.5)$$

### 4.3 ผลจากการเก็บข้อมูล

ผลจากการเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และการวัดสัดส่วนร่างกายของนิสิต มีดังนี้

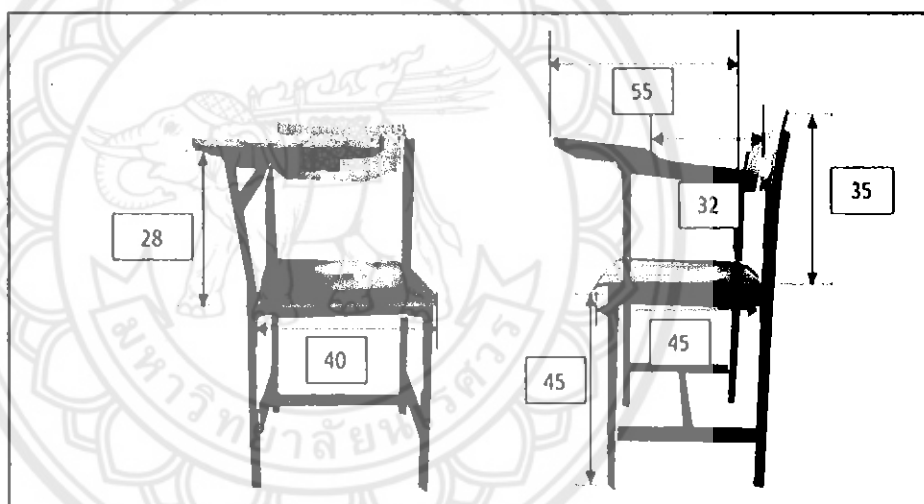
#### 4.3.1 ผลจากการวัดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

การวัดขนาดเก้าอี้สามารถทำได้การวัดตามหลักการที่ได้นำเสนอในหัวข้อที่ 3.2.1 ได้ขนาดของเก้าอี้ดังนี้

##### 4.3.1.1 การวัดขนาดและลักษณะของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

ขนาด และลักษณะของเก้าอี้ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ คือ เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในการวัด (เก้าอี้ไม้) และเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้งานในปัจจุบันในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มีดังนี้

ก. เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในการวัด (เก้าอี้ไม้) ขนาดต่างๆ ของเก้าอี้ที่ใช้ในการวัด มีรายละเอียด ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขนาดและลักษณะของเก้าอี้ที่ใช้ในการวัด (เก้าอี้ไม้)

ก.1 ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH) เท่ากับ 45.00 เซนติเมตร

ก.2 ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD) เท่ากับ 45.00 เซนติเมตร

ก.3 ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW) เท่ากับ 40.00 เซนติเมตร

ก.4 ความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest : UEB) เท่ากับ 35.00

เซนติเมตร

ก.5 ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (Seat Desk Height : SDH)

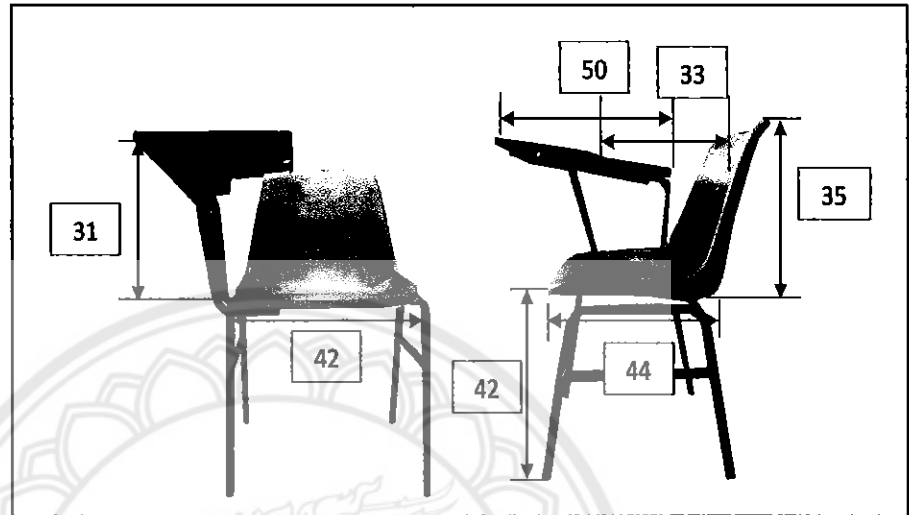
เท่ากับ 28.00 เซนติเมตร

ก.6 ความยาวของแผ่นรองเขียน (Desktop Length : DL) เท่ากับ 55.00

เซนติเมตร

ก.7 ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง (Distance Between Desktop and Backrest : DDB) เท่ากับ 32 เซนติเมตร

ข. เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้งานในปัจจุบัน ขนาดต่างๆ ของเก้าอี้ที่ใช้งานในปัจจุบัน มีรายละเอียดดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ขนาดและลักษณะของเก้าอี้ที่ใช้งานในปัจจุบัน

ข.1 ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH) เท่ากับ 42.00 เซนติเมตร

ข.2 ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD) เท่ากับ 44.00 เซนติเมตร

ข.3 ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW) เท่ากับ 42.00 เซนติเมตร

ข.4 ความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest : UEB) เท่ากับ 35.00

เซนติเมตร

ข.5 ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (Seat Desk Height : SDH)

เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร

ข.6 ความยาวของแผ่นรองเขียน (Desktop Length : DL) เท่ากับ 55.00

เซนติเมตร

ข.7 ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง (Distance Between Desktop and Backrest : DDB) เท่ากับ 33.00 เซนติเมตร

#### 4.3.2 ผลจากการเก็บข้อมูลวัดสัดส่วนของร่างกายนิสิต

การเก็บข้อมูลวัดสัดส่วนของร่างกายนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 ถึง ชั้นปีที่ 4 จำนวน 2,302 คน กำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยตารางสำเร็จรูปทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 340 คน ดังนั้น ในการดำเนินโครงการนี้ทำการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 349 คน (แบ่งเป็นนิสิตชาย 198 คน และนิสิตหญิง 151 คน) ซึ่งการเก็บข้อมูลมากจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อย ตัวอย่างของการบันทึกข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายนิสิตแต่ละคน ซึ่งเป็นการวัดส่วนในขณะนั่ง แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการเก็บข้อมูลวัดสัดส่วนของร่างกายของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์

หมายเลขเอกสาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
เพศ	0	1	1	0	1	0	0	1	1	
อายุ (ปี)	20	21	20	21	20	19	21	20	19	
น้ำหนัก (กก.)	56.00	55.00	47.00	47.00	68.00	48.00	42.00	65.00	89.00	
ส่วนสูง (ซม.)	164	171	161.5	157.5	156.6	162	149	178	173	
นั่ง	ความสูงไหล่ (ซม.)	59.20	61.70	57.70	55.20	56.70	51.70	62.70	60.70	57.20
	ความสูงข้อศอก (ซม.)	25.20	28.20	16.20	21.20	24.70	19.20	25.20	26.20	25.70
	ความสูงขาพับ (ซม.)	40.80	45.30	41.30	39.80	40.30	42.30	38.80	45.30	45.80
	ความยาวสะโพก - ขาพับ (ซม.)	47.00	47.00	44.00	45.00	44.50	44.50	43.00	49.00	47.00
	ความกว้างสะโพก (ซม.)	37.00	33.00	30.00	35.50	38.00	35.30	34.00	34.00	40.80
	ความหนาของเอว (ซม.)	19.00	17.50	17.00	20.00	24.00	20.00	21.00	23.00	25.00
	ความยาวปลายแขนท่อนล่าง (ซม.)	43.50	47.50	43.50	39.70	38.00	40.10	38.30	44.00	47.00
	ความยาวแขนท่อนบน (ซม.)	34.00	33.50	41.50	34.00	32.50	37.50	26.50	36.50	35.00

หมายเหตุ 0 คือ เพศหญิง และ 1 คือ เพศชาย

#### 4.3.2.1 ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของนิสิต

ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของนิสิต นำมาคำนวณค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 โดยแบ่งเป็นนิสิตทั้งหมด นิสิตชาย และนิสิตหญิง แสดงในตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 ค่าสถิติของสัดส่วนร่างกายของนิสิตทั้งหมด

สัดส่วนร่างกาย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่	
					5	95
น้ำหนัก (กก.)	130.00	45.20	68.23	14.23	51.60	96.28
ความสูงยืน (ซม.)	186.00	155.00	170.00	5.58	161.90	179.00
ความสูงขาพับ (ซม.)	48.80	39.30	43.80	1.96	40.80	46.80
ความสูงข้อศอก (ซม.)	29.70	16.20	22.70	2.64	18.20	27.20
ความยาวสะโพก-ขาพับ (ซม.)	50.50	44.00	47.00	1.42	44.50	49.00
ความสูงไหล่ (ซม.)	65.20	55.20	60.20	2.10	56.70	63.70
ความกว้างสะโพก (ซม.)	41.00	29.00	35.50	2.06	32.00	38.00
ความหนาเอว (ซม.)	40.00	16.00	21.50	3.51	18.00	27.00
ความยาวปลายแขนท่อนล่าง (ซม.)	50.50	35.50	43.50	2.35	39.50	47.50
ความยาวแขนท่อนบน (ซม.)	44.00	30.50	37.50	2.64	33.40	42.00

ตารางที่ 4.3 ค่าสถิติของสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย

สัดส่วนร่างกาย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่	
					5	95
ความสูงยืน (ซม.)	186.00	155.00	170.00	5.58	161.90	179.00
น้ำหนัก (กก.)	130.00	45.20	68.23	14.23	51.60	96.28
ความสูงขาพับ (ซม.)	48.80	39.30	43.80	1.96	40.80	46.80
ความสูงข้อศอก (ซม.)	29.70	16.20	22.70	2.64	18.20	27.20
ความยาวสะโพก-ขาพับ (ซม.)	50.50	44.00	47.00	1.42	44.50	49.00
ความสูงไหล่ (ซม.)	65.20	55.20	60.20	2.10	56.70	63.70
ความกว้างสะโพก (ซม.)	41.00	29.00	35.50	2.06	32.00	38.00
ความหนาเอว (ซม.)	40.00	16.00	21.50	3.51	18.00	27.00
ความยาวปลายแขนท่อนล่าง (ซม.)	50.50	35.50	43.50	2.35	39.50	47.50
ความยาวแขนท่อนบน (ซม.)	44.00	30.50	37.50	2.64	33.40	42.00

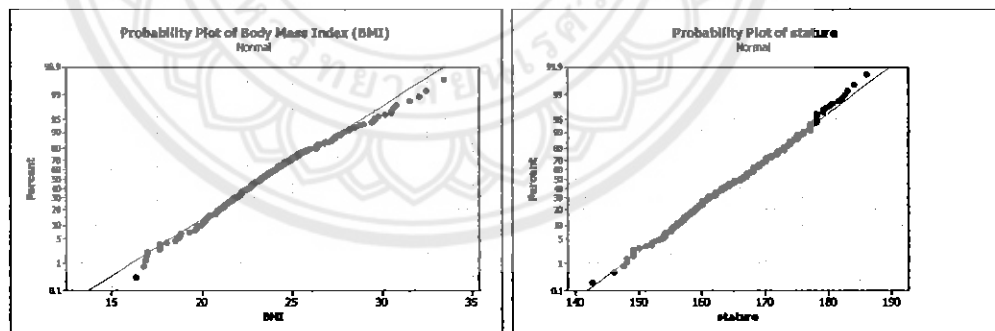


ตารางที่ 4.4 ค่าสถิติของสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง

สัดส่วนร่างกาย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่	
					5	95
ความสูงยืน (ซม.)	179.00	142.50	159.50	5.55	149.00	168.00
น้ำหนัก (กก.)	106.00	34.20	54.58	11.73	41.78	73.42
ความสูงขาพับ (ซม.)	46.80	36.30	40.80	1.80	38.13	43.80
ความสูงข้อศอก (ซม.)	28.20	15.20	22.20	2.41	18.03	25.70
ความยาวสะโพก-ขาพับ (ซม.)	48.50	39.00	45.00	1.48	42.47	47.50
ความสูงไหล่ (ซม.)	43.50	25.80	35.70	2.33	32.00	38.30
ความกว้างสะโพก (ซม.)	39.50	30.50	35.50	1.93	19.00	28.68
ความหนาเอว (ซม.)	32.00	16.00	22.00	3.03	37.27	43.50
ความยาวปลายแขนท่อนล่าง (ซม.)	46.00	37.50	40.05	1.93	30.00	39.00
ความยาวแขนท่อนบน (ซม.)	43.50	25.80	35.00	2.84		

#### 4.3.3 ผลการตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ

หลังจากทำการวัดสัดส่วนของร่างกาย ในแต่ละขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะถูกนำมาตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ โดยใช้ค่าข้อมูลความสูง และค่าดัชนีมวลกายในการตรวจสอบ ผลของกราฟการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติเป็น ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 กราฟการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความสูง และดัชนีมวลกาย

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่ากราฟมีจุดตัดที่เรียงตัวกันเป็นแนวเส้นตรง ซึ่งแสดงถึงข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ลักษณะการเกิดจุดจะไม่รวมกันเป็นกลุ่มๆ และค่าระยะห่างระหว่างจุดแต่ละจุดจะใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นผู้จัดทำโครงการได้ทำการพิจารณา P - value ของค่าสถิติทดสอบ Anderson - Darling มีค่าเท่ากับ 0.067 และ 0.059 ซึ่งมีความมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

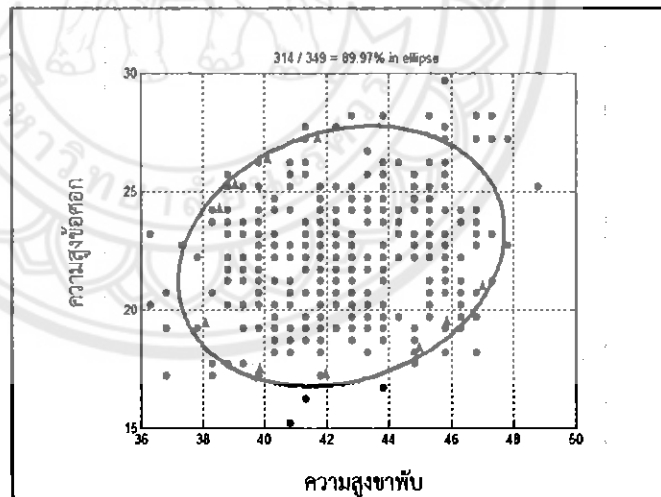
#### 4.4 ผลจากการหาขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่แผ่นรองเขียน

เมื่อข้อมูลผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลแล้ว จากนั้นผู้ดำเนินโครงการจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผล เพื่อตรวจสอบว่าขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์หรือไม่ ซึ่งจะประกอบด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สองตัวแปร การวิเคราะห์ทางสถิติ และการใช้สมการในการตรวจสอบความเหมาะสม ซึ่งมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

##### 4.4.1 การใช้หลักการวงรีความคลาดเคลื่อนสองตัวแปรในการกำหนดขนาดของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งและความสูงของเก้าอี้

ในการดำเนินโครงการนี้ได้ใช้โปรแกรม Matlab ในการสร้างวงรีล้อมรอบข้อมูล ที่ความน่าเชื่อถือร้อยละ 90 เพื่อให้มีความครอบคลุมข้อมูลมากที่สุด โดยใช้ทฤษฎี Bi-Variance Error Ellipse ดังแสดงในหัวข้อที่ 2.8 การหาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง และความสูงของเก้าอี้ จะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับขณะนั่ง ไปพร้อมกัน เนื่องจากเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีลักษณะของแผ่นรองเขียนที่ติดกับนั่ง ซึ่งทั้งสองขนาดมีความสำคัญในกาออกแบบมากที่สุด

ก. กลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด จึงทำการสร้างวงรีล้อมรอบข้อมูลร้อยละ 90 ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมดของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ

จากรูปที่ 4.4 จะได้ว่าวงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมดจากนั้น จะทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่อยู่บริเวณใกล้ขอบเส้นวงรีทั้งหมด 10 กรณีมาวิเคราะห์หาความสูงแผ่น รองเขียนจากพื้นที่นั่ง และความสูงเก้าอี้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ถ้าหากมีความ เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้แล้วก็จะเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ภายในวงรีด้วย ซึ่งข้อมูลทั้ง 10 กรณีที่นำมาวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ขนาดความสูงขาพับและความสูงข้อศอกสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด

	กรณี									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความสูงขาพับ (ซม.)	37.80	38.30	38.80	39.80	41.30	47.30	45.80	44.80	41.80	38.80
ความสูงข้อศอก (ซม.)	19.20	24.20	25.20	26.20	27.20	21.20	19.20	18.20	17.20	17.70

จากตารางที่ 4.5 ได้กลุ่มตัวอย่างจากวงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด เพื่อที่จะนำค่าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 กรณีนี้ มา ทำการตรวจสอบหาความไม่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้กับความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่มีอยู่

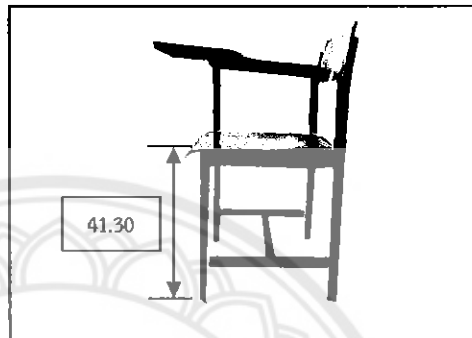
ในการตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความสูงของเก้าอี้กับความสูงขาพับของ นิสิตทั้งหมด จะใช้สมการที่ 4.1 และมีผลวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.6

$$(PH+SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH+SC)\cos 5^\circ \quad (4.1)$$

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้ แต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด

	กรณี									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความสูงขาพับ (ซม.)	37.80	38.30	38.80	39.80	41.30	47.30	45.80	44.80	41.80	38.80
เหมาะสม (คน)	130	160	211	253	260	47	88	133	257	211
ร้อยละ	37.25	45.85	60.46	72.49	74.50	13.47	25.21	38.11	73.64	60.46
สูงเกินไป (คน)	0	2	5	8	42	302	261	216	62	5
ร้อยละ	0.00	0.57	1.43	2.29	12.03	86.53	74.79	61.89	17.77	1.43
ต่ำเกินไป (คน)	219	187	133	88	47	0	0	0	30	133
ร้อยละ	62.75	53.58	38.11	25.21	13.47	0.00	0.00	0.00	8.60	38.11

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้กับความสูงขาพับ ในตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าทุกกรณีมีจำนวนความเหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้น จึงเลือกกรณีที่มีค่าร้อยละความเหมาะสมมากที่สุดมาทำการวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตทั้งหมด จากการคัดกรองกรณีที่มีร้อยละความเหมาะสมมากที่สุด 4 อันดับแรก คือ กรณีที่ 3 กรณีที่ 4 กรณีที่ 5 และกรณีที่ 9 จะพิจารณาจากการหาร้อยละความเหมาะสมที่มากที่สุดเป็นความสูงของเก้าอี้ คือ กรณีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 41.30 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ความสูงพื้นที่นั่งที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตทั้งหมด

กรณีทั้ง 4 กรณีนี้จะถูกนำไปพิจารณาต่อ เพื่อหาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ดังนั้น เลือกชุดของข้อมูลจากกรณีทั้ง 4 กรณี จากตารางที่ 4.5 โดยนำความสูงข้อศอกไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบความเหมาะสม

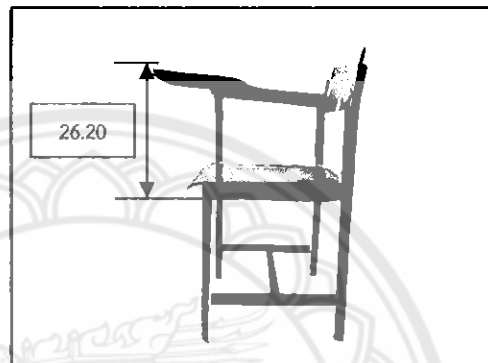
ชุดของข้อมูลความสูงข้อศอกจากกรณีที่คัดกรอง เพื่อหาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ในการตรวจสอบความเหมาะสมของความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งกับความสูงข้อศอก โดยใช้สมการที่ 4.2 และมีผลวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.7

$$EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.1483SHH \quad (4.2)$$

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงข้อศอกเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด

	กรณี			
	3	4	5	9
ความสูงข้อศอก (ซม.)	25.2	26.2	27.2	17.2
เหมาะสม (คน)	258	224	191	7
ร้อยละ	73.93	64.18	54.73	2.01
สูงเกินไป (คน)	56	108	148	0
ร้อยละ	16.05	30.95	42.41	0.00
เตี้ยเกินไป (คน)	35	17	10	342
ร้อยละ	10.03	4.87	2.87	97.99

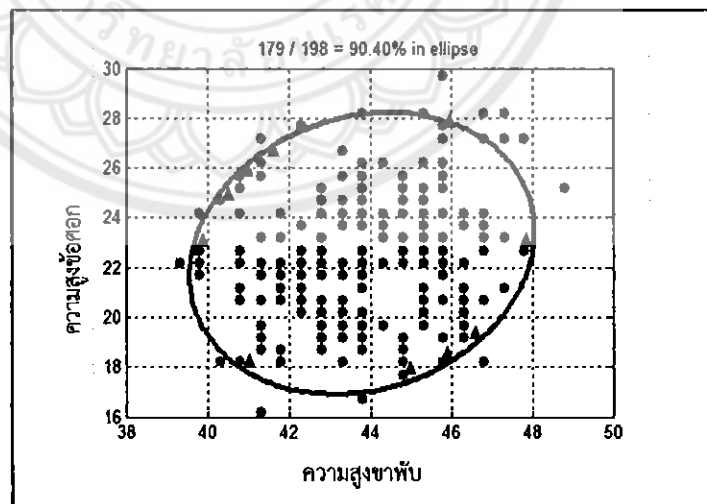
จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งในตารางที่ 4.7 จะเลือกพิจารณากรณีที่ 4 ถึงแม้ว่า กรณีที่ 3 จะมีร้อยละความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนเหมาะสำหรับงานเขียน และการอ่านเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นลักษณะงานที่มีความประณีตความสูงของแผ่นรองเขียน ควรออกแบบให้อยู่สูงกว่าระดับข้อศอกเล็กน้อย เพื่อให้สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งความสูงข้อศอกในกรณีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 26.20 เซนติเมตร จึงเลือกมาใช้ในการพิจารณาออกแบบขนาดของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตทั้งหมด

ข. กลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย จึงทำการสร้างวงรีล้อมรอบข้อมูลร้อยละ 90

ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ

จากรูปที่ 4.7 จะได้ว่าวงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย จากนั้นจะทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่อยู่บริเวณใกล้ขอบเส้นวงรีทั้งหมด 10 กรณีมาวิเคราะห์หาความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง และความสูงเก้าอี้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ถ้าหากมีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้แล้วก็จะเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ภายในวงรีด้วย ซึ่งข้อมูลทั้ง 10 กรณีที่นำมาวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ขนาดของความสูงขาพับและความสูงข้อศอกสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย

	กรณี									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ความสูงขาพับ (ซม.)	40.80	39.80	40.30	40.80	41.30	45.80	47.80	46.3	45.8	44.8
ความสูงข้อศอก (ซม.)	18.20	22.20	24.70	25.70	26.20	27.70	22.70	19.20	18.20	17.70

จากตารางที่ 4.8 ได้กลุ่มตัวอย่างจากวงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของความสูงขาพับและความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย เพื่อที่จะนำค่าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 กรณีนี้มาทำการตรวจสอบหาความไม่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้กับความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่มีอยู่

ในการตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความสูงของเก้าอี้กับความสูงขาพับของนิสิตชาย จะใช้ข้อสมการที่ 4.1 และมีผลวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.9

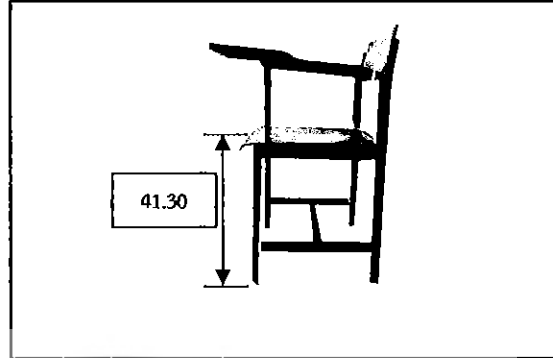
$$(PH+SC) \cos 30^\circ \leq SH \leq (PH+SC) \cos 5^\circ \quad (4.1)$$

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้แต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย

	กรณี									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ความสูงขาพับ (ซม.)	40.80	39.80	40.30	40.80	41.30	45.80	47.80	46.30	45.80	44.80
เหมาะสม (คน)	136	113	119	136	151	84	29	78	84	122
ร้อยละ	69.04	57.36	60.41	69.04	76.65	42.64	14.72	39.59	42.64	61.93
สูงเกินไป (คน)	0	0	0	0	1	113	168	119	113	75
ร้อยละ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	57.36	85.28	60.41	57.36	38.07
เตี้ยเกินไป (คน)	61	84	78	61	45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ร้อยละ	30.96	42.64	39.59	30.96	22.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้กับความสูงขาพับ ในตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าทุกกรณีมีจำนวนความเหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้น จึงเลือกกรณีที่มีค่าร้อยละความเหมาะสมมากที่สุดมาทำการวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตทั้งหมด

จากการคัดกรองกรณีที่มีร้อยละความเหมาะสมมากที่สุด 4 อันดับแรก คือ กรณีที่ 11 กรณีที่ 14 กรณีที่ 15 และกรณีที่ 20 จากการพิจารณาร้อยละความเหมาะสมที่มากที่สุดเป็นความสูงของเก้าอี้ ดังนั้น ความสูงของเก้าอี้ คือ กรณีที่ 15 มีค่าเท่ากับ 41.30 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ความสูงเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย

กรณีทั้ง 4 กรณีนี้จะถูกนำไปพิจารณาต่อ เพื่อหาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ดังนั้น เลือกชุดของข้อมูลจากกรณีทั้ง 4 กรณี จากตารางที่ 4.8 โดยนำความสูงข้อศอกไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบความเหมาะสม

ชุดของข้อมูลความสูงข้อศอกจากกรณีที่คัดกรอง เพื่อหาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ในการตรวจสอบความเหมาะสมของความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งกับความสูงข้อศอก จะใช้สมการที่ 4.2 และมีผลวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.10

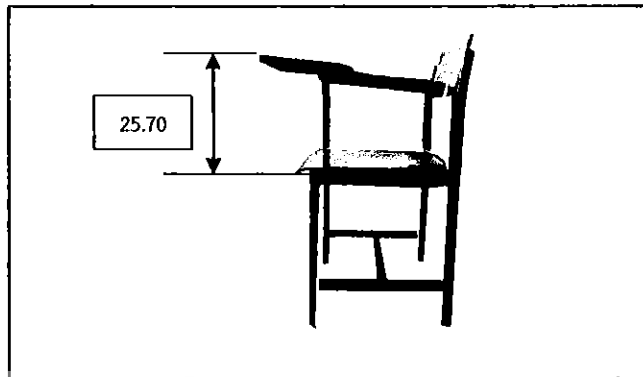
$$EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.1483SHH \quad (4.2)$$

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงข้อศอกเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง แต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย

	กรณี			
	11	14	15	20
ความสูงข้อศอก (ซม.)	18.20	25.70	26.20	17.70
เหมาะสม (คน)	12	143	133	3
ร้อยละ	6.59	72.49	70.77	64.18
สูงเกินไป (คน)	0	29	49	0
ร้อยละ	0.00	14.72	24.87	0.00
เตี้ยเกินไป (คน)	185	20	15	194
ร้อยละ	93.91	10.15	7.61	98.48

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง สำหรับการวิเคราะห์นี้เป็นนิสิตชาย ได้ผลในตาราง ที่ 4.10 ในการเลือกกรณีมาใช้ในการหาขนาดของ

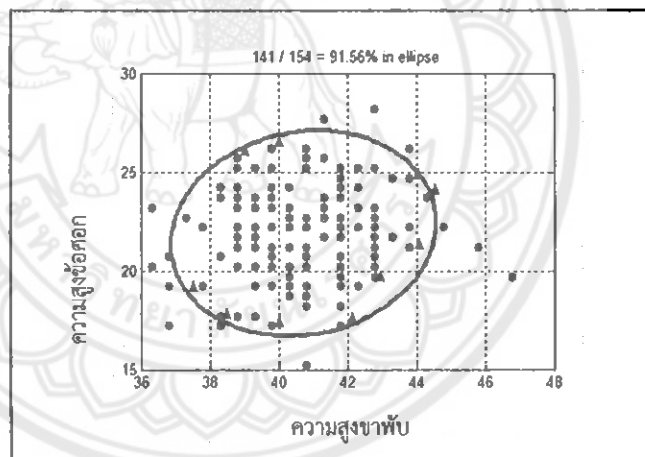
ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง จะเลือกกรณีที่ 14 คือ ความสูงข้อศอก 25.70 เซนติเมตร เนื่องจากว่ากรณีนี้มีร้อยละความเหมาะสมมากที่สุด ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย

ค. กลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง จึงทำการสร้างวงรีล้อมรอบข้อมูลร้อยละ 90

ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตผู้หญิงของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ

จากรูปที่ 4.7 จะได้วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย จากนั้นจะทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่อยู่บริเวณใกล้ขอบเส้นวงรีทั้งหมด 10 กรณีมาวิเคราะห์หาความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง และความสูงเก้าอี้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ถ้าหากมีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้แล้วก็จะเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ภายในวงรีด้วย ซึ่งข้อมูลทั้ง 10 กรณีที่นำมาวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.11



ตารางที่ 4.11 ขนาดของความสูงขาพับและความสูงของข้อศอกสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง

	กรณี									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ความสูงขาพับ (ซม.)	37.30	38.80	39.80	43.80	44.30	43.80	42.80	41.80	39.80	38.30
ความสูงข้อศอก (ซม.)	22.70	25.70	26.20	24.70	23.70	21.20	19.70	17.20	17.20	17.70

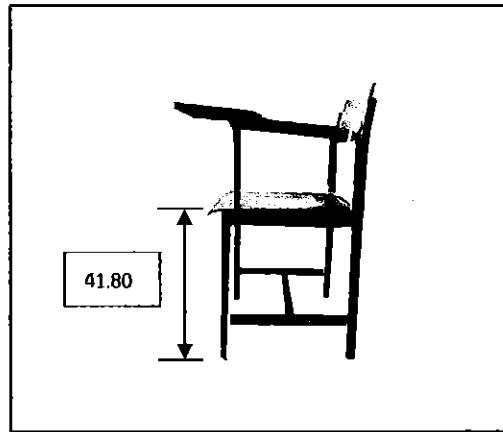
จากตารางที่ 4.11 ได้กลุ่มตัวอย่างจากวงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง เพื่อที่จะนำค่าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 กรณีนี้ มาทำการตรวจสอบหาความไม่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้กับความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่มีอยู่ ในการตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความสูงของเก้าอี้กับความสูงขาพับของนิสิตหญิง จะใช้สมการที่ 4.1 และมีผลวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.12

$$(PH+SC) \cos 30^\circ \leq SH \leq (PH+SC) \cos 5^\circ \quad (4.1)$$

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้แต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง

	กรณี									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ความสูงขาพับ (ซม.)	37.30	38.80	39.80	43.80	44.30	43.80	42.80	41.80	39.80	38.30
เหมาะสม (คน)	93	136	140	30	23	186	59	93	140	120
ร้อยละ	61.18	89.47	92.11	19.74	15.13	19.74	38.82	61.18	92.11	78.95
สูงเกินไป (คน)	0	5	8	122	129	122	93	58	8	2
ร้อยละ	0.00	3.29	5.26	80.26	84.87	80.26	61.18	38.16	5.26	1.32
เคี้ยเกินไป (คน)	59	11	4	0	0	0	0	1	4	30
ร้อยละ	38.82	7.24	2.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	2.63	19.74

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้กับความสูงขาพับ ในตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าทุกกรณีมีจำนวนความเหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้น จึงเลือกกรณีที่มีค่าร้อยละเหมาะสมมากที่สุดมาทำการวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง จากการคัดกรองกรณีที่มีร้อยละเหมาะสมมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ กรณีที่ 12 กรณีที่ 13 กรณีที่ 18 กรณีที่ 19 และกรณีที่ 20 จะพิจารณาจากการหาร้อยละความเหมาะสมที่มากที่สุดเป็นความสูงของเก้าอี้ คือ กรณีที่ 18 มีค่าเท่ากับ 41.80 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ความสูงของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง

กรณีทั้ง 5 กรณีนี้จะถูกนำไปพิจารณาต่อ เพื่อหาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ดังนั้น เลือกชุดของข้อมูลจากกรณีทั้ง 5 กรณี จากตารางที่ 4.11 โดยนำความสูงข้อศอกไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบความเหมาะสม

ชุดของข้อมูลความสูงข้อศอกจากกรณีที่คัดกรอง เพื่อหาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ในการตรวจสอบความเหมาะสมของความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งกับความสูงข้อศอก จะใช้สมการที่ 4.2 และมีผลวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.13

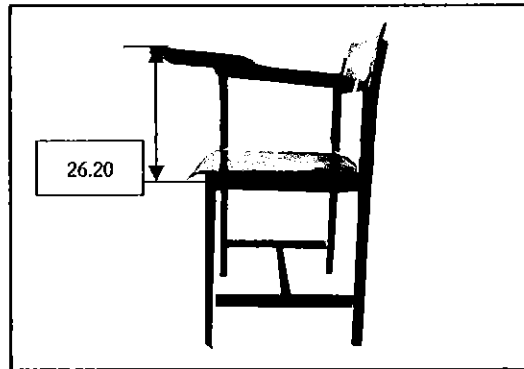
$$EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.1483SHH \quad (4.2)$$

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูงข้อศอกเพื่อหาความเหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง

	กรณี				
	12	13	18	19	20
ความสูงข้อศอก (ซม.)	25.70	26.20	17.20	17.20	17.70
เหมาะสม (คน)	99	91	5	5	8
ร้อยละ	89.47	59.00	3.29	3.29	78.95
สูงเกินไป (คน)	47	59	0	0	0
ร้อยละ	30.92	38.82	0.00	0.00	0.00
เตี้ยเกินไป (คน)	6	2	147	147	144
ร้อยละ	3.95	1.32	96.71	96.71	94.74

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ได้ผลในตารางที่ 4.13 สำหรับการวิเคราะห์นี้เป็นนิสิตหญิง ในการหาขนาดของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ในการเลือกกรณีสำหรับหาความสูงแผ่นรองเขียนให้มีความเหมาะสมสำหรับนิสิตหญิง นั้นจะพิจารณาจากร้อยละความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งกรณีที่ 13 มีความสูงข้อศอก 26.2 เซนติเมตร มีร้อยละ

ละความเหมาะสมมาก ใช้ในการพิจารณาความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของนิสิตหญิง ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง

#### 4.4.2 ผลการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์

โดยการหาตำแหน่งของข้อมูล เพื่อหาค่าที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ 5 เปอร์เซนต์ไทล์ 50 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ซึ่งแสดงรายละเอียดในการวิเคราะห์ขนาดของสัดส่วนร่างกาย ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าของข้อมูลสัดส่วนของร่างกายที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 50 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์

รายการวัด (นั่ง)	ชาย และหญิง			ชาย			หญิง		
	เปอร์เซ็นต์ไทล์ (ชม.)			เปอร์เซ็นต์ไทล์ (ชม.)			เปอร์เซ็นต์ไทล์ (ชม.)		
	5	50	95	5	50	95	5	50	95
ความยาวสะโพก-ขาพับ (ชม.)	43.00	46.00	49.00	44.50	47.00	49.00	42.47	45.00	47.50
ความสูงไหล่ (ชม.)	54.20	58.70	63.20	56.70	60.20	63.70	53.20	56.70	60.81
ความกว้างสะโพก (ชม.)	32.00	35.00	38.00	32.00	35.50	38.00	32.00	35.50	38.30
ความหนาเอว (ชม.)	18.50	21.50	27.50	18.00	21.50	27.00	19.00	22.00	28.68
ความยาวปลายแขนท่อนล่าง (ชม.)	38.00	42.00	46.80	39.50	43.50	47.50	37.27	40.05	43.50
ความยาวแขนท่อนบน (ชม.)	31.00	36.50	41.50	33.40	37.50	42.00	30.00	35.00	39.00

จากตารางที่ 4.14 เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ แล้วผู้จัดทำโครงการได้นำข้อมูลสัดส่วนของร่างกาย ซึ่งได้แก่ ความยาวสะโพกถึงขาพับ ความกว้างสะโพก ความยาวปลายแขนท่อนล่าง ความหนาเอว และความยาวปลายแขนท่อนบน ที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 95 เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 50 เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 95 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของข้อมูลตามลำดับ นำค่าไปใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมดังต่อไปนี้

#### 4.4.2.1 การกำหนดความกว้างของเก้าอี้ที่เหมาะสม

ในการกำหนดความกว้างของเก้าอี้ จะนำค่าของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความกว้างสะโพกขณะนั่ง เพื่อผู้ใช้งานที่มีความกว้างสะโพกน้อยสามารถนั่งได้ โดยคิดเป็นร้อยละ 95 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จึงนำอสมการที่ 4.3 มาตรวจสอบความเหมาะสม เพื่อหาความกว้างของเก้าอี้ แสดงผลของอสมการดังตารางที่ 4.15

$$1.10HW \leq SW \leq 1.30HW \quad (4.3)$$

ตารางที่ 4.15 แสดงผลของอสมการความกว้างเก้าอี้ โดยใช้ความกว้างสะโพกที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

เพศ	ความกว้างสะโพก (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)
ชาย และหญิง	38.00	$1.1(38.00) \leq SW \leq 1.3(38.00)$	41.80 – 49.40
ชาย	38.00	$1.1(38.00) \leq SW \leq 1.3(38.00)$	41.80 – 49.40
หญิง	38.30	$1.1(38.30) \leq SW \leq 1.3(38.30)$	41.13 – 49.79

จากการตรวจสอบความเหมาะสมความกว้างของสะโพก เพื่อหาความกว้างของเก้าอี้ให้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 4.15 จากความกว้างของสะโพก 38.00 เซนติเมตร ซึ่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีค่ามาก จึงทำการเลือกค่าขอบล่างของอสมการ เนื่องจากอสมการนี้มีการคูณค่าความเพื่อร้อยละ 110 ดังนั้น ความกว้างของเก้าอี้ที่มีการแนะนำควรกว้าง 41.80 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ความกว้างของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตทั้งหมด

#### 4.4.2.2 การกำหนดความลึกของเก้าอี้

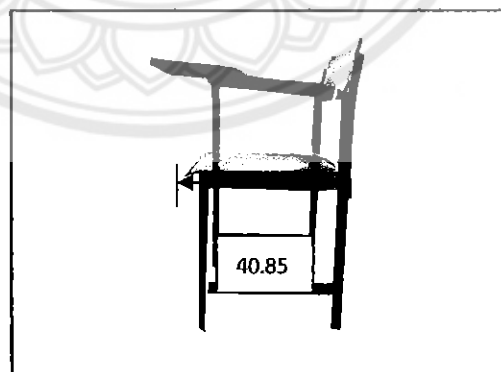
ในการกำหนดความลึกของเก้าอี้ จะนำค่าของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของความยาวสะโพกถึงขาพับ มาตรวจสอบความเหมาะสมโดยใช้สมการที่ 4.4 เพื่อหาความลึกของเก้าอี้ แสดงผลของสมการ ดังตารางที่ 4.16

$$0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL \quad (4.4)$$

ตารางที่ 4.16 แสดงผลของสมการความลึกเก้าอี้ โดยใช้ความยาวสะโพกถึงขาพับ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5

เพศ	ความยาวสะโพกถึงขาพับ (ซม.)	สมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)
ชาย และหญิง	43.00	$0.80(43.00) \leq SD \leq 0.95(43.00)$	34.40 - 40.85
ชาย	44.50	$0.80(44.50) \leq SD \leq 0.95(44.50)$	35.60 - 42.27
หญิง	42.00	$0.80(42.00) \leq SD \leq 0.95(42.00)$	33.97 - 40.34

จากการตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างความยาวสะโพกถึงขาพับ กับความลึกของเก้าอี้ แสดงผลในตารางที่ 4.16 จากค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ความยาวสะโพกถึงขาพับ 43.00 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าน้อยจึงเลือกพิจารณาค่าความเหมาะสมของขอบบนของสมการ เนื่องจากสมการได้มีการคิดค่าความเผื่อไว้ที่ร้อยละ 95 สำหรับผู้ใช้งานที่ความยาวสะโพกถึงขาพับมาก ดังนั้น ความลึกของเก้าอี้ที่แนะนำควรมีความลึก 40.85 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ความลึกของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตทั้งหมด

#### 4.4.2.3 การกำหนดความสูงของพนักพิง

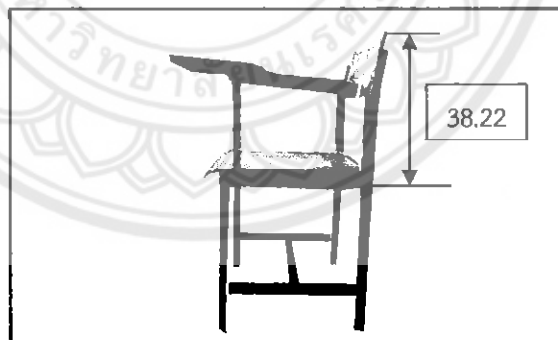
ในการกำหนดความสูงพนักพิง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานมากที่สุด จะนำค่าของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความสูงไหล่ขณะนั่ง โดยใช้อสมการที่ 4.4 มาตรวจสอบ เพื่อหาความสูงของพนักพิง แสดงผลของอสมการ ดังแสดงในตารางที่ 4.17

$$0.60SHH \leq UEB \leq 0.80SHH \quad (4.5)$$

ตารางที่ 4.17 แสดงผลของอสมการความสูงพนักพิง โดยใช้ความสูงไหล่ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

เพศ	ความสูงของไหล่ (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)
ชาย และหญิง	63.20	$0.6(63.20) \leq UEB \leq 0.85(63.20)$	38.22 - 54.14
ชาย	63.70	$0.6(63.70) \leq UEB \leq 0.85(63.70)$	37.92 - 53.72
หญิง	60.81	$0.6(60.81) \leq UEB \leq 0.85(60.81)$	36.48 - 51.68

จากการตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างความสูงไหล่ กับความสูงพนักพิง แสดงผลในตารางที่ 4.17 จากความสูงไหล่ขณะนั่ง 63.20 เซนติเมตร ซึ่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีค่ามากจึงเลือกพิจารณาค่าความเหมาะสมของขอบล่างอสมการ เนื่องจากขอบล่างอสมการมีการคิดค่าความเผื่อที่ร้อยละ 60 ดังนั้น ความสูงของพนักพิงที่แนะนำควรมีความสูง 38.22 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ความสูงของพนักพิงที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายนิสิตทั้งหมด

#### 4.4.2.4 การหาความยาวของแผ่นรองเขียน

ทำการวิเคราะห์จากการนั่งเขียนของผู้ใช้งาน พบว่า เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันมีลักษณะของแผ่นรองเขียนอยู่ด้านหน้า ในการเหยียดแขนไปทางด้านหน้า จึงทำให้เกิดมุมงอที่หัวไหล่ คือ 25 องศา ในระหว่างการนั่งเขียน ดังนั้น ในการออกแบบความยาวของแผ่นรองเขียนให้มีขนาดที่เหมาะสม กับสัดส่วนร่างกายของนิสิต จะใช้ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของความยาวหัวไหล่

ถึงข้อศอก และของความยาวจากข้อศอกถึงปลายนิ้ว ในการพิจารณาสามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 4.6

$$DL = UA (\sin 25^\circ) + FA \quad (4.6)$$

เมื่อ UA = ความยาวหัวไหล่ถึงข้อศอก

FA = ความยาวจากข้อศอกถึงปลายนิ้ว

DL = ความยาวของแผ่นรองเขียน

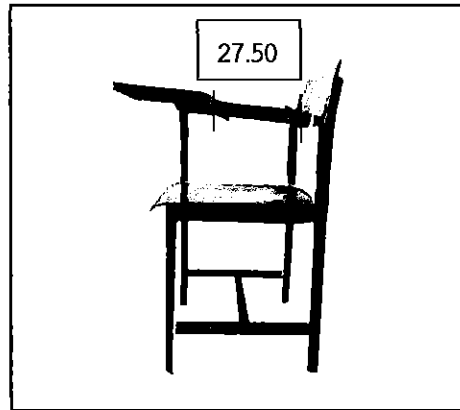
แทนค่าในสมการที่ 4.6 ซึ่งความยาวหัวไหล่ถึงข้อศอก และความยาวจากข้อศอกถึงปลายนิ้ว ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 มีค่า 36.00 เซนติเมตร และ 42.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังนั้น ความยาวของแผ่นรองเขียนที่แนะนำมีความเหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายนิสิต คือ 57.00 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ความยาวแผ่นรองเขียนที่แนะนำ

#### 4.4.2.5 การหาระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง

การหาระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง ควรพิจารณาจากความหนาเอวเนื่องจากขณะนั่งเอวเป็นส่วนที่หนาที่สุดของร่างกายสำหรับนิสิตชาย บริเวณอกจะเป็นส่วนที่หนาที่สุดของนิสิตหญิงส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากระดับของแผ่นรองเขียน ซึ่งจะอยู่ใกล้กับบริเวณเอวจนถึงใต้ราวนม ดังนั้น ความหนาเอว จึงถูกนำมากำหนดระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง เพื่อให้การเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างสะดวกสบาย โดยจะยึดหลักที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความหนาเอวจากกลุ่มตัวอย่างมาใช้ในการกำหนดขนาดให้มีความเหมาะสม ซึ่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความหนาเอวนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ คือ 27.5 เซนติเมตร ดังนั้น ระยะห่างระหว่างของแผ่นรองเขียนกับพนักพิงที่แนะนำ ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิงที่แนะนำ

#### 4.5 ผลจากการหาขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิต

จากการหาขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ได้ขนาดของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ แบ่งเป็นนิสิตทั้งหมด นิสิตชาย และนิสิตหญิง ดังแสดงในตารางที่ 4.18 ตารางที่ 4.19 และตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.18 ขนาดของเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับนิสิตทั้งหมด

ลักษณะของเก้าอี้	แบบแนะนำ		
	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	ความเหมาะสม	ร้อยละ
ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง	26.20	224	64.18
ความสูงของเก้าอี้	41.30	260	74.50
ความกว้างของเก้าอี้	41.80	256	73.35
ความลึกของเก้าอี้	40.00	289	82.81
ความสูงของพนักพิง	38.00	322	92.26
ความยาวของแผ่นรองเขียน	57.00	-	-
ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง	27.00	-	-



ตารางที่ 4.19 ขนาดของแก้อี้ที่มีความเหมาะสมกับนิสิตชาย

ลักษณะของแก้อี้	แบบแนะนำ		
	ขนาดของแก้อี้ (ซม.)	ความเหมาะสม (คน)	ร้อยละ
ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง	25.70	148	75.13
ความสูงของแก้อี้	41.30	151	76.65
ความกว้างของแก้อี้	41.80	145	73.60
ความลึกของแก้อี้	42.28	195	98.98
ความสูงของพนักพิง	37.92	186	94.41
ความยาวของแผ่นรองเขียน	59.34	-	-
ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง	28.20	-	-

ตารางที่ 4.20 ขนาดของแก้อี้ที่มีความเหมาะสมกับนิสิตหญิง

ลักษณะของแก้อี้	แบบแนะนำ		
	ขนาดของแก้อี้ (ซม.)	ความเหมาะสม (คน)	ร้อยละ
ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง	26.20	99	65.13
ความสูงของแก้อี้	39.80	140	92.11
ความกว้างของแก้อี้	42.13	111	73.02
ความลึกของแก้อี้	40.34	145	95.39
ความสูงของพนักพิง	36.48	146	96.05
ความยาวของแผ่นรองเขียน	55.29	-	-
ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง	25.23	-	-

#### 4.6 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

เปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนแบบที่ใช้ในการวัด และแบบที่ใช้ในปัจจุบันกับแบบแนะนำ พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับจำนวนนิสิตทั้งหมด นิสิตชาย และนิสิตหญิง แสดงดังตารางที่ 4.21 ตารางที่ 4.22 และตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.21 ขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่แนะนำและร้อยละความเหมาะสมของนิสิตทั้งหมด

ลักษณะของเก้าอี้	แบบที่ใช้ในการวัด (เก้าอี้ไม้)		แบบที่ใช้ปัจจุบัน		แบบแนะนำ	
	ขนาด ของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่ เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาด ของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่ เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาด ของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่ เหมาะสม (ร้อยละ)
ความสูงแผ่นรองเขียนจาก พื้นที่นั่ง	28.00	148 (42.41)	31.00	26 (7.45)	26.20	224 (64.18)
ความสูงของเก้าอี้	45.00	3 (0.86)	42.00	269 (77.07)	41.30	260 (74.50)
ความกว้างของเก้าอี้	38.50	157 (44.99)	42.00	256 (73.35)	41.80	256 (73.35)
ความลึกของเก้าอี้	44.00	132 (37.82)	44.00	132 (37.82)	40.00	289 (82.81)
ความสูงของพนักพิง	35.00	172 (49.28)	35.00	172 (49.28)	38.00	322 (92.26)
ความยาวของแผ่นรอง เขียน	55.00	-	50.00	-	57.00	-
ระยะห่างระหว่างแผ่นรอง เขียนกับพนักพิง	32.00	-	33.00	-	27.50	-

วิเคราะห์ผล ในตารางที่ 4.21 ซึ่งเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนสำหรับนิสิตทั้งหมด โดยมีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีขนาด 31.00 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 7.45 ถ้าความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งสูงเกินไปจะทำให้ข้อศอกต้องยกสูงขึ้น ความสูงไหล่ก็จะสูงตามไปด้วย ส่งผลให้เกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อบริเวณต้นแขน และหัวไหล่ ถ้าแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งต่ำเกินไปจะทำให้การนั่งเขียนหรือการอ่านจำเป็นต้องก้มคอ และโค้งลำตัวทำให้เกิดความเมื่อยล้า เมื่อทำการหาความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง โดยใช้วงรีความคลาดเคลื่อนที่ร้อยละ 90 ทำให้เห็นการกระจายตัวของข้อมูล และมีความคลอบคลุมกับกลุ่มตัวอย่าง และได้ขนาดความสูงของเก้าอี้เท่ากับ 26.20 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็น 64.18

ความสูงของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีขนาด 42.00 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความสูงของเก้าอี้ จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 77.07 ในการหาขนาดความสูงของเก้าอี้ไม่ควรจะเกินความสูงขาพับขณะนั่ง เมื่อทำการหาความสูงของเก้าอี้ โดยใช้วงรีความคลาดเคลื่อนที่ร้อยละ 90 ทำให้เห็นการกระจายตัวของข้อมูล และมีความคลอบคลุมกับกลุ่มตัวอย่าง และได้ขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งเท่ากับ 41.30 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความสูงของเก้าอี้ จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 74.50 ซึ่งมีร้อยละความเหมาะสมใกล้เคียงกับความสูงของเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากความสูงของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันกับความสูงของเก้าอี้แบบแนะนำมีขนาดใกล้เคียงกัน

ความกว้างของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีขนาด 42.00 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความกว้างของเก้าอี้ จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 73.35 ถ้าความกว้างของเก้าอี้แคบเกินไปจะทำให้เกิดอาการกดทับบริเวณต้นขา และถ้าความกว้างของเก้าอี้กว้างเกินไปทำให้เบียดพื้นที่ และต้นทุนในการผลิตสูง เมื่อทำการหาขนาดความกว้างของเก้าอี้โดยใช้หลักการเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ได้ขนาดความกว้างของเก้าอี้เท่ากับ 41.80 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความกว้างของเก้าอี้ จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 73.35 ซึ่งมีร้อยละความเหมาะสมใกล้เคียงกับความกว้างของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากความกว้างของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันกับความกว้างของเก้าอี้แบบแนะนำมีขนาดใกล้เคียงกัน

ความลึกของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีขนาด 44.00 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความลึกของเก้าอี้ จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 37.82 ถ้าเก้าอี้ตื้นเกินไปจะทำให้เกิดอาการกดทับบริเวณต้นขาด้านล่าง และถ้าเก้าอี้ลึกเกินไปจะทำให้เกิดอาการปวดหลังที่บริเวณหลังส่วนล่างเพราะหลังไม่สามารถพิงกับพนักพิงได้ เมื่อทำการหาขนาดความลึกของเก้าอี้โดยใช้หลักการเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ได้ขนาดความลึกของเก้าอี้เท่ากับ 40.00 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความลึกของเก้าอี้ จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็น 82.81

ความสูงของพนักพิงที่ใช้ในปัจจุบันมีขนาด 35.00 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความสูงของพนักพิง จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 49.28 เซนติเมตร ถ้าความสูงของพนักพิงต่ำเกินไปจะทำให้เกิดอาการปวดหลัง และถ้าความสูงของพนักพิงสูงเกินไปจะทำให้การเคลื่อนไหวลำตัว และแขนไม่สะดวกสบาย เมื่อทำการหาขนาดความสูงของพนักพิงโดยใช้หลักการเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ได้ขนาดความสูงของพนักพิงเท่ากับ 38.00 เซนติเมตร เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมขนาดความสูงของพนักพิง จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 349 คน พบว่า มีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็น 92.26

ความยาวของแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันมีขนาด 50.00 เซนติเมตร โครงการนี้ได้ทำการหาความยาวของแผ่นรองเขียน ซึ่งขนาดที่แนะนำ คือ 57.00 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับผนังที่ใช้ในปัจจุบันมีขนาด 33.00 เซนติเมตร โครงการนี้ ได้ทำการหาระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับผนัง ซึ่งขนาดที่แนะนำ คือ 27.50 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.22 ขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่แนะนำและร้อยละความเหมาะสมของนิสิตชาย

ลักษณะของเก้าอี้	แบบที่ใช้ในการวัดเก้าอี้ไม้ (เก้าอี้ไม้)		แบบที่ใช้ปัจจุบัน		แบบแนะนำ	
	ขนาด ของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่ เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาด ของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่ เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาด ของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่ เหมาะสม (ร้อยละ)
ความสูงแผ่นรองเขียนจาก พื้นที่นั่ง	28.00	94 (47.47)	31.00	23 (11.61)	25.70	148 (75.13)
ความสูงของเก้าอี้	45.00	122 (61.61)	42.00	150 (75.75)	41.30	151 (76.65)
ความกว้างของเก้าอี้	38.50	86 (43.44)	42.00	145 (73.60)	41.80	145 (73.60)
ความลึกของเก้าอี้	44.00	139 (70.20)	44.00	139 (70.20)	42.28	195 (98.98)
ความสูงของผนังพิง	35.00	44 (22.23)	35.00	44 (22.23)	37.92	186 (94.41)
ความยาวของแผ่นรอง เขียน	55.00	-	50.00	-	59.34	-
ระยะห่างระหว่างแผ่นรอง เขียนกับผนังพิง	32.00	-	33.00	-	28.20	-

ร้อยละความเหมาะสมสำหรับนิสิตชาย ในตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ ดังนี้ ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 11.61 พบว่า ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นเป็นร้อยละ 75.13

ความสูงของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 75.75 พบว่า ความสูงของเก้าอี้ที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสม 76.65 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากความสูงของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันและความสูงของเก้าอี้แบบแนะนำมีขนาดใกล้เคียงกัน

ความกว้างของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 73.60 พบว่า ความกว้างของเก้าอี้ที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสมเท่ากัน

ความลึกของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 70.20 พบว่า ความลึกของเก้าอี้ที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 98.98

ความสูงของผนังพิงที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 22.23 พบว่า ความสูงของผนังพิงที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 94.41

ตารางที่ 4.23 ขนาดของแก้อี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่แนะนำและร้อยละความเหมาะสมของนิสิตหญิง

ลักษณะของแก้อี้	แบบที่ใช้ในการวัดแก้อี้ไม้		แบบที่ใช้ปัจจุบัน		แบบแนะนำ	
	ขนาดของแก้อี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาดของแก้อี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม	ขนาดของแก้อี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)
ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง	28.00	54 (35.76)	31.00	3 (1.98)	25.70	99 (65.13)
ความสูงของแก้อี้	45.00	11 (7.28)	42.00	93 (61.58)	39.80	140 (92.11)
ความกว้างของแก้อี้	38.50	71 (47.01)	42.00	111 (73.50)	42.13	111 (73.50)
ความลึกของแก้อี้	44.00	25 (16.44)	44.00	25 (16.44)	40.34	145 (95.39)
ความสูงของพนักพิง	35.00	125 (82.23)	35.00	125 (82.23)	36.48	146 (96.05)
ความยาวของแผ่นรองเขียน	55.00	-	50.00	-	55.29	-
ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง	32.00	-	33.00	-	25.23	-

ร้อยละความเหมาะสมสำหรับนิสิตหญิง ในตารางที่ 4.30 ผลการวิเคราะห์ ดังนี้ ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 1.98 พบว่า ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นเป็นร้อยละ 65.13

ความสูงของแก้อี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 61.58 พบว่า ความสูงของแก้อี้ที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสม 92.11 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากความสูงของแก้อี้ที่ใช้ในปัจจุบันและความสูงของแก้อี้แบบแนะนำมีขนาดใกล้เคียงกัน

ความกว้างของแก้อี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 73.50 พบว่า ความกว้างของแก้อี้ที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสมเท่ากัน

ความลึกของแก้อี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 16.44 พบว่า ความลึกของแก้อี้ที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 95.39

ความสูงของพนักพิงที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพียงร้อยละ 82.23 พบว่า ความสูงของพนักพิงที่แนะนำมีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 96.05

## บทที่ 5

### สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินโครงการ การกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งาน สามารถสรุปผลการดำเนินโครงการ และข้อเสนอแนะ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับสัดส่วนของร่างกายโดยใช้สมการในการตรวจสอบ พบว่า ขนาดของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันยังไม่มี ความเหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จึงทำการแนะนำขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของนิสิต พร้อมทั้งมีการแนะนำหลักเกณฑ์การกำหนดขนาดความยาวแผ่นรองเขียน และระยะห่างของแผ่นรองเขียนกับพนักพิง ดังแสดงตารางที่ 5.1 ตารางที่ 5.2 และตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.1 ขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันและขนาดแนะนำ สำหรับนิสิตทั้งหมด

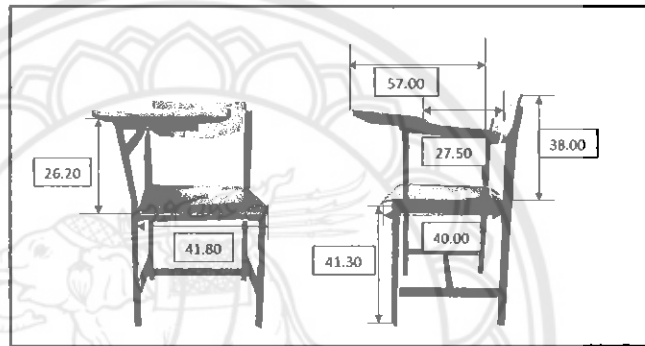
ลักษณะของเก้าอี้	แบบที่ใช้ในการวัดเก้าอี้ไม้		แบบที่ใช้ปัจจุบัน		แบบแนะนำ	
	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)
ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง	28.00	148 (42.41)	31.00	26 (7.45)	26.20	224 (64.18)
ความสูงของเก้าอี้	45.00	3 (0.86)	42.00	269 (77.07)	41.30	260 (74.50)
ความกว้างของเก้าอี้	38.5	157 (44.99)	42.00	256 (73.35)	41.80	256 (73.35)
ความลึกของเก้าอี้	44.00	132 (37.82)	44.00	132 (37.82)	40.00	289 (82.81)
ความสูงของพนักพิง	35.00	172 (49.28)	35.00	172 (49.28)	38.00	322 (92.26)
ความยาวของแผ่นรองเขียน	55.00	-	50.00	-	57.00	-
ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง	32.00	-	33.00	-	27.00	-

จากตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่า ขนาดของเก้าอี้ที่แนะนำสำหรับนิสิตทั้งหมด พบว่าขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้น ดังนี้

ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 7.45 จากการศึกษาหาขนาดความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ได้แนะนำขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 64.18

ความลึกของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 37.82 จากการศึกษาหาขนาดความลึกของเก้าอี้ ได้แนะนำขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน ความลึกของเก้าอี้มีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 82.81

ความสูงของพนักพิงที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 49.28 จากการศึกษาหาขนาดความสูงของพนักพิง ได้แนะนำขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน ความสูงของพนักพิงมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 92.26 ขนาดเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของนิสิตทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตทั้งหมด

ตารางที่ 5.2 ขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันและขนาดแนะนำสำหรับนิสิตชาย

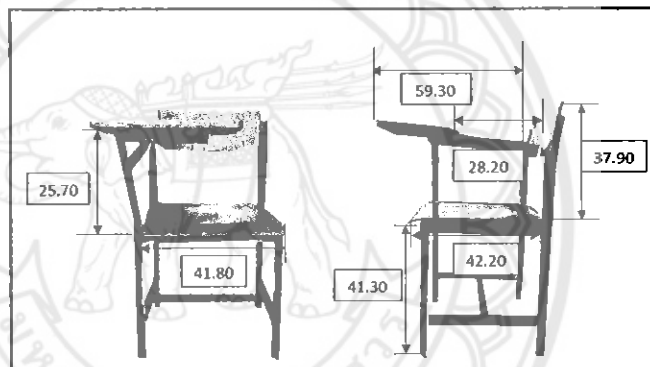
ลักษณะของเก้าอี้	แบบที่ใช้ในการวัดเก้าอี้ไม้		แบบที่ใช้ปัจจุบัน		แบบแนะนำ	
	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)
ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง	28.00	94 (47.47)	31.00	23 (11.61)	25.70	148 (75.13)
ความสูงของเก้าอี้	45.00	122 (61.61)	42.00	150 (75.75)	41.30	151 (76.65)
ความกว้างของเก้าอี้	38.50	86 (43.44)	42.00	145 (73.60)	41.80	145 (73.60)
ความลึกของเก้าอี้	44.00	139 (70.20)	44.00	139 (70.20)	42.28	195 (98.98)
ความสูงของพนักพิง	35.00	44 (22.23)	35.00	44 (22.23)	37.92	186 (94.41)
ความยาวของแผ่นรองเขียน	55.00	-	50.00	-	59.34	-
ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง	32.00	-	33.00	-	28.20	-

จากตารางที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่า ขนาดของเก้าอี้ที่แนะนำสำหรับนิสิตทั้งหมด พบว่า ขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้น ดังนี้

ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 47.47 จากการศึกษาหาขนาดความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ได้แนะนำขนาดที่เหมาะสมกับ สัดส่วนผู้ใช้งาน ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 75.13

ความลึกของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 70.20 จากการศึกษาหา ขนาดความลึกของเก้าอี้ ได้แนะนำขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน ความลึกของเก้าอี้มีร้อยละ ความเหมาะสมร้อยละ 98.98

ความสูงของพนักพิงที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 22.23 จากการศึกษา หาขนาดความสูงของพนักพิง ได้แนะนำขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน ความสูงของพนักพิงมี ร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 94.41 ขนาดเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของนิสิตชาย แสดงดัง รูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 ขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกาย สำหรับนิสิตชาย



ตารางที่ 5.3 ขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันและขนาดแนะนำ สำหรับนิสิตหญิง

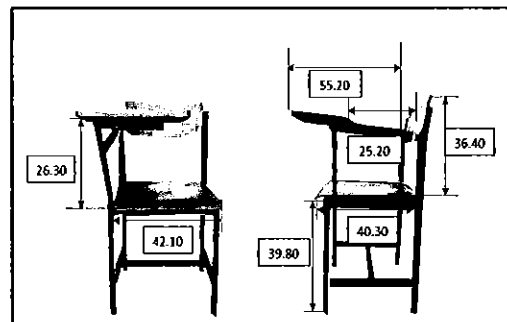
ลักษณะของเก้าอี้	แบบที่ใช้ในการวัดเก้าอี้ไม้		แบบที่ใช้ปัจจุบัน		แบบแนะนำ	
	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)	ขนาดของเก้าอี้ (ซม.)	จำนวนคนที่เหมาะสม (ร้อยละ)
ความสูงแผ่นรองเขียน	28.00	54 (35.76)	31.00	3 (1.98)	25.70	99 (65.13)
ความสูงของเก้าอี้	45.00	11 (7.28)	42.00	93 (61.58)	39.80	140 (92.11)
ความกว้างของเก้าอี้	38.50	71 (47.01)	42.00	111 (73.50)	42.13	111 (73.50)
ความลึกของเก้าอี้	44.00	25 (16.44)	44.00	25 (16.44)	40.34	145 (95.39)
ความสูงของพนักพิง	35.00	125 (82.23)	35.00	125 (82.23)	36.48	146 (96.05)
ความยาวของแผ่นรองเขียน	55.00	-	50.00	-	55.29	-
ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง	32.00	-	33.00	-	25.23	-

จากตารางที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่า ขนาดของเก้าอี้ที่แนะนำสำหรับนิสิตทั้งหมด พบว่าขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้น ดังนี้

ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 35.76 จากการศึกษาหาขนาดความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ได้แนะนำขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน ความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 65.13

ความสูงของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 61.58 จากการศึกษาหาขนาดความสูงของเก้าอี้ ได้แนะนำขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน ความสูงของเก้าอี้มีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 92.11

ความลึกของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 16.44 จากการศึกษาหาขนาดความลึกของเก้าอี้ ได้แนะนำขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน ความลึกของเก้าอี้มีร้อยละความเหมาะสมร้อยละ 95.39 ขนาดเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของนิสิตหญิง แสดงดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 ขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกาย สำหรับนิสิตหญิง

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรปรับปรุงขนาดของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากในการนั่งเก้าอี้ที่มีขนาดไม่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกาย ทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า และส่งผลต่อการเรียน

5.2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบเป็นข้อมูลของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังนั้น ขนาดเก้าอี้ที่ได้จึงเหมาะสมเฉพาะกับนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถ้าหากต้องการขนาดที่เหมาะสมกับนิสิตทั่วประเทศ ควรจะใช้ข้อมูลที่มาจากกลุ่มตัวอย่างมากกว่าและกว้างกว่านี้

5.2.3 เก้าอี้ที่ใช้อยู่ปัจจุบันมีพนักพิงที่เอียงทำให้ลักษณะการนั่งหลังไม่ตรง ซึ่งไม่ถูกต้องหลักการยศาสตร์ และพื้นที่นั่งมีลักษณะโค้งงอทำให้กระดูกสันหลังส่วนล่างเกิดลักษณะโค้งเป็นรูปตัวซี ทำให้เกิดความเมื่อยล้า



## เอกสารอ้างอิง

กานต์ สี่พัฒนายิ่งยง. (2556). สถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics). ภาควิชาวิศวกรรม  
อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชัชวาล เรื่องประพันธ์. (2543). สถิติพื้นฐาน พร้อมตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม  
MINITAB SPSS และ SAS. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา. (2545). การออกแบบการทดลองและวิเคราะห์การทดลอง  
กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด

พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี. ณ. จ. (2555). การออกแบบโต๊ะเรียนให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์  
เพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ. การประชุมวิชาการช่างงาน วิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี  
พ.ศ.2555

มนัส สังวรศิลป์. (2543). คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส

สุทธิ ศรีบุรพา (2540). เออร์گونอมิกส์ : วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น

สายชล สีนสมบูรณ์ทอง. (2551). สถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics). ภาควิชาสถิติ  
ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

ส่องศรี ทิพย์รัตน์. (2539). หลักสถิติ. คณาจารย์ในภาควิชาสถิติ คณะมนุษยศาสตร์และการ  
บัญชี จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

Castellucci, H.I., Arezer. P.M., Molenbroek. J.F.M. (2014). Applying different eqations  
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. Munasinghe, 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

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

เครื่องมือวัดสวนสูงร่างกาย. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 ตุลาคม 2558, จาก

[http://www.intereducation.co.th/products\\_en\\_a.php?d\\_group=2](http://www.intereducation.co.th/products_en_a.php?d_group=2)

ตารางท่าไร่ ยามาเน. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2558, จาก

<http://www.watpon.com/table/yamane.pdf>

รูปเครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกาย. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 ตุลาคม 2558

<http://www.holtain.com/anth.php>



## ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นางสาวจิตรา กล้าโพธิ์  
ภูมิลำเนา 169/1 หมู่ 3 ต.เขาเจ็ดยอด อ.ทับคล้อ  
จ.พิจิตร

### ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเขาทรายทับคล้อ  
พิจิตร จ.พิจิตร

- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4  
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : Jitraklmposri@gmail.com



ชื่อ นางสาวนิตารัตน์ ปูอิรัตน์  
ภูมิลำเนา 121/5 หมู่ 5 ต.เหนือ อ.บ้านม่วง  
จ.สกลนคร

### ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบ้านม่วง  
พิทยาคม จ.สกลนคร

- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4  
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : nisarut.poo@gmail.com