การกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้สำนักงานโดยใช้หลักการจัดกลุ่ม K-MEANS

OFFICE FURNITURE SIZE DETERMINATION USING K-MEANS CLUSTERING TECHNIQUES

นางสาวนาตยา สุภาผล รหัส 573612289

นางสาวอัจฉรียา โสมา รหัส 573617911

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2560

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้สำนักงานโดยใช้หลักการจัดกลุ่ม K-MEANS

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวนาตยา สุภาผล รหัส 57361289

นางสาวอัจฉรียา โสมา รหัส 57361791

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2560

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โพธิ์งาม สมกุล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุ บูรณจารุกร)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้สำนักงานโดยใช้หลักการจัดกลุ่ม K-MEANS
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวนาตยา สุภาผล รหัส 57361289
	นางสาวอัจฉรียา โสมา รหัส 57361791
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของโครงงานนี้ คือ การกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของประชากรไทยวัยทำงาน เนื่องจากมิติขนาดความสูงของโต๊ะ (SDH) และความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็นด้านที่มีความสำคัญมากที่สุด ดังนั้น มิติขนาดทั้งสอง จึงได้รับการตรวจสอบอย่างละเอียด ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่มีเก้าอี้ที่ปรับระดับได้สูงถึง 12 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสมเพียง 27.77 เท่านั้น ดังนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องปรับเปลี่ยนขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ถูกนำมาใช้ในการกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่ดีที่สุดหนึ่งขนาด ขนาดที่แนะนำที่ดีที่สุดจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของความสูงของขาพับด้านใน (PH) ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (SHS) มีร้อยละความเหมาะสมเท่ากับ 58.58 และเมื่อเปลี่ยนให้เก้าอี้เป็นเก้าอี้ที่ปรับระดับ 6 เซนติเมตร ร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็น 80.05 จากผลการทดลองเมื่อมีขนาดโต๊ะและเก้าอี้มากกว่าหนึ่งขนาด ร้อยละความเหมาะสมจะเพิ่มขึ้น

วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means ให้ร้อยละความเหมาะสมรวมสูงกว่าวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ในการจัดกลุ่มเป็น 2 และ 3 ขนาด นอกจากนี้ เก้าอี้ที่ปรับได้ช่วยทำให้ในการมีขนาดมากกว่าหนึ่งขนาดมีร้อยละที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งในการจัดกลุ่มแบบ K-means สำหรับขนาดโต๊ะและเก้าอี้ 2 ขนาด และเก้าอี้ปรับระดับได้ 6 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสม เท่ากับ 96.73 และสำหรับขนาดโต๊ะและเก้าอี้ 3 ขนาด และเก้าอี้ปรับระดับได้ 6 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสมเท่ากับ 98.37 จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า ร้อยละความเหมาะสมรวมของ 2 ขนาด และ 3 ขนาด มีความแตกต่างกันเพียง ร้อยละ 1.64 ดังนั้น โครงงานนี้จึงขอแนะนำโต๊ะและเก้าอี้ปรับขนาดได้หนึ่งขนาด โดยที่โต๊ะปรับได้ 2 ระดับ และเก้าอี้ปรับช่วงได้ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีร้อยละความเหมาะสมที่ดีที่สุดเท่ากับร้อยละ 98.60

Project title	OFFICE FURNITURE SIZE DETERMINATION USING K-MEANS CLUSTERING TECHNIQUES
Name	Miss Nattaya Suphaphol ID. 57361289
	Miss Atchareeya Soma ID. 57361791
Project advisor	Sutanit Puttapanom, Ph.D.
Major	Industrial Engineering
Department	Industrial Engineering
Academic year	2017

.....

Abstract

The primary purpose of this project is to identify what are the best dimensions of office desks and chairs for Thai office workers. Since Desk height (DH) and Seat height (SH) are the most importance dimensions, thus these two dimensions are mainly used in this study. The percentiles technique was used to define a new best one-size office desk and chair. The best suggested dimensions from the 50th percentiles of Popliteal heights (PH), Elbow sitting heights (ESH) and Shoulder sitting heights (SSH) and yield 58.58% of match. The currently used desk and 12-centimetter adjustable chair have only 27.77% of match. The best one-size desk and 6-centimetter adjustable chair increase to 80.05% of match. Obviously, when there are more than one size of desks and chairs, the percentages of match are increased.

The K-mean clustering technique shows better results than percentile technique in clustering samples into 2 and 3 groups. Moreover, adjustable chairs help to improve percentages of match. The K-mean's percentages of match are 96.73 for two-size desks and 6-centimetter adjustable chairs and 98.37 for three-size desks and 6-centimetter adjustable chairs. As shown, two-size's and three-size's percentages of match are only 1.64 different. Therefore, the one-size adjustable desk and chair is recommended and the 2-level desk and 10-centimater adjustable chair yields the best percentage of match which is 98.60.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนความดูแลเอาใจใส่กับโครงงานของผู้ดำเนินโครงงานด้วยดี และขอขอบคุณคณะกรรมการปริญญานิพนธ์ อันประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โพธิ์งาม สมกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุ บูรณจารุกร ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ผู้ดำเนินโครงงานใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ซึ่งให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในทุกๆ ด้าน แก่ผู้ดำเนินโครงงานเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ผู้ดำเนินโครงงาน
นางสาวนาตยา สุภาผล
นางสาวอัจฉรียา โสมา
พฤษภาคม 2561

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract).....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญรูป.....ฎ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....2
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ.....2
1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน.....2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน.....3
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน.....3
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน.....4

บทที่ 2 หลักการ และทฤษฎี.....5
2.1 ความรู้เกี่ยวกับการยศาสตร์.....5
2.1.1 ทฤษฎีการนั่ง.....5
2.1.2 หลักการยศาสตร์ของเก้าอี้.....5
2.1.3 หลักการยศาสตร์ของโต๊ะทำงาน.....5
2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....6
2.2.1 การสำรวจตัวอย่าง.....6
2.2.2 การวัด.....6
2.3 การสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling).....6
2.3.1 ศัพท์ของการสุ่มตัวอย่าง.....6
2.3.2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง.....7

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 วิธีการสุ่มตัวอย่าง.....9
2.4.1 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น.....9
2.4.2 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น.....9
2.5 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล.....9
2.5.1 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความสูงของโต๊ะ.....9
2.5.2 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความกว้างของเก้าอี้.....9
2.5.3 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความลึกของเก้าอี้.....10
2.5.4 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความสูงของเก้าอี้.....10
2.6 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile).....10
2.7 การจัดกลุ่มแบบ K-mean (K-mean Clustering).....11
2.8 วิธีการศึกษาและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....12
2.8.1 งานวิจัยต่างประเทศ.....12
2.8.1 งานวิจัยในประเทศไทย.....12
2.9 โปรแกรม Minitab.....13

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....14
3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....16
3.2 การเก็บข้อมูล.....18
3.3 การตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ.....21
3.4 การตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของโต๊ะและเก้าอี้.....21
3.4.1 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของเก้าอี้ (SH).....21
3.4.2 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของโต๊ะ (SDH).....22
3.5 การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้.....23
3.5.1 การกำหนดขนาดของความสูงเก้าอี้.....23
3.5.2 การกำหนดขนาดของความสูงโต๊ะ.....23
3.5.3 การกำหนดระยะที่เก้าอี้สามารถปรับได้.....23
3.5.4 การกำหนดหนึ่งขนาดโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....23
3.5.5 การกำหนด 2 ขนาดโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.6 การกำหนด 3 ขนาดโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....24
3.5.7 การกำหนด 2 ขนาดโดยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means.....24
3.5.8 การกำหนด 3 ขนาดโดยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means.....25
3.6 การเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้.....26
3.7 วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง.....26

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน.....27
4.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล.....27
4.2 การศึกษาอสมการที่ใช้ในการตรวจสอบขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสม
สำหรับโครงงาน.....27
4.2.1 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมกับความสูงของโต๊ะ.....28
4.2.2 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมกับความสูงของเก้าอี้.....28
4.3 จากการเก็บข้อมูล.....28
4.4 การตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ.....29
4.5 การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้.....31
4.5.1 การกำหนดขนาดโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....31
4.5.2 การกำหนดขนาดโดยวิธีการจัดกลุ่มแบบ K-means.....59
4.6 ผลการเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้.....71
4.7 มิติขนาดของโต๊ะและเก้าในสำนักงานในด้านอื่นๆ.....76
4.7.1 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความกว้างของที่นั่ง.....76
4.7.2 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความลึกของที่นั่ง.....77
4.7.3 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความสูงของพนักพิง.....78
4.7.4 กฎการกำหนดขนาดระยะของที่พักแขน.....79
4.7.5 กฎการกำหนดขนาดความสูงของที่พักแขน.....80
4.7.6 กฎการกำหนดขนาดความกว้างของที่พักแขน.....81
4.7.7 กฎการกำหนดขนาดความยาวที่พักแขน.....81
4.7.8 กฎการกำหนดขนาดความกว้างของโต๊ะ.....81
4.7.9 กฎการกำหนดขนาดความลึกของโต๊ะ.....82

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 83
5.1 ขนาดที่แนะนำของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน.....83
5.1.1 กำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์
ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้สามารถปรับได้.....83
5.1.2 กำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ 2-3 ขนาด โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์
และวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K–means.....84
5.13 กำหนดความสูงโต๊ะ 2 ระดับ และเก้าอี้ปรับได้ 1 ช่วง.....84
5.2 ข้อเสนอแนะ.....86

เอกสารอ้างอิง..... 87

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน..... 89

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน....4
2.1 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95....8
4.1 ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงาน....29
4.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงของขาพับด้านใน ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่....32
4.3 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่ง แต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์....34
4.4 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่ง แต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 5 เซนติเมตร)....37
4.5 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่ง แต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร)....39
4.6 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่ง แต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 7 เซนติเมตร)....41
4.7 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่ง แต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 9 เซนติเมตร)....43
4.8 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่ง แต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 12 เซนติเมตร)....45
4.9 ขนาดเดียวที่แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50....47
4.10 สองขนาดที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50....48
4.11 สองขนาดที่เก้าอี้สามารถปรับได้แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50....49
4.12 สองขนาดเปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้....50
4.13 ผลทดสอบเชิงลึกสองขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร....52
4.14 สามขนาดที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50....54
4.15 สามขนาดที่เก้าอี้สามารถปรับได้แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50....55
4.16 สามขนาดเปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร....56
4.17 ผลทดสอบเชิงลึกสามขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่ สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร....58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.18 สองขนาดที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้แบ่งแบบ K-means.....60
4.19 สองขนาดที่เก้าอี้สามารถปรับได้แบ่งแบบ K-means.....61
4.20 สองขนาดเปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 62
4.21 ผลทดสอบเชิงลึกสองขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร.....64
4.22 สามขนาดที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้แบ่งแบบ K-means.....66
4.23 สามขนาดที่เก้าอี้สามารถปรับได้แบ่งแบบ K-means.....67
4.24 สามขนาดเปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร....68
4.25 ผลทดสอบเชิงลึกสามขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร.....69
4.26 เปรียบเทียบขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันกับขนาดที่แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50.....71
4.27 เปรียบเทียบการแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่มโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และแบบ K-means.....72
4.28 เปรียบเทียบการแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่มโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และแบบ K-means.....73
4.29 ผลทดสอบเปรียบเทียบความสูงโต๊ะ 2 ขนาด กับความสูงเก้าอี้ที่เหมาะสมที่สุด.....75
4.30 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดความกว้างของที่นั่ง.....76
4.31 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดความลึกของที่นั่ง.....77
4.32 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดความสูงของพนักพิง.....79
4.33 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดระยะห่างของที่พักแขน.....80
4.34 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดความสูงของที่พักแขน.....81
5.1 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้ในปัจจุบันกับขนาดแนะนำ ของกลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงานทั้งหมด.....85

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การจัดกลุ่มแบบ K-MEANS..... 11
3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน.....14
3.2 ผังงานแสดงภาพรวมในการกำหนดขนาด.....16
3.3 แสดงการวัดลักษณะของเก้าอี้ในสำนักงาน..... 17
3.4 แสดงการวัดลักษณะของโต๊ะในสำนักงาน..... 18
3.5 เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย.....19
3.6 เก้าอี้สำหรับเก็บข้อมูล..... 19
3.7 ภาพแสดงการวัดสัดส่วนร่างกาย.....20
4.1 กราฟฮิสโตแกรมแสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด.....30
4.2 กราฟเส้นแสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด.....30
4.3 สองขนาดที่แบ่งแบบ K-means.....59
4.4 สามขนาดที่แบ่งแบบ K-means.....65

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันโต๊ะและเก้าอี้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการทำงานในสำนักงาน เนื่องจากผู้ใช้งานต้องนั่งทำงานระยะเวลานานๆ ถึง 8 ชั่วโมง หรืออาจถึง 12 ชั่วโมง จึงทำให้เกิดอาการเมื่อยล้าตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น คอ หลัง ขา และไหล่ ซึ่งทำให้มีอาการอึดอัดหงุดหงิดขาดสมาธิต่อการทำงาน และรู้สึกไม่สะดวกสบายต่อการเคลื่อนไหวร่างกาย จึงทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง แล้วอาการปวดเมื่อยนี้อาจส่งผลเสียต่อร่างกายในระยะยาวได้ อาจมีปัจจัยเสี่ยงที่จะเป็นโรคออฟฟิตซินโดรม โรคหมอนรองกระดูกเสื่อม โรคกระดูกสันหลังแอ่นโค้ง นอกจากจะส่งผลทางตรงกับผู้ใช้งานแล้วยังส่งผลทางอ้อมกับผู้บริหารระดับสูงที่ต้อง มีการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในเรื่องการรักษาสุขภาพของพนักงาน เช่น จ่ายเงินชดเชย ค่าประกันสุขภาพ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ามีผลกระทบกับทุกฝ่าย ดังนั้น ถ้าโต๊ะและเก้าอี้ที่นำมาใช้งานมีการออกแบบที่เหมาะสม และสอดคล้องตามหลักการยศาสตร์จะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานแก่ผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีความสะดวกสบายในขณะใช้งาน และลดความเมื่อยล้า แล้วยังส่งผลต่อผู้บริหารระดับสูงที่สามารถลดค่าใช้จ่ายในเรื่องการรักษาสุขภาพของพนักงาน

เนื่องจากประเทศไทยใช้การผลิตโต๊ะและเก้าอี้ เป็นจำนวนมากแต่ไม่หลากหลาย ทำให้ขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้มีแค่ขนาดเดียว ซึ่งขนาดความสูงเท่ากับขนาดของต่างประเทศ คือ ความสูงโต๊ะ 75 เซนติเมตร จะเหมาะสมกับผู้ใช้งานที่มีส่วนสูงประมาณ 180 เซนติเมตร และความสูงเก้าอี้ที่ปรับระดับได้คือ 40-51 เซนติเมตร จะเหมาะสมกับผู้ใช้งานที่มีส่วนสูงประมาณ 165 เซนติเมตรขึ้นไป ซึ่งเมื่อตรวจสอบจากมาตรฐานสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.) โดยใช้มอก.661-2530 แล้วพบว่า ขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้ในปัจจุบันไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของคนไทยส่วนใหญ่ เนื่องจากความสูงเฉลี่ยของคนไทยอายุตั้งแต่ 16 ปีขึ้นไป ผู้ชายสูงประมาณ 169.46 เซนติเมตร และผู้หญิงสูง 157 เซนติเมตร (SizeThailand, สวทช (NSTDA), & เนคเทค (NECTEC), 2007)

ดังนั้น โครงงานนี้มีแนวคิดที่จะหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานในสำนักงานโดยใช้หลักการยศาสตร์ในการออกแบบร่วมกับวิธีการหาเปอร์เซ็นต์ไทล์และเทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-means

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 กำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในสำนักงานโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

1.2.2 กำหนดขนาด 2-3 ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในสำนักงานโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และเทคนิคการจัดกลุ่ม K-means

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs)

1.3.1 สามารถหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในสำนักงานโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

1.3.2 สามารถหาขนาด 2-3 ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในสำนักงานโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และเทคนิคการจัดกลุ่ม K-means

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้แบบที่แนะนำ พบว่า มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับขนาดที่ใช้อยู่ปัจจุบัน

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

ศึกษาเฉพาะแต่ละขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ และขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ขณะนั่งทำงานกับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะในสำนักงานเท่านั้น โดยที่วัสดุและอื่นๆ จะไม่ทำการศึกษา พร้อมทั้งวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างของคนวัยทำงานตั้งแต่ช่วงอายุ 18 ปีขึ้นไปภายในอำเภอเมืองพิษณุโลก ที่ทำการวัดสัดส่วนคนที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป เนื่องจากประชากรไทยหยุดการเจริญเติบโตตั้งแต่อายุ 18 ปีขึ้นไป ดังนั้น สัดส่วนของคนวัยทำงานจึงเท่ากับสัดส่วนของคนอายุ 18 ปีขึ้นไป และทำการวัดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน เพื่อให้เทียบเท่าจำนวนประชากรทั้งหมดของคนไทยตามตารางทาโรยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.5.1 ลักษณะที่จะศึกษาในงานโครงงาน มีดังนี้

1.5.1.1 ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH)

1.5.1.2 ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD)

1.5.1.3 ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW)

1.5.1.4 ความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest : UEB)

1.5.1.5 ความกว้างของพนักพิง (Width of Backrest : WB)

1.5.1.6 ความสูงของที่พักแขน (Armrest Height : ARH)

1.5.1.7 ความยาวของที่พักแขน (Armrest Length : ARL)

1.5.1.8 ความกว้างของที่พักแขน (Armrest Width : ARW)

1.5.1.9 ระยะห่างของที่พักแขน (Distance Between Armrests : DAR)

1.5.1.10 ความสูงของโต๊ะ (Desk Height : DH)

1.5.1.11 ความลึกของโต๊ะ (Desk Depth : DD)

1.5.1.12 ความกว้างของโต๊ะ (Desk Width : DW)

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ

เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างของคนวัยทำงานตั้งแต่ช่วงอายุ 18 ปีขึ้นไป ภายในอำเภอเมืองพิษณุโลก และวิเคราะห์โครงงานในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2561

1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน

ลำดับ	การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา							
		ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย
		พ.ศ.2560				พ.ศ.2561			
1.8.1	ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวิจัย								
1.8.2	ศึกษาและรวบรวมอสมการในการตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างสัดส่วนของผู้ใช้งานกับขนาดโต๊ะและเก้าอี้								
1.8.3	วางแผนเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนของร่างกาย ขนาดโต๊ะและเก้าอี้								
1.8.4	เก็บข้อมูลจากการวัดสัดส่วนของร่างกาย พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล								
1.8.5	ใช้โปรแกรม Minitab ในการออกแบบขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสม								
1.8.6	เปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้แบบเดิมกับแบบที่ได้จากทดลอง								
1.8.7	วิเคราะห์ผล								
1.8.8	สรุปผล และจัดทำรูปเล่มโครงงาน								

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ความรู้เกี่ยวกับการยศาสตร์

การยศาสตร์ (Ergonomics) ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษากรีก 2 คำ คือ Ergos ที่แปลว่า งาน กับ Nomos ที่แปลว่า กฎธรรมชาติ เมื่อสองคำมารวมกันจะเป็น Ergonomics หมายความว่าการศึกษากฎเกณฑ์ของการทำงาน (สุทธิ ศรีบูรพา, 2544)

การยศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนการทำงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน หรือการปรับปรุงการทำงานอย่างเป็นระบบ ในการออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์ สถานที่ทำงาน ผลิตภัณฑ์ เครื่องจักร สิ่งแวดล้อม และระบบการทำงานโดยการนำเอาความสามารถในการทำงานของมนุษย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยต้องคำนึงถึงความปลอดภัย และสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน (สุทธิ ศรีบูรพา, 2544)

2.1.1 ทฤษฎีการนั่ง

ลักษณะการนั่งทำงานกับคอมพิวเตอร์ในสำนักงานที่ถูกต้อง ควรจะนั่งหลังตรงชิดกับพนักพิง และเท้าวางราบกับพื้น เพื่อลดแรงที่กระทำต่อกระดูกสันหลังให้น้อยที่สุด (สุทธิ ศรีบูรพา, 2544)

2.1.2 หลักการยศาสตร์ของเก้าอี้

คนวัยทำงานส่วนใหญ่จะต้องนั่งทำงานในสำนักงานเป็นระยะเวลานานๆ ถ้าเก้าอี้ในสำนักงานไม่มีการออกแบบที่เหมาะสมอาจทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า ปวดเมื่อยตามส่วนต่างๆของร่างกาย และอาจนำไปสู่การเป็นโรคออฟฟิตซินโดรม จากเหตุผลที่กล่าวมาโครงงานนี้จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบเก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ให้สอดคล้องกับทฤษฎีการนั่ง (สุทธิ ศรีบูรพา, 2544)

2.1.3 หลักการยศาสตร์ของโต๊ะทำงาน

โต๊ะทำงานต้องคำนึงถึงลักษณะงานที่ปฏิบัติ เช่น งานพิมพ์เอกสาร งานเลขานุการ งานเขียนแบบ งานบัญชี และงานที่มีความละเอียดในการทำงาน ถ้าโต๊ะทำงานไม่มีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่ปฏิบัติ จะเกิดการโน้มตัว หรือเอนตัวในขณะทำงาน เป็นระยะเวลานานๆ จะส่งผลให้เกิดอาการเมื่อยล้า และปวดเมื่อยตามบริเวณบ่าไหล่มากกว่าปกติ

โต๊ะในสำนักงานที่ถูกต้อง ระดับของโต๊ะควรสอดคล้องกับระดับของเก้าอี้ เพราะขณะนั่งทำงานแขน และข้อศอกที่วางบนที่พักแขนจะต้องอยู่ในระนาบเดียวกับโต๊ะ เพื่อลดการยกของไหล่ที่ทำให้เกิดการเมื่อยล้า (สุทธิ ศรีบูรพา, 2540)

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำโครงงาน เพื่อให้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ สรุปผล และสามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ได้ การเก็บรวบรวมข้อมูลจึงสำคัญต่อการจัดทำโครงงาน เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้อย่างไรให้พิจารณาจากแหล่งข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ การทำแบบสอบถาม การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2542) สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวมจากแหล่งข้อมูล หรือผู้ให้ข้อมูลโดยตรง เช่น การสัมภาษณ์ การทำแบบสอบถาม การวัด การนับ และการสำรวจ ซึ่งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่โครงงานนี้เลือกใช้มีดังนี้

2.2.1 การสำรวจตัวอย่าง

การรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยการสำรวจ กลุ่มตัวอย่างจะถูกเลือกมาเป็นตัวแทนของประชากร หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่จะศึกษาเท่านั้น เนื่องจากจำนวนประชากรมีจำนวนมากเกินที่จะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด อาจจะทำให้เสียเวลา และค่าใช้จ่ายสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น จึงเลือกใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของประชากรเพียงพอมาทำการศึกษา ทำให้สามารถประมาณค่าความต้องการทั้งหมด

2.2.2 การวัด

การรวบรวมข้อมูลบางอย่างโดยใช้การวัด เช่น การวัดสัดส่วนในขณะที่นั่ง วัดรอบเอว และวัดส่วนต่างๆ ที่ต้องใช้ในการศึกษา

2.3 การสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling)

การสุ่มตัวอย่างมีความจำเป็นต่อการดำเนินโครงงาน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนของประชากร เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างมีข้อจำกัด เช่น ขนาด สัดส่วนของร่างกาย เพศ อายุ หรือระยะเวลา ฯลฯ ที่ผู้ดำเนินโครงงานจำเป็นต้องใช้ทำการวิเคราะห์ ดังนั้น จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง และประชากร รวมถึงวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของประชากรที่ดีที่สุด มีความครอบคลุมของประชากร เพื่อให้ผลสรุปของโครงงานมีความเที่ยงตรงมากยิ่งขึ้น (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2542)

2.3.1 ศัพท์ของการสุ่มตัวอย่าง

2.3.1.1 ประชากร หมายถึง การวางขอบเขตข้อมูลทั้งหมดที่จะทำศึกษา โดยที่ข้อมูลทั้งหมดมีคุณสมบัติบางอย่างที่ผู้ดำเนินโครงงานสนใจศึกษา เช่น ประชากรวัยทำงานในประเทศไทย ซึ่งจำนวนประชากรที่นับได้ และนับไม่ได้ทั้งหมด

2.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง ตัวแทนของประชากรทั้งหมดที่อธิบายคุณลักษณะของประชากร

2.3.2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

การกำหนดตัวอย่างเป็นส่วนหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความคาดเคลื่อนของผลการดำเนินโครงงาน ขนาดตัวอย่างแปรผกผันกับความคาดเคลื่อน ถ้าขนาดตัวอย่างมากทำให้ผลของการดำเนินโครงงานมีความคาดเคลื่อนน้อย ความเที่ยงตรง และน่าเชื่อถือ แต่การกำหนดตัวอย่างที่จำนวนมากสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และเวลาในการเก็บข้อมูล

การหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างใช้ตารางของ ทาโร ยามาเน่ เป็นตารางที่ใช้หาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง นิยมใช้กันมากเพราะเหมาะกับประชากรที่มีขนาดใหญ่ และเพื่อการประมาณค่าสัดส่วนของประชากร ที่มีค่าระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ ร้อยละ 95 และค่าความเคลื่อนที่ยอมรับได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 หรือใช้สูตรในการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดังสมการที่ 2.1 (Yamane Taro, 1970)

สูตรในการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง คือ

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

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ค่าความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ตารางที่ 2.1 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่างตามความคลาดเคลื่อน					
	±1%	±2%	±3%	±4%	±5%	±10%
500	-	-	-	-	222	83
1,000	-	-	-	385	286	91
1,500	-	-	638	441	361	94
2,000	-	-	718	476	333	95
2,500	-	1,250	769	500	345	96
3,000	-	1,364	811	517	353	97
3,500	-	1,458	843	530	359	97
4,000	-	1,538	870	541	364	98
4,500	-	1,607	891	549	367	98
5,000	-	1,667	909	556	370	98
6,000	-	1,765	938	566	375	98
7,000	-	1,842	959	574	378	99
8,000	-	1,905	976	580	381	99
9,000	-	1,957	989	584	383	99
15,000	6,000	2,143	1,034	600	390	99
20,000	6,667	2,222	1,053	606	392	100
25,000	7,143	2,273	1,064	610	394	100
50,000	8,333	2,381	1,087	617	397	100
100,000	9,091	2,439	1,099	621	398	100
>100,000	10,000	2,500	1,111	625	400	100

ที่มา : http://www.khonba.com/view.php?subject=66

2.4 วิธีการสุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากไม่สามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดได้ จึงมีการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาอนุมานข้อมูลที่ได้ทั้งหมดเป็นผลของประชากรข้อมูลทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2542)

2.4.1 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling)

การสุ่มตัวอย่างโดยไม่พิจารณาว่ากลุ่มไหนมีโอกาสถูกเลือกสูงมากกว่า เพราะไม่ทราบการแจกแจงของประชากรนั้นๆ

2.4.2 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

การสุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาว่ากลุ่มไหนมีโอกาสถูกเลือกสูงมากกว่า เนื่องจากมีความเหมาะสมกับฐานข้อมูลมากกว่า และมีความน่าจะเป็นเป็นตัวกำหนดของการถูกเลือก

2.5 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการเก็บข้อมูล จะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ก่อนที่จะนำข้อมูลไปอนุมานเป็นจำนวนประชากรทั้งหมด ซึ่งการแจกแจงปกติต้องมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกินนัยสำคัญของประชากรไทย โดยใช้อสมการในการตรวจสอบ ดังนี้

2.5.1 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความสูงของโต๊ะ (Seat to Desk Height)

ความสูงของโต๊ะควรมีความสัมพันธ์กับความสูงของข้อศอกขณะนั่ง โดยที่ข้อศอกต้องวางในแนวระนาบเดียวกับความสูงของโต๊ะ เพื่อลดความเมื่อยล้าของกระดูกสันหลัง ซึ่งมุมที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด คือ มุมที่กางออกเท่ากับ 15-20 องศา และมุมที่งอไปข้างหน้า 25 องศา จึงได้ขอบล่าง และขอบบน ดังอสมการที่ 2.2 (Sanders and McCormick, 1993; Occhipinti, et al., 1985)

$$EHS \leq SDH \leq EHS*0.8517+SHS*0.14855 \quad \textbf{(2.2)}$$

โดยที่ SDH คือ ความสูงของโต๊ะ

EHS คือ ความสูงของข้อศอก

SHS คือ ความสูงของไหล่

2.5.2 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความกว้างของที่นั่ง (Seat Width)

ความกว้างของเก้าอี้ต้องมีความสัมพันธ์กับความกว้างของสะโพก โดยที่ความกว้างของเก้าอี้ต้องมากกว่าความกว้างของสะโพก ดังอสมการที่ 2.3 (Gouvail and Boudolos, 2006)

$$HW < SW \quad (2.3)$$

โดยที่ SW คือ ความกว้างของที่นั่ง

HW คือ ความกว้างของสะโพก

2.5.3 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความลึกของที่นั่ง (Seat Depth)

ความลึกของเก้าอี้มีความสัมพันธ์กับความยาวสะโพกถึงขาพับด้านในขณะนั่ง โดยที่ความลึกของเก้าอี้ต้องอยู่ระหว่างร้อยละ 80 ถึงร้อยละ 95 ของความยาวสะโพกถึงขาพับด้านในขณะนั่ง ดังสมการที่ 2.4 (Parcells, et al, 1999)

$$0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL \quad (2.4)$$

โดยที่ SD คือ ความลึกของที่นั่ง

BPL คือ ความยาวสะโพกถึงขาพับ

2.5.4 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้ (Seat Height)

ความสูงของเก้าอี้ต้องมีความสัมพันธ์กับความสูงของขาพับซึ่งต้องต่ำกว่าเล็กน้อย เพื่อให้ขาสามารถงอได้ 5-30 องศา และเนื่องจากในสำนักงานมีการใส่รองเท้าจึงต้องเพิ่มความสูงของส้นรองเท้าไปด้วย ดังสมการที่ 2.5 (Parcells, et al.,1999; Gouvali and Boudolos, 2006)

$$(PH+SC)\ Cos30° \leq SH \leq (PH+SC)\ Cos5° \quad (2.5)$$

โดยที่ SH คือ ความสูงเก้าอี้

SC คือ ความสูงของส้นรองเท้า

PH คือ ความสูงของขาพับด้านใน

2.6 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile)

การหาตำแหน่งของข้อมูล โดยการแบ่งข้อมูลออกเป็นร้อยส่วนเท่ากัน โดยเรียงข้อมูลจากน้อยไปหามาก ทำให้ทราบร้อยละของจำนวนข้อมูลว่าอยู่สูงกว่า ต่ำกว่า หรือเท่ากับตำแหน่งของข้อมูลที่กำหนด โดยการหาเปอร์เซ็นไทล์จะต้องมีการจัดหมวดหมู่ก่อน เพราะการคำนวณที่มีจำนวนข้อมูลมากๆ และไม่มีการจัดหมวดหมู่ ส่งผลให้การคำนวณมีความคาดเคลื่อนสูง การหาตำแหน่งของข้อมูลหรือค่าเปอร์เซ็นไทล์ (P_r) (กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง, 2557) จากผลคูณของตำแหน่งที่ต้องการ (r) ดังสมการที่ 2.6

$$P_r = \frac{r(N+1)}{100} \quad (2.6)$$

โดยที่ r = 1,2,3,...,99

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.7 การจัดกลุ่มแบบ K-means (K-means Clustering)

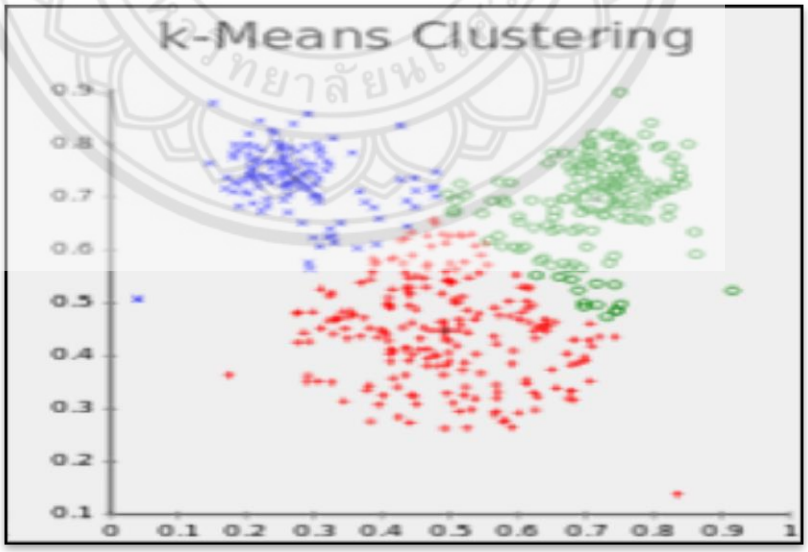
การจัดกลุ่มแบบ K-means เป็นเทคนิคการจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่มย่อย จะใช้เมื่อมีข้อมูลจำนวนมาก โดยจะต้องกำหนดจำนวนกลุ่ม เช่น จะทำการกำหนดให้เป็น K กลุ่ม จึงเรียกวิธีนี้ว่า K-means Clustering เทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-means จะมีการทำซ้ำหลายๆ รอบ โดยแต่ละรอบจะมีการรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยเลือกกลุ่มข้อมูลนั้นๆ มีระยะห่างจากค่ากลางของกลุ่มน้อยที่สุด จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยของกลุ่มใหม่ และใช้ค่าเฉลี่ยนี้กำหนดจุดศูนย์กลางของกลุ่มไปเรื่อยๆ จนค่าไม่เปลี่ยนแปลง มีขั้นตอนดังนี้ (https://th.wikipedia.org/wiki/การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน)

2.7.1 กำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการศึกษา และทำการสุ่มจุดศูนย์กลาง

2.7.2 จัดข้อมูลเข้ากลุ่ม และทำการเปรียบเทียบระยะห่างแต่จุด ว่าข้อมูลอยู่ใกล้กลุ่มไหนให้อยู่กับกลุ่มนั้น

2.7.3 เมื่อได้กลุ่มใหม่แล้ว จะทำการหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยนั้นไปหาจุดศูนย์กลาง

2.7.4 ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจุดศูนย์กลางจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.1 การจัดกลุ่มแบบ K-means

ที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki/การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน

2.8 วิธีการศึกษาและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเกี่ยวกับขนาดเก้าอี้และโต๊ะในสำนักงานที่เหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานตามหลักการยศาสตร์ พบว่า นักวิจัยจำนวนมากที่ทำการศึกษาในด้านนี้ เพื่อให้ผู้ดำเนินโครงงานหาขนาดเก้าอี้และโต๊ะในสำนักงานให้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน และได้ทำการศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน ดังนี้

2.8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ดร.แพทริก อิริคสัน ไคโรแพรคเตอร์ จากสหรัฐอเมริกากล่าวว่า อาชีพที่เสี่ยงเป็นโรคออฟฟิตซินโดรมมากที่สุด คือ นักกราฟฟิกดีไซน์ พนักงานคีย์ข้อมูล และพนังงานบัญชี อาชีพมักจะใช้เวลานั่งอยู่ที่โต๊ะเป็นเวลานานๆ เกิน 1 ชั่วโมงขึ้นไป ยังมีการนั่งแบบผิดลักษณะ ทำให้มีความเสี่ยงต่อโรคนี้สูงถึงร้อยละ 55 และมีการใช้เก้าอี้ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งาน จะทำให้เกิดอาการปวดหลังได้ รวมทั้งการปรับระดับเก้าอี้จัดวางคอมพิวเตอร์ และจัดองค์ประกอบต่างๆ (C. Campbell, S.J. Muncer, 2005 and Andersson GBJ 1981)

Roebuck และคณะ (1975) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความยาวของสัดส่วนร่างกาย พบว่ามีความสัมพันธ์กับความสูงของร่างกาย อธิบายเป็นความยาวของร่างกาย เช่น ความยาวสะโพกถึงขาพับ ความยาวแขน เป็นต้น

Oyewole และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับความหนา และความกว้างของร่างกาย พบว่า มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีมวลกาย และอธิบายเป็นสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ เช่น ความกว้างของสะโพก เป็นต้น

2.8.2 งานวิจัยในประเทศไทย

วันชัย แหลมหลักสกุล (2551) ได้กล่าวถึง ISO 5970-1979 (E) โดยระบุถึงการประเมินความเหมาะสมของโต๊ะ เก้าอี้ และท่านั่งมีความสัมพันธ์กัน เช่น เท้าจะต้องวางราบกับพื้น และความสูงแผ่นรองเขียนเหมาะสมกับระดับข้อศอก เป็นต้น

จิตรา กล่ำโพธิ์ และนิสารัตน์ ปูรัตน์ (2558) ได้ทำการศึกษาเพื่อกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน สำหรับนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยทำการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวน 349 คน

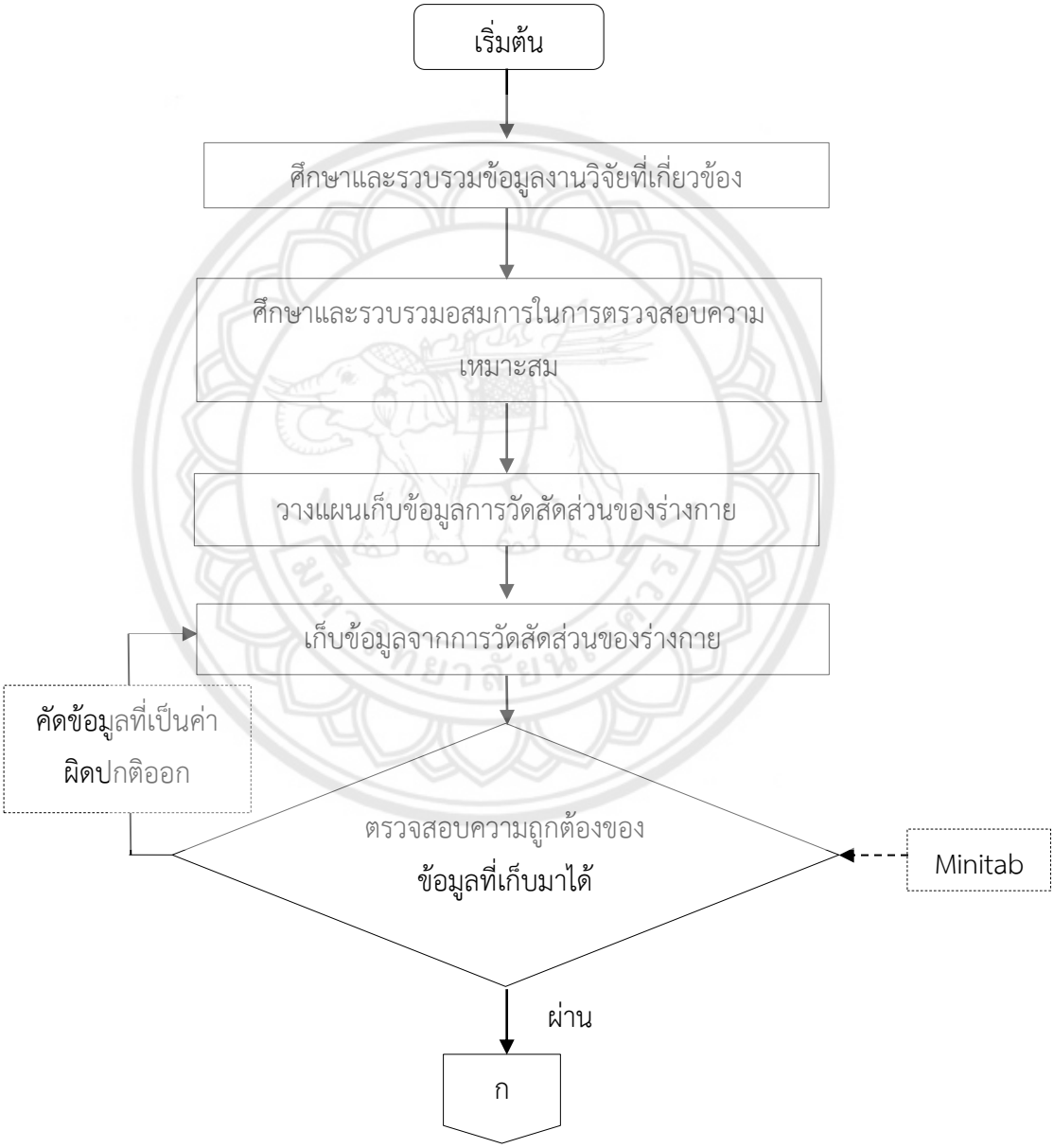
ชาญวิทย์ สีใส และอานนท์ สุขสวัสดิ์ (2559) ได้ทำการศึกษาเพื่อกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศไทย โดยทำการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวน 402 คน และมีการวิเคราะห์ความเหมาะสม โดยพิจารณาจากระดับความไม่เหมาะสม รวมทั้งมีการนำเสนอขนาดของเก้าอี้ 2 ขนาด คือ ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่

2.9 โปรแกรม Minitab

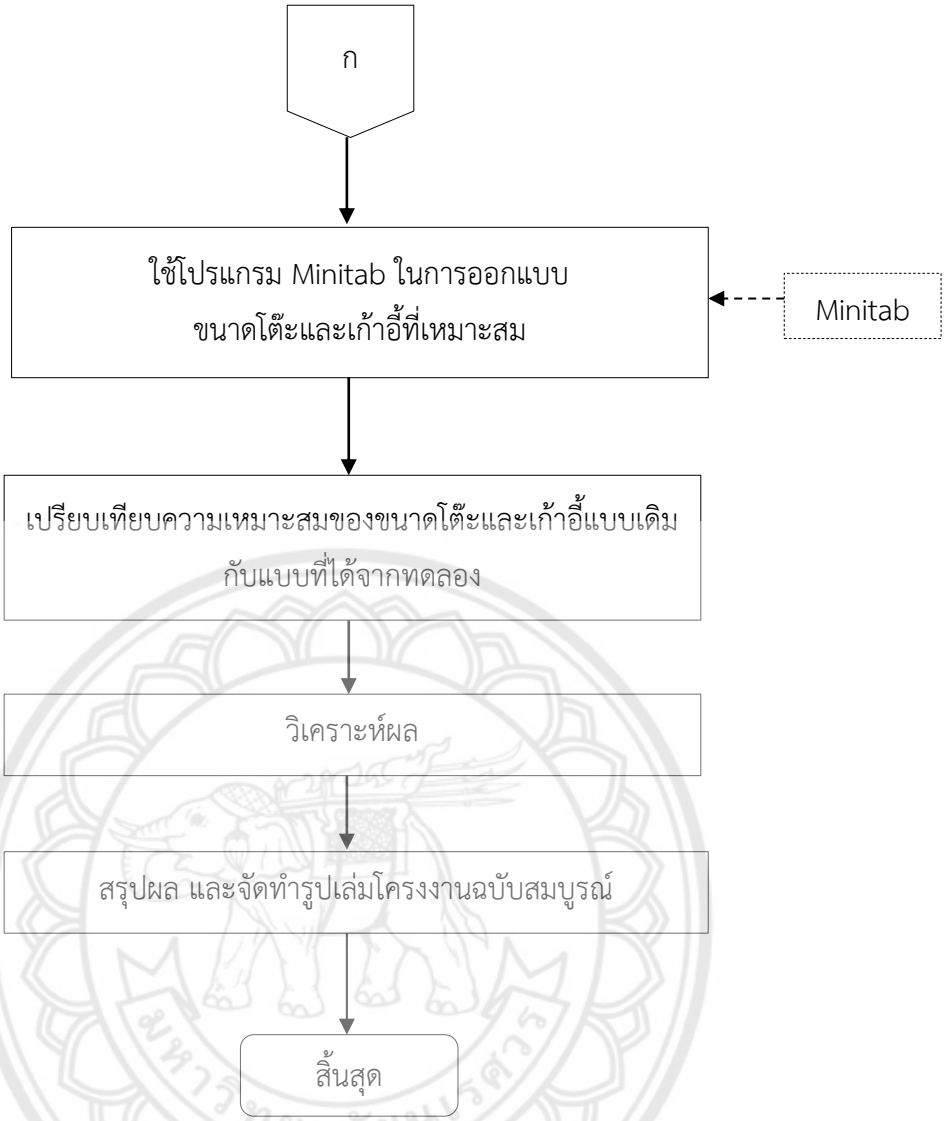
โปรแกรม Minitab เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เช่น การทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น (ปรัชญา พละพันธุ์, 2560)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

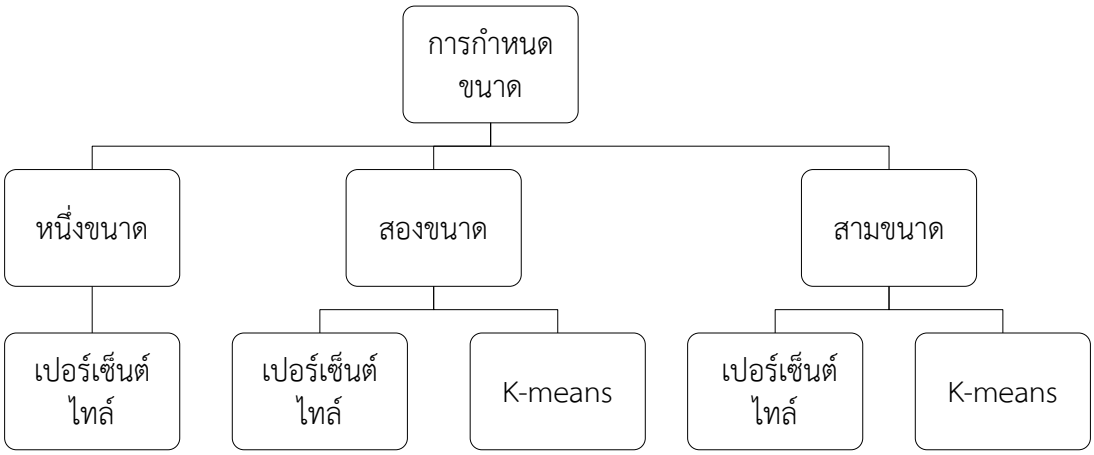
ขั้นตอนในการดำเนินงานของการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในสำนักงานวิธีเปอร์เซ็นไทล์ และเทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K–means โดยวิธีการจัดกลุ่มของข้อมูล ดังรูปที่ 3.1 และภาพรวมในการกำหนดขนาด ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน



รูปที่ 3.1 (ต่อ) ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน



รูปที่ 3.2 ผังงานแสดงภาพรวมในการกำหนดขนาด

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินโครงงานจะทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบตามหลักการยศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการ และทฤษฎี เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ของผู้ใช้งานในสำนักงานในแบบวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และเทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-means ซึ่งหัวข้อที่จะถูกรวบรวมเพื่อทำการศึกษา มีดังนี้

3.1.1 การออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานทั้งตามหลัก และไม่ตามหลักการยศาสตร์

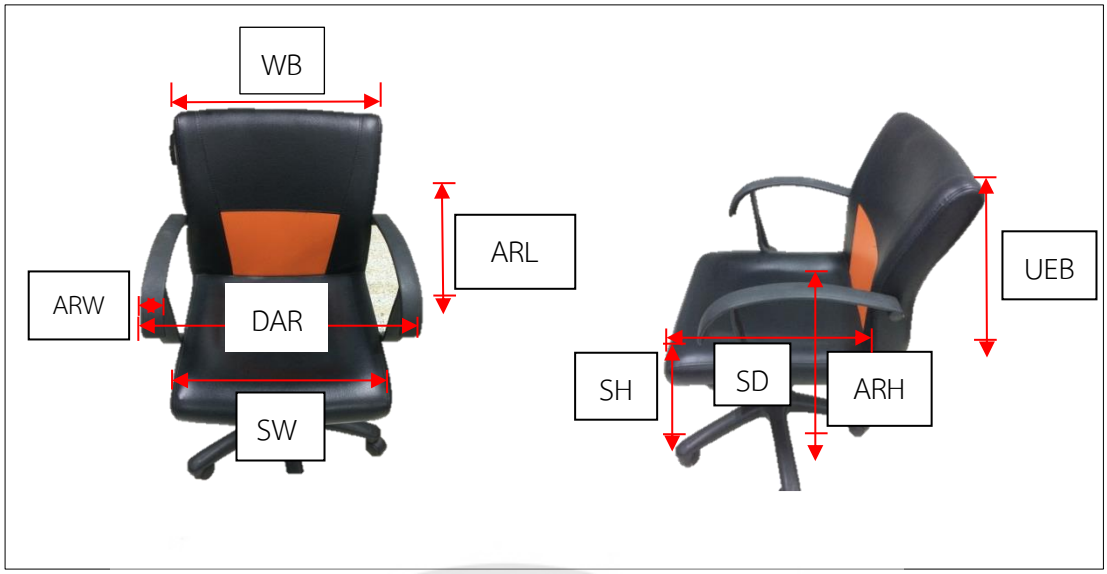
3.1.2 วิธีการหาค่าเปอร์เซ็นไทล์

3.1.3 เทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-means

3.1.4 อสมการในการตรวจสอบขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในสำนักงาน

3.1.5 มิติขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่จะทำการออกแบบ ดังนี้

3.1.5.1 ขนาดของเก้าอี้ที่จะศึกษาในการดำเนินโครงงาน ซึ่งเก้าอี้ที่จะศึกษาในโครงงานนี้จะเป็นเก้าอี้ในสำนักงานทั่วไป มีมิติขนาด ดังรูปที่ 3.3 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงการวัดลักษณะของเก้าอี้ในสำนักงาน

ก. ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH) วัดจากระยะที่ตั้งฉากกับพื้นไปยังจุดกึ่งกลางของขอบเก้าอี้

ข. ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD) วัดระยะจากขอบเก้าอี้ถึงจุดที่ลึกที่สุดของที่นั่ง

ค. ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW) วัดในแนวนอนระหว่างด้านซ้ายและขวาของขอบเก้าอี้

ง. ความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest : UEB) วัดในแนวดิ่งจากระหว่างจุดกึ่งกลางขอบบนของพนักพิงถึงพื้นที่นั่ง

จ. ความกว้างของพนักพิง (Width of Backrest : WB) วัดจากด้านซ้ายสุดถึงด้านขวาสุดของพนักพิง

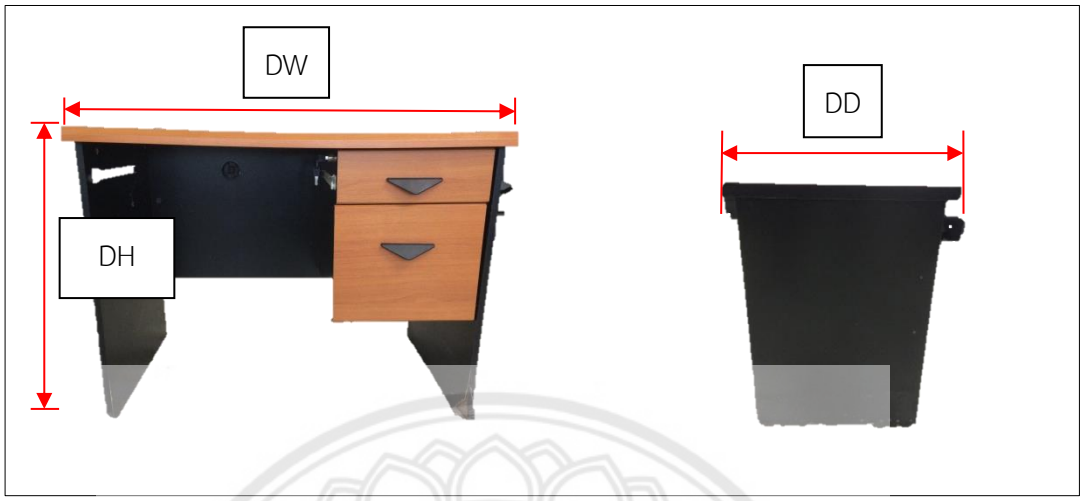
ฉ. ความสูงของที่พักแขน (Armrest Height : ARH) วัดในแนวตั้งฉากกับพื้นไปยังจุดกึ่งกลางของขอบบนของที่พักแขน

ช. ความยาวที่พักแขน (Armrest Length : ARL) วัดในแนวนอนจากด้านหลังไปถึงด้านหน้าของที่พักแขน

ซ. ความกว้างของที่พักแขน (Armrest Width : ARW) วัดในแนวนอนจากระหว่างด้านซ้ายและขวาของขอบที่พักแขน

ฌ. ระยะห่างของที่พักแขน (Distance Between Armrests : DAR) วัดจากด้านซ้ายสุดถึงด้านขวาสุดของที่พักแขน

3.1.5.2 ขนาดของโต๊ะที่จะศึกษาในการดำเนินโครงงาน ลักษณะของโต๊ะที่จะศึกษาในการดำเนินโครงงานนี้ เป็นโต๊ะที่ใช้ในสำนักงานทั่วไป ซึ่งมีมิติขนาด ดังรูปที่ 3.4 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.4 แสดงการวัดลักษณะของโต๊ะในสำนักงาน

ก. ความสูงของโต๊ะ (Desk Height : DH) วัดจากระยะที่ตั้งฉากกับพื้นไปยังจุดกึ่งกลางของขอบโต๊ะ

ข. ความลึกของโต๊ะ (Desk Depth : DD) วัดระยะจากขอบโต๊ะถึงจุดที่ลึกที่สุดของโต๊ะ

ค. ความกว้างของโต๊ะ (Desk Width : DW) วัดในแนวนอนระหว่างด้านซ้ายและขวาของขอบโต๊ะ

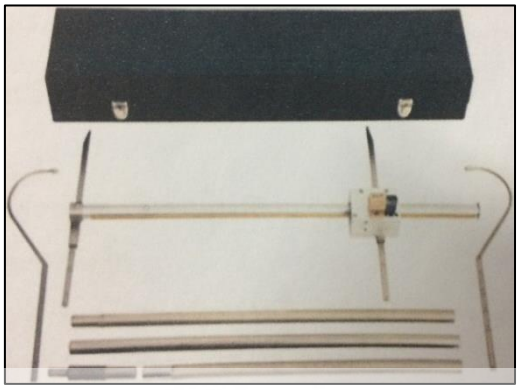
3.2 การเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนของร่างกาย

3.2.1 การวางแผนวัดสัดส่วนร่างกายกลุ่มตัวอย่างของคนวัยทำงานตั้งแต่ช่วงอายุ 18 ปีขึ้นไปภายในอำเภอเมืองพิษณุโลก

3.2.2 การเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากมีจำนวนประชากรวัยทำงานในประเทศไทยมีมากกว่า 100,000 คน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างถูกกำหนดโดยใช้ตารางสำเร็จทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต้องมี 400 คนขึ้นไป จึงจะสามารถอนุมานเท่ากับประชากรวัยทำงานในประเทศไทย ดังนั้น การดำเนินงานจึงทำการเก็บข้อมูลประชากรไทยวัยทำงานตั้งแต่อายุ 18 ปีขึ้นไปจำนวน 857 คน (แบ่งผู้ชายวัยทำงาน 427 คน และผู้หญิงวัยทำงาน 430 คน) ที่ทำการวัดสัดส่วนคนที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป เนื่องจากประชากรไทยหยุดการเจริญเติบโตตั้งแต่อายุ 18 ปีขึ้นไป ดังนั้น สัดส่วนของคนวัยทำงานจึงเท่ากับสัดส่วนของคนอายุ 18 ปีขึ้นไป

3.2.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวัดสัดส่วน มีดังนี้

ก. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer) ดังรูปที่ 3.5

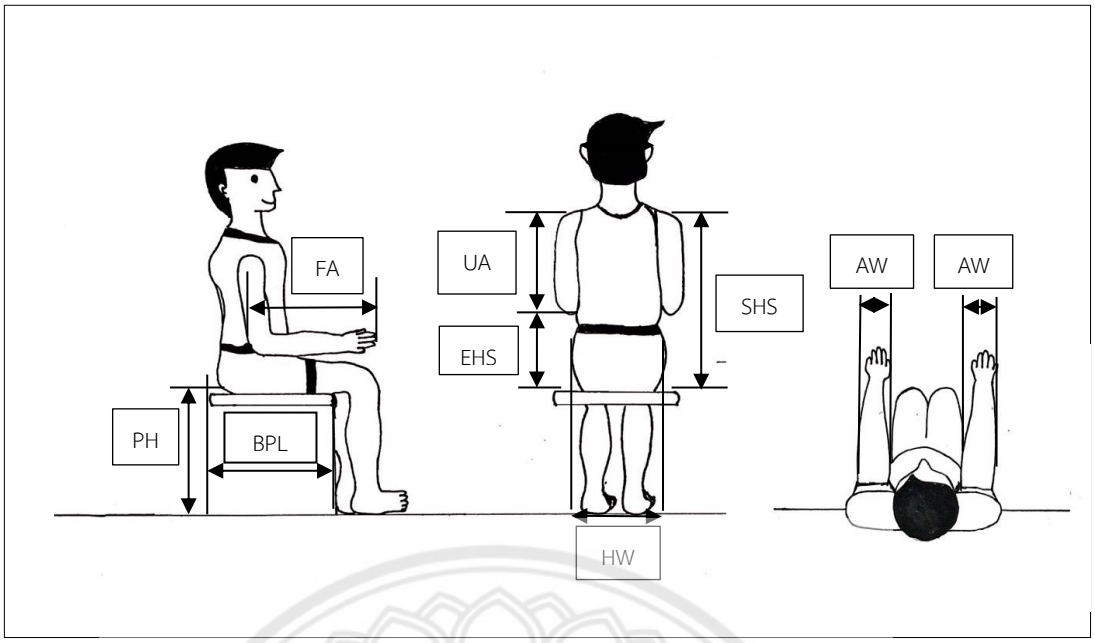


รูปที่ 3.5 เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย

ข. เก้าอี้ที่ใช้ในการวัดเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกาย ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 เก้าอี้สำหรับเก็บข้อมูล

3.2.2.2 วิธีการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างของคนวัยทำงานตั้งแต่ช่วงอายุ 18 ปีขึ้นไป ภายในอำเภอเมืองพิษณุโลกแสดง ดังรูปที่ 3.7 วิธีการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงการวัดสัดส่วนร่างกาย

ก. ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) วัดในแนวดิ่งจากขาพับด้านในถึงพื้นในท่านั่งโดยขาตั้งฉากกับพื้น

ข. ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) วัดในแนวดิ่งจากพื้นผิวที่นั่งถึงข้อศอก

ค. ความยาวสะโพกถึงขาพับ (Buttock Popliteal Length : BPL) วัดในแนวนอนจากสะโพกถึงขาพับ

ง. ความกว้างสะโพก (Hip Width : HW) วัดในแนวนอนจากส่วนกว้างสุดของสะโพกในขณะนั่ง

จ. ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS) วัดในแนวดิ่งจากพื้นที่นั่งถึงไหล่

ฉ. แขนท่อนบน (Upper Arm : UA) วัดในแนวดิ่งจากหัวไหล่ถึงข้อศอก

ช. ปลายแขนท่อนล่าง (Fore Arm : FA) วัดในแนวนอนจากข้อศอกถึงปลายนิ้ว

ซ. ความกว้างแขน (Arm Width : AW) วัดในแนวนอนของความกว้างบริเวณข้อศอกของแขนท่อนล่าง

3.3 การตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ

ในการเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายคนวัยทำงานตั้งแต่ช่วงอายุ 18 ปีขึ้นไป ภายในอำเภอเมืองพิษณุโลก จะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายว่า มีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ เพื่ออนุมานผลที่ได้เป็นข้อมูลของประชากรทั้งหมด จะทำการตรวจสอบเฉพาะข้อมูลส่วนสูง เนื่องจากส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนด้านความยาว (Oyewole et al., 2010; Roebuck et al., 1975) สัดส่วนทางด้านความยาวที่ใช้ในโครงงานนี้ คือ ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS) ดังนั้น หากข้อมูลส่วนสูงมีการแจกแจงแบบปกติแล้ว ข้อมูลสัดส่วนทางด้านความยาวต้องมีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ซึ่งการแจกแจงแบบปกติต้องมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกินนัยสำคัญของประชากรไทย เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ โดยการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล จะใช้โปรแกรม Minitab ตรวจสอบมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 เรียงข้อมูลความสูงจากน้อยไปมาก

3.3.2 ตรวจสอบด้วยกราฟฮิสโตแกรมโดยใช้ฟังก์ชัน Graph เลือกกราฟแบบ Histogram และเลือกรูปแบบกราฟแบบ With Fit แล้วทำการตรวจสอบว่า ข้อมูลมีการกระจายความถี่ของข้อมูลแบบปกติ ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลางหรือไม่

3.3.3 ตรวจสอบด้วยกราฟเส้นใช้ฟังก์ชัน Stat เลือกรูปแบบ Basic Statistics และเลือกแบบ Normality Test แล้วทำการตรวจสอบว่า กราฟมีจุดตัดเรียงตัวกันเป็นเส้นตรงหรือไม่ ซึ่งข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ลักษณะเกิดจุดแต่ละจุดจะอยู่ใกล้เคียงกัน และค่า P-value ของค่าสถิติ ต้องมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

3.4 การตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของโต๊ะและเก้าอี้

โครงงานนี้ให้ความสำคัญกับการศึกษาเชิงลึกของมิติขนาดความสูงของโต๊ะ และมิติขนาดความสูงของเก้าอี้ เป็นมิติขนาดที่ควรพิจารณาไปพร้อมๆ กัน เพราะถ้ามิติขนาดใดขนาดหนึ่งไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ผู้ใช้งานนั่งไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ดังนั้น ความเหมาะสมรวมในโครงงานนี้ จะเป็นค่าจำนวนที่นับเฉพาะผู้ใช้งานที่มีความเหมาะสมทั้งสองมิติขนาด และเป็นตัวบ่งชี้ว่าขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ได้มีความเหมาะสมมากที่สุด ความสูงโต๊ะและความสูงเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของประชากรไทยวัยทำงาน ทำการตรวจสอบโดยใช้อสมการที่ถูกเลือกใช้ในการตรวจสอบ ต่อไปนี้ โดยที่จะเริ่มตรวจสอบความสูงของเก้าอี้ก่อน

3.4.1 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของเก้าอี้ (SH)

อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของเก้าอี้ (SH) กับความสูงขาพับ (PH) ของกลุ่มตัวอย่างลำดับที่ i แสดงดังอสมการที่ 3.1

$$(PH_i + SC)\ Cos30° \leq SH \leq (PH_i + SC)\ Cos5° \qquad \textbf{(3.1)}$$

โดยที่ SH คือ ความสูงเก้าอี้

SC คือ ความสูงของส้นรองเท้า (ความสูงของส้นรองเท้า เท่ากับ 2 เซนติเมตร)

PH_i คือ ความสูงของขาพับด้านในของกลุ่มตัวอย่างลำดับที่ i

โครงงานนี้ทำการตรวจสอบว่า ความสูงของเก้าอี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมของคนที่มีขาพับลำดับที่ i หรือไม่ ถ้าความสูงของเก้าอี้อยู่ระหว่างช่วงของอสมการตรวจสอบจะทำให้ความสูงของเก้าอี้มีความเหมาะสม แต่ถ้าความสูงของเก้าอี้ไม่มีความเหมาะสมมีด้วยกัน 2 กรณี ได้แก่

3.4.1.1 เก้าอี้สูงเกินไป คือ ความสูงของเก้าอี้จะมีค่ามากกว่าขอบบนอสมการตรวจสอบ (PH+SC) Cos5° ดังอสมการที่ 3.1

3.4.1.2 เก้าอี้ต่ำเกินไป คือ ความสูงของเก้าอี้ต่ำกว่าขอบล่างอสมการการตรวจสอบ (PH+SC) Cos30° ดังอสมการที่ 3.1

ถ้าความสูงของเก้าอี้มีความเหมาะสมแล้ว โครงงานนี้จะทำการตรวจสอบต่อว่า ความสูงของโต๊ะอยู่ในช่วงที่เหมาะสมหรือไม่ โดยใช้อสมการดังต่อไปนี้

3.4.2 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของโต๊ะ (SDH)

อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของโต๊ะ (SDH) กับความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (EHS) และความสูงของไหล่ขณะนั่ง (SHS) ของกลุ่มตัวอย่างลำดับที่ i แสดงดังอสมการที่ 3.2

$$EHS_i \leq SDH \leq EHS_i*0.8517+SHS_i*0.14855 \qquad \textbf{(3.2)}$$

โดยที่ SDH คือ ความสูงของโต๊ะ

EHS_i คือ ความสูงของข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างลำดับที่ i

SHS_i คือ ความสูงของไหล่ของกลุ่มตัวอย่างลำดับที่ i

ถ้าความสูงของโต๊ะอยู่ระหว่างช่วงของอสมการตรวจสอบ จะทำให้ความสูงของโต๊ะมีความเหมาะสม แต่ถ้าความสูงของโต๊ะไม่มีความเหมาะสมมีด้วยกัน 2 กรณี ได้แก่

3.4.2.1 โต๊ะสูงเกินไป คือ ความสูงของโต๊ะจะมีค่ามากกว่าขอบบนอสมการตรวจสอบ $EHS_i*0.8517+SHS_i*0.143$ ดังอสมการที่ 3.2

3.4.2.2 โต๊ะต่ำเกินไป คือ ความสูงของโต๊ะต่ำกว่าความสูงของข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างลำดับที่ i ซึ่งเป็นขอบล่างของอสมการตรวจสอบ EHS_i ดังอสมการที่ 3.2

3.5 การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้

การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้ แบ่งเป็น ขนาดเดียว สองขนาด และสามขนาด โดยใช้เทคนิค 2 เทคนิค คือ วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means มากำหนดขนาดที่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้ ในโครงงานนี้จะเลือกการผสมสัดส่วนของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ดีที่สุด จาก 64 กรณี มาทำการทดสอบกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ระดับต่างๆ และเลือกระยะที่ปรับได้ของเก้าอี้ที่ให้ความเหมาะสมรวมที่ดีที่สุดโดยที่เทคนิคต่างๆ จะให้ค่าสัดส่วนความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องแปลงค่าสัดส่วนเป็นค่าขนาดความสูงของเก้าอี้และความสูงของโต๊ะ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

3.5.1 การกำหนดขนาดของความสูงเก้าอี้

การกำหนดขนาดของความสูงเก้าอี้ โดยนำสัดส่วนความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) ตรวจสอบด้วยอสมการที่ 3.1 ซึ่งจะได้ช่วงความสูงของเก้าอี้ และใช้ค่ากลางของช่วงมากำหนดขนาดของเก้าอี้

3.5.2 การกำหนดขนาดของความสูงโต๊ะ

การกำหนดขนาดของความสูงโต๊ะ โดยนำสัดส่วนความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) บวกกับ ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) จากอสมการที่ 3.2 ซึ่งจะได้ช่วงความสูงโต๊ะ และใช้ค่ากลางของช่วงมากำหนดขนาดโต๊ะ

3.5.3 การกำหนดระยะที่เก้าอี้สามารถปรับได้

การกำหนดระยะที่เก้าอี้สามารถปรับได้ ปรับเปลี่ยนความสูงเก้าอี้ ให้เป็นช่วงขนาด โดยใช้ความสูงของเก้าอี้เป็นจุดศูนย์กลาง จากนั้นทำการเพิ่มลดความสูงของเก้าอี้

3.5.4 การกำหนดหนึ่งขนาดโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

โครงงานนี้ทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50, 75, 90 และ 95 ซึ่งสัดส่วนที่ใช้ในการกำหนดขนาดความสูงของโต๊ะ และความสูงของเก้าอี้ คือ ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS) ในการพิจารณาเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ ของสัดส่วนทั้ง 3 สัดส่วนจะถูกผสม เพื่อหาค่าผสมที่ให้ความเหมาะสมรวมสูงสุด การผสมของเปอร์เซ็นต์ไทล์มีทั้งหมด 4x4x4 = 64 กรณีศึกษา และทำการกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้โดยใช้ขั้นตอน 3.5.1, 3.5.2 และ 3.5.3 ในแต่ละกรณี พร้อมทั้งทำการตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละกรณีโดยใช้ขั้นตอน 3.4

3.5.5 การกำหนด 2 ขนาดโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การแบ่งข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ข้อมูลความสูงเรียงจากน้อยไปมาก แล้วใช้ส่วนสูงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของข้อมูลเป็นจุดแบ่งกลุ่ม ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ดีที่สุด ของสัดส่วนจากผลการเปรียบเทียบ 64 กรณี มากำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้โดยใช้ขั้นตอน 3.5.1, 3.5.2 และ 3.5.3 พร้อมทั้งทำการตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละกรณีโดยใช้ขั้นตอน 3.4 และทั้งทำการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้

3.5.5.1 การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้

3.5.5.2 การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้สามารถปรับได้

3.5.5.3 การเปรียบเทียบกรณีเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้

3.5.5.4 การทดสอบเชิงลึกสองขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้

3.5.6 การกำหนด 3 ขนาดโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างมาแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยใช้ข้อมูลส่วนสูงเรียงจากน้อยไปมาก และใช้ส่วนสูงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $\frac{100}{3}$, $\frac{2*100}{3}$ และใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ดีที่สุด ของสัดส่วนจากผลการเปรียบเทียบ 64 กรณี มากำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้โดยใช้ขั้นตอน 3.5.1, 3.5.2 และ 3.5.3 พร้อมทั้งทำการตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละกรณีโดยใช้ขั้นตอน 3.4 และทั้งทำการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้

3.5.6.1 การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้

3.5.6.2 การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้สามารถปรับได้

3.5.6.3 การเปรียบเทียบกรณีเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้

3.5.6.4 การทดสอบเชิงลึกสามขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้

3.5.7 การกำหนด 2 ขนาดโดยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means

ขั้นตอนวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.5.7.1 จุดศูนย์กลาง 2 จุด ถูกสุ่มขึ้นมา ซึ่งมีค่าจุดศูนย์กลางทั้ง 3 สัดส่วน คือ $\mathrm{PH_{C1}}$, $\mathrm{EHS_{C1}}$ และ $\mathrm{SHS_{C1}}$

3.5.7.2 ข้อมูลสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน ถูกจัดเข้ากลุ่มทั้งสองกลุ่ม โดยพิจารณาใหม่จากระยะห่าง $\mathrm{D_i} = \sqrt{(\mathrm{PH_i} - \mathrm{PH_{C1}})^2 + (\mathrm{EHS_i} - \mathrm{EHS_{C1}})^2 + (\mathrm{SHS_i} - \mathrm{SHS_{C1}})^2}$ ถ้าใกล้กลุ่มไหนก็จะเป็นสมาชิกของกลุ่มนั้น

3.5.7.3 เมื่อได้กลุ่มแล้ว จะทำการหาค่าเฉลี่ย แล้วตั้งค่าเฉลี่ยนั้นเป็นจุดศูนย์กลางใหม่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนในแต่ละกลุ่ม แล้วทำซ้ำจากขั้นตอนที่ 3.5.7.2 และ 3.5.7.3 ไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าจุดศูนย์กลางไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อข้อมูลถูกแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่มโดยวิธี K- means จึงนำข้อมูลของแต่ละกลุ่มมากำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้โดยใช้ขั้นตอน 3.5.1, 3.5.2 และ 3.5.3 พร้อมทั้งทำการตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละกรณีโดยใช้ขั้นตอน 3.4 และทั้งทำการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้

3.5.7.4 การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้

3.5.7.5 การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้สามารถปรับได้

3.5.7.6 การเปรียบเทียบกรณีเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้

3.5.7.7 การทดสอบเชิงลึกสองขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้

3.5.8 การกำหนด 3 ขนาดโดยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means

ขั้นตอนวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.5.8.1 จุดศูนย์กลาง 3 จุด ถูกสุ่มขึ้นมา ซึ่งมีค่าจุดศูนย์กลางทั้ง 3 สัดส่วน คือ $\mathrm{PH}_{\mathrm{C1}}$, $\mathrm{EHS}_{\mathrm{C1}}$ และ SHS_{C1}

3.5.8.2 ข้อมูลสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน ถูกจัดเข้ากลุ่มทั้งสองกลุ่ม โดยพิจารณาใหม่จากระยะห่าง $\mathrm{D_i} = \sqrt{(\mathrm{PH_i} - \mathrm{PH_{C1}})^2 + (\mathrm{EHS_i} - \mathrm{EHS_{C1}})^2 + (\mathrm{SHS_i} - \mathrm{SHS_{C1}})^2}$ ถ้าใกล้กลุ่มไหนก็จะเป็นสมาชิกของกลุ่มนั้น

3.5.8.3 เมื่อได้กลุ่มแล้ว จะทำการหาค่าเฉลี่ย แล้วตั้งค่าเฉลี่ยนั้นเป็นจุดศูนย์กลางใหม่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนในแต่ละกลุ่ม แล้วทำซ้ำจากขั้นตอนที่ 3.5.8.2 และ 3.5.8.3 ไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าจุดศูนย์กลางไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อข้อมูลถูกแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่มโดยวิธี K- means จึงนำข้อมูลของแต่ละกลุ่มมากำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้โดยใช้ขั้นตอน 3.5.1, 3.5.2 และ 3.5.3 พร้อมทั้งทำการตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละกรณีโดยใช้ขั้นตอน 3.4 และทั้งทำการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้

3.5.8.4 การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้

3.5.8.5 การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้สามารถปรับได้

3.5.8.6 การเปรียบเทียบกรณีเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้

3.5.8.7 การทดสอบเชิงลึกสองขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้

3.6 การเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้

เมื่อได้ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายแล้ว นำขนาดที่ได้มาเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้กับขนาดที่ใช้อยู่ปัจจุบัน และเปรียบเทียบระหว่างการแบ่งกลุ่มทั้งสองวิธี

3.7 วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง

สรุปแผนการดำเนินการหาขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายพร้อมจัดทำรูปเล่มโครงงาน

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงงาน

ตามแบบแผนการดำเนินโครงงาน การศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลสัดส่วนร่างกาย เพื่อวิเคราะห์ผล และนำผลมากำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่เหมาะสมกับขนาดร่างกายประชากรวัยทำงานของประเทศไทย โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel, Minitab และ Matlab เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นในการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ ผลจากการดำเนินโครงงาน มีดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษา และรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูล และศึกษางานวิจัยๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานในสำนักงาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1 โต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานยังไม่เหมาะสมกับผู้ใช้งานในสำนักงาน และแบบของโต๊ะและเก้าอี้ยังไม่ตรงตามหลักการยศาสตร์ จึงมีความเสี่ยงที่จะส่งผลเสียต่อร่างกายในอนาคต

4.1.2 ข้อมูลจากเว็บไซต์ Size Thailnd ใหม่กว่าข้อมูลจากกรมอนามัย จึงใช้ข้อมูลส่วนสูงจากเว็บไซต์นั้นมาตรวจสอบ และใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการทดสอบสมมติฐาน และตรวจสอบข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวแทนประชากรวัยทำงานของประเทศไทย

4.1.3 อสมการที่ใช้ในการตรวจสอบขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในสำนักงานนั้น ถึงแม้จะมีอสมการมากมาย แต่อสมการที่เลือกใช้ในโครงงานนี้นั้นถูกนิยมใช้ และพิสูจน์ว่าเป็นอสมการตรวจสอบความเหมาะสมที่ดี และน่าเชื่อถือ

4.1.4 เก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 857 คน เพื่ออนุมานเป็นประชากรวัยทำงานทั้งหมดของประเทศไทย และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

4.1.5 วิธีที่ใช้ในการกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ คือ วิธีการหาค่าเปอร์เซ็นไทล์ และเทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-means โดยจะทำการแบ่งกลุ่ม 2–3 กลุ่มทั้งสองวิธี

4.1.6 โปรแกรมที่เลือกใช้ คือ โปรแกรม Microsoft Excel และ Minitab ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความแม่นยำ และความถูกต้องของข้อมูล

4.2 การศึกษาอสมการที่ใช้ในการตรวจสอบขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมสำหรับโครงงาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสม (Agha and Alnahal, 2012; Chung and Wong, 2007; Evans et al., 1988) ได้กล่าวว่า มิติขนาดที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ ดังนั้น งานวิจัยในโครงงานนี้ จะใช้มิติขนาดเพียงสองด้านนี้ในการกำหนดขนาด และการแบ่งกลุ่มซึ่งอสมการที่ถูกเลือกใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมของสองมิติขนาดดังนี้

4.2.1 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมกับความสูงของโต๊ะ (Seat to Desk Height)

ความสูงของโต๊ะควรมีความสัมพันธ์กับความสูงของข้อศอกขณะนั่ง โดยข้อศอกต้องวางในแนวระนาบเดียวกับความสูงของโต๊ะ เพื่อลดความเมื่อยล้าของกระดูกสันหลัง ซึ่งมุมที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด คือ มุมที่กางออกเท่ากับ 15-20 องศา และมุมที่งอไปข้างหน้า 25 องศา จะได้ขอบล่าง และขอบบน ดังอสมการที่ 4.1 (Sanders and McCormick, 1993; Occhipinti, et al., 1985)

$$EHS \leq SDH \leq EHS*0.8517+SHS*0.14855 \quad \textbf{(4.1)}$$

โดยที่ SDH คือ ความสูงของโต๊ะ

EHS คือ ความสูงของข้อศอก

SHS คือ ความสูงของไหล่

4.2.2 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมกับความสูงของเก้าอี้ (Seat Height)

ความสูงของเก้าอี้ต้องมีความสัมพันธ์กับความสูงของขาพับ ซึ่งความสูงของเก้าอี้ต้องต่ำกว่าความสูงของขาพับเล็กน้อย เพื่อให้ขาสามารถงอได้ 5-30 องศา และเนื่องจากในสำนักงานผู้ปฏิบัติงานมีการใส่รองเท้า จึงต้องเพิ่มความสูงของส้นรองเท้าไปด้วย ดังอสมการที่ 4.2 (Parcells, et al.,1999; Gouvali and Boudolos, 2006)

$$(PH+SC)\ Cos30° \leq SH \leq (PH+SC)\ Cos5° \quad \textbf{(4.2)}$$

โดยที่ SH คือ ความสูงเก้าอี้

SC คือ ความสูงของส้นรองเท้า

PH คือ ความสูงของขาพับด้านใน

4.3 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลวัดสัดส่วนร่างกายของประชากรวัยทำงานนั้น จำนวนของกลุ่มตัวอย่างถูกกำหนดโดยใช้ตารางสำเร็จทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากมีจำนวนประชากรวัยทำงานในประเทศไทยมีมากกว่า 100,000 คน ทำให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต้องมี 400 คนขึ้นไป จึงจะสามารถอนุมานเท่ากับประชากรวัยทำงานในประเทศไทย ดังนั้น การดำเนินงานจึงทำการเก็บข้อมูลจำนวน 857 คน (แบ่งผู้ชายวัยทำงาน 427 คน และผู้หญิงวัยทำงาน 430 คน) การเก็บข้อมูลจำนวนมาก จะทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนน้อย ซึ่งขนาดสัดส่วน คือ ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS) เป็นสัดส่วนที่มีความสำคัญใน

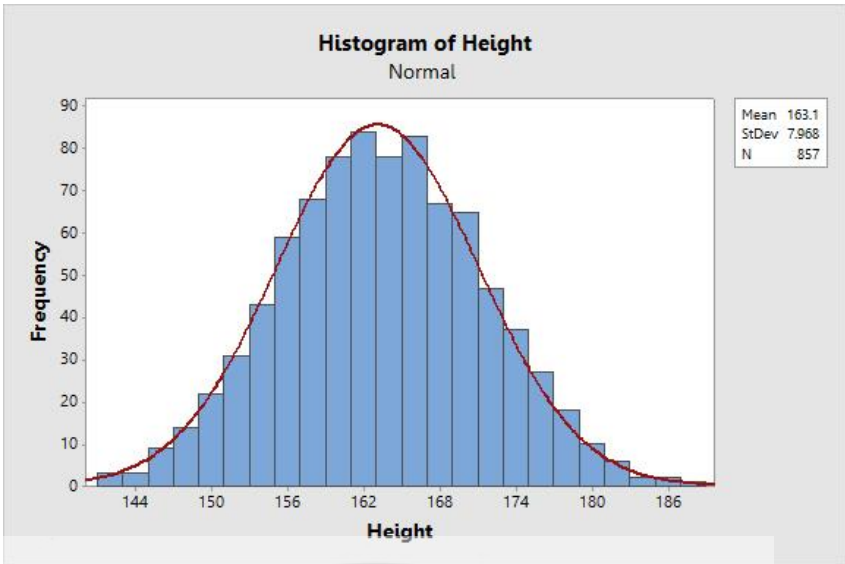
การแบ่งกลุ่ม เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมของความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ และนำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเปอร์เซ็นไทล์ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงาน

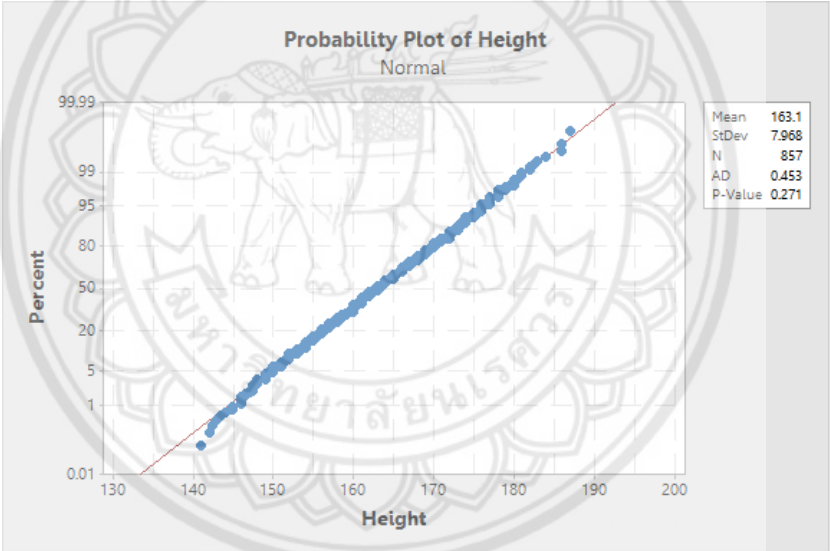
สัดส่วนร่างกาย	ค่ามากสุด	ค่าน้อยสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์ไทล์		
					5	50	95
ความสูงยืน (ซม.)	187	141	163.1033	7.967569	150	163	176
ความสูงขาพับ (ซม.)	48.5	36	41.83547	2.135252	38.5	41.8	45.5
ความสูงข้อศอก (ซม.)	33	16	23.43337	2.801336	19	23.5	28
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	65.5	49	57.79195	2.875882	53	58	62.26

4.4 การตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ

ข้อมูลแต่ละขนาดของกลุ่มตัวอย่างถูกนำมาตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ เพื่ออนุมานผลที่ได้เป็นข้อมูลของประชากรทั้งหมด จะตรวจสอบเฉพาะข้อมูลส่วนสูง ซึ่งส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนทางด้านความยาว (Oyewole et al., 2010; Roebuck et al., 1975) สัดส่วนทางด้านความยาวที่ใช้ในโครงงานนี้ คือ ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS) ดังนั้น หากข้อมูลส่วนสูงมีการแจกแจงแบบปกติแล้ว ข้อมูลสัดส่วนทางด้านความยาวต้องมีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน โครงงานนี้ใช้โปรแกรม Minitab ในการตรวจสอบ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P-Value>0.05) ผลของกราฟการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติแสดงดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 กราฟฮิสโตแกรมแสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด



รูปที่ 4.2 กราฟเส้นแสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

รูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลมีการกระจายความถี่ของข้อมูลแบบปกติ ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลาง และรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า กราฟมีจุดตัดเรียงตัวกันเป็นเส้นตรง ซึ่งแสดงถึงข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ลักษณะเกิดจุดแต่ละจุดจะอยู่ใกล้เคียงกัน และค่า P-value ของค่าสถิติ มีค่าเท่ากับ 0.271 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

4.5 การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้

อสมการตรวจสอบความเหมาะสม นำมาใช้ในการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน ซึ่งโครงงานนี้ให้ความสำคัญกับการศึกษาเชิงลึกของมิติขนาดความสูงของโต๊ะ และมิติขนาดความสูงของเก้าอี้ เป็นมิติขนาดที่ควรพิจารณาไปพร้อมๆ กัน เพราะถ้ามิติขนาดใดขนาดหนึ่งไม่เหมาะสม จะส่งผลให้ผู้ใช้งานนั่งไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ดังนั้น ความเหมาะสมรวมในโครงงานนี้ จะเป็นค่าจำนวนที่นับเฉพาะผู้ใช้งานที่มีความเหมาะสมทั้งสองมิติขนาด และเป็นตัวบ่งชี้ว่าขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ได้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ปัจจุบันมีเพียงโต๊ะและเก้าอี้ขนาดเดียวสำหรับผู้ใช้งานที่ทำงานในสำนักงานทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้สัดส่วนของผู้ใช้งานที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ในการกำหนดขนาดในการผลิตโต๊ะและเก้าอี้ เพื่อให้คนส่วนใหญ่ใช้โต๊ะและเก้าอี้ขนาดนี้ได้ แต่โครงงานนี้จะนำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างมาแบ่งกลุ่มโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means มาใช้ในการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ให้มีความเหมาะสมกับผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

4.5.1 การกำหนดขนาดโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

เนื่องจากประเทศไทยมีการผลิตโต๊ะและเก้าอี้ที่มีขนาดเดียวที่ใช้กับคนส่วนใหญ่ โดยจะใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของสัดส่วนด้านความยาวของประชากรในการกำหนดขนาด จึงทำให้มีความไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานจำนวนมาก ดังนั้น โครงงานนี้ทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50, 75, 90 และ 95 ซึ่งสัดส่วนที่ใช้ในการกำหนดขนาดความสูงของโต๊ะ และความสูงของเก้าอี้ คือ ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS) ในการพิจารณาเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ ของสัดส่วนทั้ง 3 สัดส่วนจะถูกผสม เพื่อหาค่าผสมที่ให้ความเหมาะสมรวมสูงสุด การผสมของเปอร์เซ็นต์ไทล์มีทั้งหมด 4x4x4 = 64 กรณีศึกษา และค่าสัดส่วนในแต่ละกรณีศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงของขาพับด้านใน ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่

No.	Percentile	PH	Percentile	SHS	Percentile	ESH	No.	Percentile	PH	Percentile	SHS	Percentile	ESH	No.	Percentile	PH	Percentile	SHS	Percentile	ESH	No.	Percentile	PH	Percentile	SHS	Percentile	ESH
1	50	41.8	50	58	50	23.5	17	75	43.3	50	58	50	23.5	33	90	45	50	58	50	23.5	49	95	45.5	50	58	50	23.5
2	50	41.8	50	58	75	25.2	18	75	43.3	50	58	75	25.2	34	90	45	50	58	75	25.2	50	95	45.5	50	58	75	25.2
3	50	41.8	50	58	90	27	19	75	43.3	50	58	90	27	35	90	45	50	58	90	27	51	95	45.5	50	58	90	27
4	50	41.8	50	58	95	28	20	75	43.3	50	58	95	28	36	90	45	50	58	95	28	52	95	45.5	50	58	95	28
5	50	41.8	75	59.7	50	23.5	21	75	43.3	75	59.7	50	23.5	37	90	45	75	59.7	50	23.5	53	95	45.5	75	59.7	50	23.5
6	50	41.8	75	59.7	75	25.2	22	75	43.3	75	59.7	75	25.2	38	90	45	75	59.7	75	25.2	54	95	45.5	75	59.7	75	25.2
7	50	41.8	75	59.7	90	27	23	75	43.3	75	59.7	90	27	39	90	45	75	59.7	90	27	55	95	45.5	75	59.7	90	27
8	50	41.8	75	59.7	95	28	24	75	43.3	75	59.7	95	28	40	90	45	75	59.7	95	28	56	95	45.5	75	59.7	95	28
9	50	41.8	90	61.5	50	23.5	25	75	43.3	90	61.5	50	23.5	41	90	45	90	61.5	50	23.5	57	95	45.5	90	61.5	50	23.5
10	50	41.8	90	61.5	75	25.2	26	75	43.3	90	61.5	75	25.2	42	90	45	90	61.5	75	25.2	58	95	45.5	90	61.5	75	25.2
11	50	41.8	90	61.5	90	27	27	75	43.3	90	61.5	90	27	43	90	45	90	61.5	90	27	59	95	45.5	90	61.5	90	27
12	50	41.8	90	61.5	95	28	28	75	43.3	90	61.5	95	28	44	90	45	90	61.5	95	28	60	95	45.5	90	61.5	95	28
13	50	41.8	95	62.3	50	23.5	29	75	43.3	95	62.3	50	23.5	45	90	45	95	62.26	50	23.5	61	95	45.5	95	62.26	50	23.5
14	50	41.8	95	62.3	75	25.2	30	75	43.3	95	62.3	75	25.2	46	90	45	95	62.26	75	25.2	62	95	45.5	95	62.26	75	25.2
15	50	41.8	95	62.3	90	27	31	75	43.3	95	62.3	90	27	47	90	45	95	62.26	90	27	63	95	45.5	95	62.26	90	27
16	50	41.8	95	62.3	95	28	32	75	43.3	95	62.3	95	28	48	90	45	95	62.26	95	28	64	95	45.5	95	62.26	95	28

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าของความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS) ค่าสัดส่วนทั้ง 3 สัดส่วน ในแต่ละกรณีศึกษาถูกใช้ในการกำหนดความสูงเก้าอี้ และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงโต๊ะ โดยใช้อสมการที่ 4.1 และ 4.2 หาช่วงความสูง และใช้ค่ากลางของช่วงความสูงกำหนดขนาดความสูงเก้าอี้ และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงโต๊ะ จากนั้นขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในแต่ละกรณีศึกษาถูกทดสอบความเหมาะสม โดยใช้อสมการที่ 4.1 และ 4.2 แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
1	40.78	86.93	6.42	6.65	66.84	58.58	12.95	15.4	17	42.18	72	0.58	27.42	68.24	49.47	14.59	7.93
2	40.78	86.93	6.42	6.65	68.41	48.89	4.78	33.26	18	42.18	72	0.58	27.42	69.81	45.27	5.72	21
3	40.78	86.93	6.42	6.65	70.08	33.96	0.7	52.28	19	42.18	72	0.58	27.42	71.48	34.42	1.4	36.17
4	40.78	86.93	6.42	6.65	71.01	21.94	0.23	64.76	20	42.18	72	0.58	27.42	72.41	23.45	0.58	47.96
5	40.78	86.93	6.42	6.65	66.97	57.64	12.95	16.34	21	42.18	72	0.58	27.42	68.37	49.01	14.59	8.4
6	40.78	86.93	6.42	6.65	68.54	47.84	4.32	34.77	22	42.18	72	0.58	27.42	69.94	44.57	5.37	22.05
7	40.78	86.93	6.42	6.65	70.21	32.56	0.7	53.68	23	42.18	72	0.58	27.42	71.61	33.02	1.4	37.57
8	40.78	86.93	6.42	6.65	71.13	20.54	0.23	66.16	24	42.18	72	0.58	27.42	72.53	22.17	0.58	49.24
9	40.78	86.93	6.42	6.65	67.1	57.29	11.32	18.32	25	42.18	72	0.58	27.42	68.5	49.36	12.95	9.68
10	40.78	86.93	6.42	6.65	68.67	46.44	4.32	36.17	26	42.18	72	0.58	27.42	70.07	43.52	5.37	23.1
11	40.78	86.93	6.42	6.65	70.34	31.16	0.47	55.31	27	42.18	72	0.58	27.42	71.74	31.51	1.17	39.32
12	40.78	86.93	6.42	6.65	71.27	18.9	0.23	67.79	28	42.18	72	0.58	27.42	72.67	20.54	0.58	50.88
13	40.78	86.93	6.42	6.65	67.16	56.36	11.32	19.25	29	42.18	72	0.58	27.42	68.56	48.42	12.95	10.62
14	40.78	86.93	6.42	6.65	68.73	45.62	4.32	36.99	30	42.18	72	0.58	27.42	70.13	43.29	5.37	23.34
15	40.78	86.93	6.42	6.65	70.4	30.34	0.47	56.13	31	42.18	72	0.58	27.42	71.8	30.69	1.17	40.14
16	40.78	86.93	6.42	6.65	71.32	18.67	0.12	68.14	32	42.18	72	0.58	27.42	72.72	20.19	0.47	51.34

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่าง โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
33	43.76	47.37	0	52.63	69.82	33.14	12.95	1.28	49	44.23	38.39	0	61.61	70.29	26.25	11.67	0.47
34	43.76	47.37	0	52.63	71.39	33.84	5.6	7.93	50	44.23	38.39	0	61.61	71.86	28.12	5.25	5.02
35	43.76	47.37	0	52.63	73.06	27.3	1.75	18.32	51	44.23	38.39	0	61.61	73.53	24.04	1.75	12.6
36	43.76	47.37	0	52.63	73.99	19.02	0.93	27.42	52	44.23	38.39	0	61.61	74.46	16.92	0.93	20.54
37	43.76	47.37	0	52.63	69.95	32.91	12.95	1.52	53	44.23	38.39	0	61.61	70.42	26.02	11.67	0.7
38	43.76	47.37	0	52.63	71.52	33.37	5.25	8.75	54	44.23	38.39	0	61.61	71.99	27.65	5.02	5.72
39	43.76	47.37	0	52.63	73.19	26.02	1.75	19.6	55	44.23	38.39	0	61.61	73.66	22.99	1.75	13.65
40	43.76	47.37	0	52.63	74.11	18.09	0.93	28.35	56	44.23	38.39	0	61.61	74.58	16.1	0.93	21.35
41	43.76	47.37	0	52.63	70.08	33.61	11.9	1.87	57	44.23	38.39	0	61.61	70.55	26.72	10.74	0.93
42	43.76	47.37	0	52.63	71.65	32.56	5.25	9.57	58	44.23	38.39	0	61.61	72.12	26.95	5.02	6.42
43	43.76	47.37	0	52.63	73.32	24.85	1.52	21	59	44.23	38.39	0	61.61	73.79	22.05	1.52	14.82
44	43.76	47.37	0	52.63	74.25	16.92	0.93	29.52	60	44.23	38.39	0	61.61	74.72	15.05	0.93	22.4
45	43.76	47.37	0	52.63	70.14	33.26	11.9	2.22	61	44.23	38.39	0	61.61	70.61	26.49	10.74	1.17
46	43.76	47.37	0	52.63	71.71	32.44	5.25	9.68	62	44.23	38.39	0	61.61	72.18	26.95	5.02	6.42
47	43.76	47.37	0	52.63	73.38	24.27	1.52	21.59	63	44.23	38.39	0	61.61	73.85	21.59	1.52	15.29
48	43.76	47.37	0	52.63	74.3	16.57	0.82	29.99	64	44.23	38.39	0	61.61	74.77	14.7	0.82	22.87

ผลของร้อยละความเหมาะสมรวม ตารางที่ 4.3 เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ พบว่า กรณีศึกษาที่ 1 ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของทุกสัดส่วน มีจำนวนความเหมาะสมรวมสูงสุดเท่ากับ 502 คน (ร้อยละ 58.58) โดยมีความสูงของเก้าอี้เท่ากับ 40.78 เซนติเมตร ร้อยละความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ต่ำเกินไป เก้าอี้สูงเกินไป เท่ากับ 6.42, 6.65 ตามลำดับ และความสูงของโต๊ะเท่ากับ 66.84 เซนติเมตร ร้อยละความไม่เหมาะสมของโต๊ะต่ำเกินไป โต๊ะสูงเกินไป เท่ากับ 12.95, 15.40 ตามลำดับ

ปัจจุบันจะเห็นได้ว่า เก้าอี้มาตรฐานที่ใช้ในสำนักงาน มีช่วงปรับระยะได้ถึง 12 เซนติเมตร แต่ก็ยังเหมาะสมเพียงเฉพาะกลุ่มเท่านั้น ดังนั้น โครงงานนี้จึงทำการทดสอบกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ โดยเริ่มจากระยะที่สามารถปรับได้ 5 เซนติเมตร เพิ่มขึ้นเป็นระยะที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร, 7 เซนติเมตร, 9 เซนติเมตร และ 12 เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.4 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 5 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
1	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	66.84	80.05	9.33	10.27	17	39.68-44.68	98.48	0	1.52	68.24	75.5	4.78	18.2
2	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	68.41	74.1	4.2	21.35	18	39.68-44.68	98.48	0	1.52	69.81	65.81	2.22	30.46
3	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	70.08	61.49	1.63	36.52	19	39.68-44.68	98.48	0	1.52	71.48	54.14	0.82	43.52
4	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	71.01	51.46	1.05	47.14	20	39.68-44.68	98.48	0	1.52	72.41	45.51	0.7	52.28
5	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	66.97	80.05	8.63	10.97	21	39.68-44.68	98.48	0	1.52	68.37	74.45	4.67	19.37
6	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	68.54	73.63	4.08	21.94	22	39.68-44.68	98.48	0	1.52	69.94	65.34	2.1	31.04
7	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	70.21	60.09	1.52	38.04	23	39.68-44.68	98.48	0	1.52	71.61	52.28	0.82	45.39
8	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	71.13	50.18	1.05	48.42	24	39.68-44.68	98.48	0	1.52	72.53	44.11	0.7	53.68
9	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	67.1	79.11	8.52	12.02	25	39.68-44.68	98.48	0	1.52	68.5	74.1	4.55	19.84
10	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	68.67	72.81	3.62	23.22	26	39.68-44.68	98.48	0	1.52	70.07	64.53	1.87	32.09
11	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	70.34	58.69	1.4	39.56	27	39.68-44.68	98.48	0	1.52	71.74	51.11	0.82	46.56
12	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	71.27	49.82	0.7	49.12	28	39.68-44.68	98.48	0	1.52	72.67	42.59	0.7	55.19
13	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	67.16	78.65	8.52	12.49	29	39.68-44.68	98.48	0	1.52	68.56	73.86	4.43	20.19
14	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	68.73	72.81	3.38	23.45	30	39.68-44.68	98.48	0	1.52	70.13	63.83	1.87	32.79
15	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	70.4	57.99	1.28	40.37	31	39.68-44.68	98.48	0	1.52	71.8	50.88	0.82	46.79
16	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	71.32	49.71	0.7	49.24	32	39.68-44.68	98.48	0	1.52	72.72	41.77	0.7	56.01

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 5 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
33	41.26-46.26	87.05	0	12.95	69.82	63.36	3.27	20.42	49	41.73-46.73	81.68	0	18.32	70.29	59.39	3.03	19.25
34	41.26-46.26	87.05	0	12.95	71.39	55.19	1.05	30.81	50	41.73-46.73	81.68	0	18.32	71.86	51.11	0.93	29.64
35	41.26-46.26	87.05	0	12.95	73.06	41.54	0.7	44.81	51	41.73-46.73	81.68	0	18.32	73.53	37.34	0.58	43.76
36	41.26-46.26	87.05	0	12.95	73.99	33.84	0.35	52.86	52	41.73-46.73	81.68	0	18.32	74.46	29.99	0.23	51.46
37	41.26-46.26	87.05	0	12.95	69.95	62.78	3.27	21	53	41.73-46.73	81.68	0	18.32	70.42	58.23	3.03	20.42
38	41.26-46.26	87.05	0	12.95	71.52	54.03	1.05	31.97	54	41.73-46.73	81.68	0	18.32	71.99	50.53	0.93	30.22
39	41.26-46.26	87.05	0	12.95	73.19	40.02	0.7	46.32	55	41.73-46.73	81.68	0	18.32	73.66	35.94	0.58	45.16
40	41.26-46.26	87.05	0	12.95	74.11	32.21	0.23	54.61	56	41.73-46.73	81.68	0	18.32	74.58	29.17	0.23	52.28
41	41.26-46.26	87.05	0	12.95	70.08	62.43	2.92	21.7	57	41.73-46.73	81.68	0	18.32	70.55	57.76	2.92	21
42	41.26-46.26	87.05	0	12.95	71.65	52.98	1.05	33.02	58	41.73-46.73	81.68	0	18.32	72.12	49.36	0.93	31.39
43	41.26-46.26	87.05	0	12.95	73.32	38.86	0.7	47.49	59	41.73-46.73	81.68	0	18.32	73.79	35.36	0.58	45.74
44	41.26-46.26	87.05	0	12.95	74.25	30.46	0.23	56.36	60	41.73-46.73	81.68	0	18.32	74.72	27.77	0.23	53.68
45	41.26-46.26	87.05	0	12.95	70.14	61.96	2.92	22.17	61	41.73-46.73	81.68	0	18.32	70.61	57.29	2.92	21.47
46	41.26-46.26	87.05	0	12.95	71.71	52.74	1.05	33.26	62	41.73-46.73	81.68	0	18.32	72.18	48.89	0.93	31.86
47	41.26-46.26	87.05	0	12.95	73.38	38.27	0.7	48.07	63	41.73-46.73	81.68	0	18.32	73.85	34.89	0.58	46.21
48	41.26-46.26	87.05	0	12.95	74.3	30.46	0.23	56.36	64	41.73-46.73	81.68	0	18.32	74.77	27.65	0.23	53.79

ตารางที่ 4.5 ตารางผลการวิเคราะห์ความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
1	37.78-43.78	100	0	0	66.84	80.05	9.57	10.39	17	39.18-45.18	99.42	0	0.58	68.24	75.73	4.55	19.14
2	37.78-43.78	100	0	0	68.41	74.45	4.43	21.12	18	39.18-45.18	99.42	0	0.58	69.81	65.81	2.22	31.39
3	37.78-43.78	100	0	0	70.08	63.71	1.87	34.42	19	39.18-45.18	99.42	0	0.58	71.48	54.84	0.82	43.76
4	37.78-43.78	100	0	0	71.01	54.84	1.28	43.87	20	39.18-45.18	99.42	0	0.58	72.41	46.56	0.7	52.16
5	37.78-43.78	100	0	0	66.97	80.05	8.87	11.09	21	39.18-45.18	99.42	0	0.58	68.37	74.68	4.43	20.3
6	37.78-43.78	100	0	0	68.54	73.86	4.32	21.82	22	39.18-45.18	99.42	0	0.58	69.94	65.34	2.1	31.97
7	37.78-43.78	100	0	0	70.21	62.08	1.75	36.17	23	39.18-45.18	99.42	0	0.58	71.61	53.09	0.82	45.51
8	37.78-43.78	100	0	0	71.13	53.44	1.28	45.27	24	39.18-45.18	99.42	0	0.58	72.53	45.62	0.7	53.09
9	37.78-43.78	100	0	0	67.1	79.11	8.75	12.14	25	39.18-45.18	99.42	0	0.58	68.5	74.21	4.43	20.77
10	37.78-43.78	100	0	0	68.67	73.16	3.85	22.99	26	39.18-45.18	99.42	0	0.58	70.07	64.64	1.87	32.91
11	37.78-43.78	100	0	0	70.34	60.56	1.63	37.81	27	39.18-45.18	99.42	0	0.58	71.74	51.93	0.82	46.67
12	37.78-43.78	100	0	0	71.27	52.28	0.93	46.79	28	39.18-45.18	99.42	0	0.58	72.67	43.87	0.7	54.84
13	37.78-43.78	100	0	0	67.16	78.88	8.63	12.49	29	39.18-45.18	99.42	0	0.58	68.56	73.98	4.32	21.12
14	37.78-43.78	100	0	0	68.73	73.16	3.62	23.22	30	39.18-45.18	99.42	0	0.58	70.13	63.94	1.87	33.61
15	37.78-43.78	100	0	0	70.4	60.21	1.52	38.27	31	39.18-45.18	99.42	0	0.58	71.8	51.81	0.82	46.79
16	37.78-43.78	100	0	0	71.32	51.93	0.82	47.26	32	39.18-45.18	99.42	0	0.58	72.72	43.06	0.7	55.66

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณี สำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
33	40.76-46.76	93.35	0	6.65	69.82	64.99	2.57	25.79	49	41.23-47.23	87.05	0	12.95	70.29	60.91	2.33	23.8
34	40.76-46.76	93.35	0	6.65	71.39	55.43	0.93	36.99	50	41.23-47.23	87.05	0	12.95	71.86	51.46	0.82	34.77
35	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.06	41.89	0.7	50.76	51	41.23-47.23	87.05	0	12.95	73.53	37.46	0.58	49.01
36	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.99	34.07	0.35	58.93	52	41.23-47.23	87.05	0	12.95	74.46	29.99	0.23	56.83
37	40.76-46.76	93.35	0	6.65	69.95	64.18	2.57	26.6	53	41.23-47.23	87.05	0	12.95	70.42	59.74	2.33	24.97
38	40.76-46.76	93.35	0	6.65	71.52	54.26	0.82	38.27	54	41.23-47.23	87.05	0	12.95	71.99	50.76	0.7	35.59
39	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.19	40.61	0.7	52.04	55	41.23-47.23	5	0	12.95	73.66	36.06	0.58	50.41
40	40.76-46.76	93.35	0	6.65	74.11	32.56	0.23	60.56	56	41.23-47.23	87.05	0	12.95	74.58	29.4	0.23	57.41
41	40.76-46.76	93.35	0	6.65	70.08	64.06	1.98	27.3	57	41.23-47.23	87.05	0	12.95	70.55	59.63	1.87	25.55
42	40.76-46.76	93.35	0	6.65	71.65	53.21	0.82	39.32	58	41.23-47.23	87.05	0	12.95	72.12	49.59	0.7	36.76
43	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.32	39.44	0.7	53.21	59	41.23-47.23	87.05	0	12.95	73.79	35.59	0.47	50.99
44	40.76-46.76	93.35	0	6.65	74.25	30.92	0.23	62.19	60	41.23-47.23	87.05	0	12.95	74.72	27.89	0.23	58.93
45	40.76-46.76	93.35	0	6.65	70.14	63.59	1.98	27.77	61	41.23-47.23	87.05	0	12.95	70.61	59.16	1.87	26.02
46	40.76-46.76	93.35	0	6.65	71.71	52.98	0.82	39.56	62	41.23-47.23	87.05	0	12.95	72.18	49.12	0.7	37.22
47	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.38	38.97	0.7	53.68	63	41.23-47.23	87.05	0	12.95	73.85	35.24	0.47	51.34
48	40.76-46.76	93.35	0	6.65	74.3	30.92	0.23	62.19	64	41.23-47.23	87.05	0	12.95	74.77	27.77	0.23	59.04

ตารางที่ 4.6 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 7 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
1	37.28-44.28	100	0	0	66.84	80.05	9.57	10.39	17	38.68-45.68	99.88	0	0.12	68.24	75.73	4.55	19.6
2	37.28-44.28	100	0	0	68.41	74.56	4.43	21	18	38.68-45.68	99.88	0	0.12	69.81	65.81	2.22	31.86
3	37.28-44.28	100	0	0	70.08	64.29	1.87	33.84	19	38.68-45.68	99.88	0	0.12	71.48	54.96	0.82	44.11
4	37.28-44.28	100	0	0	71.01	56.71	1.28	42.01	20	38.68-45.68	99.88	0	0.12	72.41	47.26	0.7	51.93
5	37.28-44.28	100	0	0	66.97	80.05	8.87	11.09	21	38.68-45.68	99.88	0	0.12	68.37	74.68	4.43	20.77
6	37.28-44.28	100	0	0	68.54	73.98	4.32	21.7	22	38.68-45.68	99.88	0	0.12	69.94	65.34	2.1	32.44
7	37.28-44.28	100	0	0	70.21	63.01	1.75	35.24	23	38.68-45.68	99.88	0	0.12	71.61	53.33	0.82	45.74
8	37.28-44.28	100	0	0	71.13	55.43	1.28	43.29	24	38.68-45.68	99.88	0	0.12	72.53	46.32	0.7	52.86
9	37.28-44.28	100	0	0	67.1	79.11	8.75	12.14	25	38.68-45.68	99.88	0	0.12	68.5	74.21	4.43	21.24
10	37.28-44.28	100	0	0	68.67	73.4	3.85	22.75	26	38.68-45.68	99.88	0	0.12	70.07	64.64	1.87	33.37
11	37.28-44.28	100	0	0	70.34	61.84	1.63	36.52	27	38.68-45.68	99.88	0	0.12	71.74	52.04	0.82	47.02
12	37.28-44.28	100	0	0	71.27	54.49	0.93	44.57	28	38.68-45.68	99.88	0	0.12	72.67	44.92	0.7	54.26
13	37.28-44.28	100	0	0	67.16	78.88	8.63	12.49	29	38.68-45.68	99.88	0	0.12	68.56	73.98	4.32	21.59
14	37.28-44.28	100	0	0	68.73	73.4	3.62	22.99	30	38.68-45.68	99.88	0	0.12	70.13	63.94	1.87	34.07
15	37.28-44.28	100	0	0	70.4	61.26	1.52	37.22	31	38.68-45.68	99.88	0	0.12	71.8	51.93	0.82	47.14
16	37.28-44.28	100	0	0	71.32	54.49	0.82	44.69	32	38.68-45.68	99.88	0	0.12	72.72	44.11	0.7	55.08

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 7 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
33	40.26-47.26	95.92	0	4.08	69.82	65.69	2.22	28	49	40.73-47.73	93.35	0	6.65	70.29	62.19	1.75	29.4
34	40.26-47.26	95.92	0	4.08	71.39	55.54	0.82	39.56	50	40.73-47.73	93.35	0	6.65	71.86	51.58	0.7	41.07
35	40.26-47.26	95.92	0	4.08	73.06	41.89	0.7	53.33	51	40.73-47.73	93.35	0	6.65	73.53	37.46	0.58	55.31
36	40.26-47.26	95.92	0	4.08	73.99	34.31	0.35	61.26	52	40.73-47.73	93.35	0	6.65	74.46	29.99	0.23	63.13
37	40.26-47.26	95.92	0	4.08	69.95	64.99	2.1	28.82	53	40.73-47.73	93.35	0	6.65	70.42	61.14	1.63	30.57
38	40.26-47.26	95.92	0	4.08	71.52	54.26	0.82	40.84	54	40.73-47.73	93.35	0	6.65	71.99	50.76	0.7	41.89
39	40.26-47.26	95.92	0	4.08	73.19	40.61	0.7	54.61	55	40.73-47.73	93.35	0	6.65	73.66	36.17	0.47	56.71
40	40.26-47.26	95.92	0	4.08	74.11	32.91	0.23	62.78	56	40.73-47.73	93.35	0	6.65	74.58	29.4	0.23	63.71
41	40.26-47.26	95.92	0	4.08	70.08	64.41	1.87	29.64	57	40.73-47.73	93.35	0	6.65	70.55	60.56	1.63	31.16
42	40.26-47.26	95.92	0	4.08	71.65	53.21	0.82	41.89	58	40.73-47.73	93.35	0	6.65	72.12	49.59	0.7	43.06
43	40.26-47.26	95.92	0	4.08	73.32	39.44	0.7	55.78	59	40.73-47.73	93.35	0	6.65	73.79	35.59	0.47	57.29
44	40.26-47.26	95.92	0	4.08	74.25	31.04	0.23	64.64	60	40.73-47.73	93.35	0	6.65	74.72	27.89	0.23	65.23
45	40.26-47.26	95.92	0	4.08	70.14	63.83	1.87	30.22	61	40.73-47.73	93.35	0	6.65	70.61	59.86	1.63	31.86
46	40.26-47.26	95.92	0	4.08	71.71	52.98	0.82	42.12	62	40.73-47.73	93.35	0	6.65	72.18	49.12	0.7	43.52
47	40.26-47.26	95.92	0	4.08	73.38	38.97	0.7	56.24	63	40.73-47.73	93.35	0	6.65	73.85	35.24	0.47	57.64
48	40.26-47.26	95.92	0	4.08	74.3	31.04	0.23	64.64	64	40.73-47.73	93.35	0	6.65	74.77	27.77	0.23	65.34

ตารางที่ 4.7 ตารางผลทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 9 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
1	36.28-45.28	100	0	0	66.84	80.05	9.57	10.39	17	37.68-46.68	100	0	0	68.24	75.73	4.55	19.72
2	36.28-45.28	100	0	0	68.41	74.56	4.43	21	18	37.68-46.68	100	0	0	69.81	65.81	2.22	31.97
3	36.28-45.28	100	0	0	70.08	64.53	1.87	33.61	19	37.68-46.68	100	0	0	71.48	54.96	0.82	44.22
4	36.28-45.28	100	0	0	71.01	57.64	1.28	41.07	20	37.68-46.68	100	0	0	72.41	47.49	0.7	51.81
5	36.28-45.28	100	0	0	66.97	80.05	8.87	11.09	21	37.68-46.68	100	0	0	68.37	74.68	4.43	20.89
6	36.28-45.28	100	0	0	68.54	73.98	4.32	21.7	22	37.68-46.68	100	0	0	69.94	65.34	2.10	32.56
7	36.28-45.28	100	0	0	70.21	63.13	1.75	35.12	23	37.68-46.68	100	0	0	71.61	53.33	0.82	45.86
8	36.28-45.28	100	0	0	71.13	56.71	1.28	42.01	24	37.68-46.68	100	0	0	72.53	46.79	0.70	52.51
9	36.28-45.28	100	0	0	67.1	79.11	8.75	12.14	25	37.68-46.68	100	0	0	68.5	74.21	4.43	21.35
10	36.28-45.28	100	0	0	68.67	73.4	3.85	22.75	26	37.68-46.68	100	0	0	70.07	64.64	1.87	33.49
11	36.28-45.28	100	0	0	70.34	61.96	1.63	36.41	27	37.68-46.68	100	0	0	71.74	52.04	0.82	47.14
12	36.28-45.28	100	0	0	71.27	56.01	0.93	43.06	28	37.68-46.68	100	0	0	72.67	45.51	0.70	53.79
13	36.28-45.28	100	0	0	67.16	78.88	8.63	12.49	29	37.68-46.68	100	0	0	68.56	73.98	4.32	21.7
14	36.28-45.28	100	0	0	68.73	73.4	3.62	22.99	30	37.68-46.68	100	0	0	70.13	63.94	1.87	34.19
15	36.28-45.28	100	0	0	70.4	61.49	1.52	36.99	31	37.68-46.68	100	0	0	71.8	51.93	0.82	47.26
16	36.28-45.28	100	0	0	71.32	55.78	0.82	43.41	32	37.68-46.68	100	0	0	72.72	44.69	0.7	54.61

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 9 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
33	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	69.82	65.81	2.22	31.39	49	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	70.29	62.43	1.75	34.31
34	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	71.39	55.54	0.82	43.06	50	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	71.86	51.58	0.7	46.21
35	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	73.06	41.89	0.7	56.83	51	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	73.53	37.46	0.58	60.44
36	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	73.99	34.31	0.35	64.76	52	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	74.46	29.99	0.23	68.26
37	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	69.95	65.11	2.1	32.21	53	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	70.42	61.38	1.63	35.47
38	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	71.52	54.26	0.82	44.34	54	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	71.99	50.76	0.7	47.02
39	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	73.19	40.61	0.7	58.11	55	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	73.66	36.17	0.47	61.84
40	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	74.11	32.91	0.23	66.28	56	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	74.58	29.4	0.23	68.84
41	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	70.08	64.53	1.87	33.02	57	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	70.55	61.03	1.4	36.06
42	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	71.65	53.21	0.82	45.39	58	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	72.12	49.59	0.7	48.19
43	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	73.32	39.44	0.7	59.28	59	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	73.79	35.59	0.47	62.43
44	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	74.25	31.04	0.23	68.14	60	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	74.72	27.89	0.23	70.36
45	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	70.14	63.94	1.87	33.61	61	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	70.61	60.33	1.4	36.76
46	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	71.71	52.98	0.82	45.62	62	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	72.18	49.12	0.7	48.66
47	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	73.38	38.97	0.7	59.74	63	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	73.85	35.24	0.47	62.78
48	39.26 - 48.26	99.42	0	0.58	74.3	31.04	0.23	68.14	64	39.73 - 48.73	98.48	0	1.52	74.77	27.77	0.23	70.48

ตารางที่ 4.8 ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 12 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
1	34.78-46.78	100	0	0	66.84	80.05	9.57	10.39	17	36.18-48.18	100	0	0	68.24	75.73	4.55	19.72
2	34.78-46.78	100	0	0	68.41	74.56	4.43	21	18	36.18-48.18	100	0	0	69.81	65.81	2.22	31.97
3	34.78-46.78	100	0	0	70.08	64.53	1.87	33.61	19	36.18-48.18	100	0	0	71.48	54.96	0.82	44.22
4	34.78-46.78	100	0	0	71.01	57.64	1.28	41.07	20	36.18-48.18	100	0	0	72.41	47.49	0.7	51.81
5	34.78-46.78	100	0	0	66.97	80.05	8.87	11.09	21	36.18-48.18	100	0	0	68.37	74.68	4.43	20.89
6	34.78-46.78	100	0	0	68.54	73.98	4.32	21.7	22	36.18-48.18	100	0	0	69.94	65.34	2.1	32.56
7	34.78-46.78	100	0	0	70.21	63.13	1.75	35.12	23	36.18-48.18	100	0	0	71.61	53.33	0.82	45.86
8	34.78-46.78	100	0	0	71.13	56.71	1.28	42.01	24	36.18-48.18	100	0	0	72.53	46.79	0.7	52.51
9	34.78-46.78	100	0	0	67.1	79.11	8.75	12.14	25	36.18-48.18	100	0	0	68.5	74.21	4.43	21.35
10	34.78-46.78	100	0	0	68.67	73.4	3.85	22.75	26	36.18-48.18	100	0	0	70.07	64.64	1.87	33.49
11	34.78-46.78	100	0	0	70.34	61.96	1.63	36.41	27	36.18-48.18	100	0	0	71.74	52.04	0.82	47.14
12	34.78-46.78	100	0	0	71.27	56.01	0.93	43.06	28	36.18-48.18	100	0	0	72.67	45.51	0.7	53.79
13	34.78-46.78	100	0	0	67.16	78.88	8.63	12.49	29	36.18-48.18	100	0	0	68.56	73.98	4.32	21.7
14	34.78-46.78	100	0	0	68.73	73.4	3.62	22.99	30	36.18-48.18	100	0	0	70.13	63.94	1.87	34.19
15	34.78-46.78	100	0	0	70.4	61.49	1.52	36.99	31	36.18-48.18	100	0	0	71.8	51.93	0.82	47.26
16	34.78-46.78	100	0	0	71.32	55.78	0.82	43.41	32	36.18-48.18	100	0	0	72.72	44.69	0.7	54.61

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ตารางผลการทดสอบความสูงของขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับทดสอบตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับได้ 12 เซนติเมตร)

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
33	37.76-49.76	100	0	0	69.82	65.81	2.22	31.97	49	38.23-50.23	99.88	0	0.12	70.29	62.43	1.75	35.71
34	37.76-49.76	100	0	0	71.39	55.54	0.82	43.64	50	38.23-50.23	99.88	0	0.12	71.86	51.58	0.7	47.61
35	37.76-49.76	100	0	0	73.06	41.89	0.7	57.41	51	38.23-50.23	99.88	0	0.12	73.53	37.46	0.58	61.84
36	37.76-49.76	100	0	0	73.99	34.31	0.35	65.34	52	38.23-50.23	99.88	0	0.12	74.46	29.99	0.23	69.66
37	37.76-49.76	100	0	0	69.95	65.11	2.1	32.79	53	38.23-50.23	99.88	0	0.12	70.42	61.49	1.52	36.87
38	37.76-49.76	100	0	0	71.52	54.26	0.82	44.92	54	38.23-50.23	99.88	0	0.12	71.99	50.76	0.7	48.42
39	37.76-49.76	100	0	0	73.19	40.61	0.7	58.69	55	38.23-50.23	99.88	0	0.12	73.66	36.17	0.47	63.24
40	37.76-49.76	100	0	0	74.11	32.91	0.23	66.86	56	38.23-50.23	99.88	0	0.12	74.58	29.4	0.23	70.25
41	37.76-49.76	100	0	0	70.08	64.53	1.87	33.61	57	38.23-50.23	99.88	0	0.12	70.55	61.03	1.4	37.46
42	37.76-49.76	100	0	0	71.65	53.21	0.82	45.97	58	38.23-50.23	99.88	0	0.12	72.12	49.59	0.7	49.59
43	37.76-49.76	100	0	0	73.32	39.44	0.7	59.86	59	38.23-50.23	99.88	0	0.12	73.79	35.59	0.47	63.83
44	37.76-49.76	100	0	0	74.25	31.04	0.23	68.73	60	38.23-50.23	99.88	0	0.12	74.72	27.89	0.23	71.76
45	37.76-49.76	100	0	0	70.14	63.94	1.87	34.19	61	38.23-50.23	99.88	0	0.12	70.61	60.33	1.4	38.16
46	37.76-49.76	100	0	0	71.71	52.98	0.82	46.21	62	38.23-50.23	99.88	0	0.12	72.18	49.12	0.7	50.06
47	37.76-49.76	100	0	0	73.38	38.97	0.7	60.33	63	38.23-50.23	99.88	0	0.12	73.85	35.24	0.47	64.18
48	37.76-49.76	100	0	0	74.3	31.04	0.23	68.73	64	38.23-50.23	99.88	0	0.12	74.77	27.77	0.23	71.88

กรณีที่สามารถปรับเก้าอี้ได้นั้น ผลของร้อยละความเหมาะสมรวมจากกรณีศึกษาที่ 1 ของตารางที่ 4.5, 4.6, 4.7 และ 4.8 มีจำนวนความเหมาะสมรวมมากที่สุด คือ 686 คน (ร้อยละ 80.05) และกรณีศึกษาที่ 1 คือ สัดส่วนที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของทุกช่วงการปรับของเก้าอี้ยังคงให้ความเหมาะสมรวมสูงสุด ดังนั้น เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ผลการทดสอบความเหมาะสมของเก้าอี้ที่ปรับได้แต่ละช่วงการปรับในกรณีที่ 1 ถูกรวบรวม แสดงดังในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ขนาดเดียวที่แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50

เปอร์เซ็นไทล์ การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง
เก้าอี้ (ปรับไม่ได้)	40.78	86.93	6.42	6.65	66.84	58.58	12.95	15.4
เก้าอี้ (ปรับได้ 5 ซม.)	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	66.84	80.05	9.33	10.27
เก้าอี้ (ปรับได้ 6 ซม.)	37.78-43.78	100	0	0	66.84	80.05	9.57	10.39
เก้าอี้ (ปรับได้ 7 ซม.)	37.28-44.28	100	0	0	66.84	80.05	9.57	10.39
เก้าอี้ (ปรับได้ 9 ซม.)	36.28-45.28	100	0	0	66.84	80.05	9.57	10.39
เก้าอี้ (ปรับได้ 12 ซม.)	34.78-46.78	100	0	0	66.84	80.05	9.57	10.39

4.4.5.1 การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่มโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ในการกำหนดขนาด

การแบ่งข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ข้อมูลความสูงเรียงจากน้อยไปมาก แล้วใช้ค่ากลาง (mean) ของข้อมูลเป็นจุดแบ่งกลุ่ม ซึ่งกลุ่มแรกขนาด S มีจำนวน 428 คน และกลุ่มที่สองขนาด L มีจำนวน 429 คน ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนแต่ละกลุ่มในการกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ จากผลการเปรียบเทียบ 64 กรณี พบว่า ร้อยละความเหมาะสมรวมที่มากที่สุด คือ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ดังนั้น จึงใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 มาทำการกำหนดขนาดทั้ง 2 กลุ่ม พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

ก. การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ ผลการทดสอบความเหมาะสมของขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในแต่ละกลุ่ม แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 สองขนาดที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50

เปอร์เซ็นไทล์แบบแบ่งกลุ่ม การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%) เก้าอี้ปรับไม่ได้									เหมาะสมรวม	เหมาะสมรวมทั้งหมด
กรณีศึกษา	ความสูงของเก้าอี้	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		ความสูงของโต๊ะ	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม			
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง		
กลุ่มแรก (S)	39.39	97.9	0	2.1	63.8	72.2	15.65	10.05	309 (72.20)	71.88
กลุ่มสอง (L)	42.23	94.87	1.17	3.96	69.78	71.56	11.19	12.12	307 (71.56)	

ตารางที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ มีจำนวนความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการมีโต๊ะและเก้าอี้ปรับไม่ได้ขนาดเดียว จากเดิมจำนวนความเหมาะสมรวม กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ จากตารางที่ 4.9 มีค่าเท่ากับ 502 คน (ร้อยละ 58.58) เมื่อมีการแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มแรก มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 309 คน (ร้อยละ 72.20) กลุ่มที่สอง มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 307 คน (ร้อยละ 71.56) และจำนวนผลรวมความเหมาะสมรวมทั้งสองกลุ่ม หรือจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมด เท่ากับ 616 คน (ร้อยละ 71.88)

ข. การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ผลการทดสอบความเหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 สองขนาดที่เก้าอี้สามารถปรับได้แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50

เปอร์เซ็นไทล์แบบแบ่งกลุ่ม การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%) เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร									เหมาะสมรวม	เหมาะสมรวมทั้งหมด
กรณีศึกษา	ความสูงของเก้าอี้	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		ความสูงของโต๊ะ	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม			
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง		
กลุ่มแรก (S)	36.39 - 42.39	100	0	0	63.8	93.69	2.8	3.5	401 (93.69)	93.12
กลุ่มสอง (L)	39.23 - 45.23	100	0	0	69.78	92.54	4.43	3.03	397 (92.54)	

ตารางที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น จากเดิมจำนวนความเหมาะสมรวม กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร จากตารางที่ 4.9 มีค่าเท่ากับ 686 คน (ร้อยละ 80.05) เมื่อการแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มแรก มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 401 คน (ร้อยละ 93.69) กลุ่มที่สอง มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 397 คน (ร้อยละ 92.54) และผลรวมจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งสองกลุ่ม หรือจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดเท่ากับ 798 คน (ร้อยละ 93.12)

ค. เปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ผลการทดสอบความเหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 สองขนาดเปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

การเปรียบเทียบ 2 ขนาด วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	เก้าอี้ปรับไม่ได้		เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร	
	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)
ความสูงเก้าอี้	39.39	42.23	36.39-42.39	39.23-45.23
ความเหมาะสมของเก้าอี้	419 (97.90)	407 (94.87)	428 (100.00)	429 (100.00)
เก้าอี้ต่ำ	0 (0.00)	5 (1.17)	0 (0.00)	0 (0.00)
เก้าอี้สูง	9 (2.10)	17 (3.96)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงโต๊ะ	63.8	69.78	63.80	69.78
โต๊ะต่ำ	67 (15.65)	48 (11.19)	12 (2.80)	19 (4.43)
โต๊ะสูง	43 (10.05)	52 (12.12)	15 (3.50)	13 (3.03)
ความเหมาะสมรวม	309 (72.20)	307 (71.56)	401 (93.69)	397 (92.54)
ความเหมาะสมรวมทั้งหมด	71.88		93.12	

ตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่า ทั้งสองกลุ่มเมื่อเก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ทำให้จำนวนความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น จากเดิมเก้าอี้ไม่สามารถปรับได้มีจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดเท่ากับ 616 คน (ร้อยละ 71.88) และเมื่อเก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร มีจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดเท่ากับ 798 คน (ร้อยละ 93.12)

แล้วเมื่อเทียบกับขนาดเดิมตามตารางที่ 4.9 ทั้งกรณีที่เก้าอี้ปรับไม่ได้ มีจำนวนความเหมาะสมเท่ากับ 502 คน (ร้อยละ 58.58) และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร มีจำนวนความเหมาะสมเท่ากับ 686 คน (ร้อยละ 80.05) ซึ่งการแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม แล้วทำให้จำนวนความเหมาะสมรวมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากขนาดของโต๊ะและเก้าอี้มีความเหมาะสมกับความสูงของผู้ใช้งาน และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร จะมีความเหมาะสมมากกว่า เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ จึงทำให้จำนวนความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น

ง. ผลทดสอบเชิงลึกสองขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.12 จะทราบเพียงร้อยละที่ไม่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้เท่านั้น จะไม่ทราบว่ามีร้อยละเก้าอี้ต่ำเกินไป เก้าอี้สูงเกินไป โต๊ะต่ำเกินไป และโต๊ะสูงเกินไปเท่าไร เมื่อนำร้อยละจากที่กล่าวมาทดสอบเชิงลึก ทำให้ทราบถึงร้อยละความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ต่ำเกินไป เก้าอี้สูงเกินไป โต๊ะต่ำเกินไป และโต๊ะสูงเกินไป โดยทำการแบ่งเป็นช่วงความไม่เหมาะสมได้ 5 ช่วง คือ 0-1 เซนติเมตร, 1-2 เซนติเมตร, 2-3 เซนติเมตร, 3-4 เซนติเมตร และ มากกว่า 4 เซนติเมตรขึ้นไป แสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลทดสอบเชิงลึกสองขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

	2 ไซต์ที่แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50			
	เก้าอี้ปรับไม่ได้		เก้าอี้ปรับขนาด 6 เซนติเมตร	
	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)
ความสูงของเก้าอี้	39.39	42.23	36.39-42.39	39.23-45.23
ความเหมาะสมของเก้าอี้	419 (97.90)	407 (94.87)	428 (100.00)	429 (100.00)
ต่ำเกินไป	0 (0.00)	5 (1.17)	0 (0.00)	0 (0.00)
0-1 ซม.	0 (0.00)	3 (0.70)	0 (0.00)	0 (0.00)
1-2 ซม.	0 (0.00)	2 (0.47)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
สูงเกินไป	9 (2.10)	17 (3.96)	0 (0.00)	0 (0.00)
0-1 ซม.	8 (1.87)	17 (3.96)	0 (0.00)	0 (0.00)
1-2 ซม.	1 (0.23)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงของโต๊ะ	63.80	69.78	63.80	69.78
ต่ำเกินไป	67 (15.65)	48 (11.19)	12 (2.80)	19 (4.43)
0-1 ซม.	36 (8.41)	26 (6.06)	7 (1.64)	8 (1.86)
1-2 ซม.	21 (4.91)	12 (2.80)	5 (1.17)	4 (0.93)
2-3 ซม.	9 (2.10)	6 (1.40)	0 (0.00)	1 (0.23)
3-4 ซม.	1 (0.23)	1 (0.23)	0 (0.00)	2 (0.47)
>4 ซม.	0 (0.00)	4 (0.93)	0 (0.00)	4 (0.93)
สูงเกินไป	43 (10.05)	52 (12.12)	15 (3.50)	13 (3.03)
0-1 ซม.	25 (5.84)	36 (8.39)	6 (1.40)	9 (2.10)
1-2 ซม.	14 (3.27)	13 (3.03)	5 (1.17)	2 (0.47)
2-3 ซม.	1 (0.23)	2 (0.47)	3 (0.70)	2 (0.47)
3-4 ซม.	3 (0.70)	1 (0.23)	1 (0.23)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความเหมาะสมรวม	309 (72.20)	307 (71.56)	401 (93.69)	397 (92.54)
ความเหมาะสมรวมทั้งหมด	71.88		93.12	

จากตารางที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละความไม่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้อย่างชัดเจน ในกรณีความสูงของเก้าอี้ทั้ง 2 กลุ่ม จะเห็นได้ว่า เก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ มีเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปอยู่ที่ระยะ 0-1 เซนติเมตร, 1-2 เซนติเมตร และเก้าอี้สูงเกินไปส่วนมากจะอยู่ที่ระยะ 0-1 เซนติเมตร ซึ่งในตามความจริงการที่เก้าอี้ต่ำเกินไป หรือ สูงเกินไปภายในระยะ 1-2 เซนติเมตรนั้น ไม่ทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกถึงระยะที่ห่างมาก ดังนั้น การเลือกใช้งานเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ที่มี 2 ขนาด อาจไม่ส่งผลกระทบมากต่อผู้ใช้งาน และเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ มีความเสถียรในการใช้งานมากกว่าเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ เนื่องจากเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ เป็นการเคลื่อนที่แบบไดนามิก เมื่อใช้งานในระยะเวลานานๆ อาจทำให้ชำรุดและเสียหายได้ง่าย

ความสูงของโต๊ะในกรณีที่เก้าอี้ปรับไม่ได้ มีร้อยละความเหมาะสมรวมน้อยกว่ากรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ แต่จะเห็นได้ว่า ร้อยละความไม่เหมาะสมของโต๊ะต่ำเกินไป โต๊ะสูงเกินไป ส่วนมากจะอยู่ที่ระยะตั้งแต่ 1-2 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่ผู้ใช้งาน ไม่รู้สึกถึงระยะห่างมาก ดังนั้น การแบ่งกลุ่มที่มีขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ 2 ขนาด ทำให้การเลือกใช้งานเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ และขนาดความสูงของโต๊ะ ไม่ส่งกระทบมากต่อผู้ใช้งาน เนื่องจากขนาดของโต๊ะและเก้าอี้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานมากขึ้น

4.5.1.2 การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ในการกำหนดขนาด

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างมาแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยใช้ข้อมูลส่วนสูงเรียงจากน้อยไปมาก และใช้ส่วนสูงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $\frac{100}{3}$, $\frac{2*100}{3}$ ซึ่งกลุ่มแรกขนาด S มีจำนวน 285 คน กลุ่มที่สองขนาด M มีจำนวน 286 คน และกลุ่มที่สามขนาด L มีจำนวน 286 คน โดยใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนแต่ละกลุ่มในการกำหนดขนาด จากผลการเปรียบเทียบ 64 กรณี พบว่า ร้อยละความเหมาะสมรวมที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 มากที่สุด ดังนั้น จึงนำมาใช้ในการกำหนดขนาดทั้ง 3 กลุ่ม พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

ก. การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ ผลการทดสอบความเหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สามขนาดที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50

เปอร์เซ็นไทล์แบบแบ่งกลุ่ม การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%) เก้าอี้ปรับไม่ได้									เหมาะสมรวม	เหมาะสมรวมทั้งหมด
กรณีศึกษา	ความสูงของเก้าอี้	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		ความสูงของโต๊ะ	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม			
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง		
กลุ่มแรก (S)	38.91	98.95	0.12	0.23	62.77	70.53	17.54	10.88	201 (70.53)	74.21
กลุ่มสอง (M)	40.79	99.65	0	0.35	66.8	76.92	12.59	10.14	220 (76.92)	
กลุ่มสาม (L)	42.73	95.45	1.05	3.5	70.8	75.17	10.49	9.79	215 (75.17)	

ตารางที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ มีจำนวนความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น จากเดิมจำนวนความเหมาะสมรวมกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ จากตารางที่ 4.9 มีค่าเท่ากับ 502 คน (ร้อยละ 58.58) เมื่อแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม กลุ่มแรกมีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 201 คน (ร้อยละ 70.53) กลุ่มที่สอง มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 220 คน (ร้อยละ 76.92) กลุ่มที่สาม มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 215 คน (ร้อยละ 75.17) และผลรวมจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งสามกลุ่ม หรือจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 636 คน (ร้อยละ 74.21)

ข. การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ผลการทดสอบความเหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 สามขนาดที่เก้าอี้สามารถปรับได้ แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50

เปอร์เซ็นไทล์แบบแบ่งกลุ่ม การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%) เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร									เหมาะสมรวม	เหมาะสมรวมทั้งหมด
กรณีศึกษา	ความสูงของเก้าอี้	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		ความสูงของโต๊ะ	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม			
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง		
กลุ่มแรก (S)	35.91-41.91	100	0	0	62.77	95.44	1.4	3.16	272 (95.44)	95.92
กลุ่มสอง (M)	37.79-43.79	100	0	0	66.8	97.2	2.1	0.7	278 (97.20)	
กลุ่มสาม (L)	39.73-45.73	100	0	0	70.8	95.1	3.85	1.05	272 (95.10)	

ตารางที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ มีจำนวนความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น จากเดิมจำนวนความเหมาะสมรวม กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร จากตารางที่ 4.9 มีค่าเท่ากับ 502 คน (ร้อยละ 58.58) เมื่อแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม กลุ่มแรก มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 272 คน (ร้อยละ 95.44) กลุ่มที่สอง มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 278 คน (ร้อยละ 97.20) กลุ่มที่สาม มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 272 คน (ร้อยละ 95.10) และผลรวมจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งสามกลุ่ม หรือจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 822 คน (ร้อยละ 95.92)

ค. เปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ผลการทดสอบความเหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 สามขนาดเปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

การเปรียบเทียบ 3 ขนาดวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	เก้าอี้ปรับไม่ได้			เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร		
	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)
ความสูงเก้าอี้	38.91	40.79	42.73	35.91-41.91	37.79-43.79	39.73-45.73
ความเหมาะสมของเก้าอี้	282 (98.95)	285 (99.65)	273 (95.45)	285 (100.00)	286 (100.00)	286 (100.00)
เก้าอี้ต่ำ	1 (0.35)	0 (0.00)	3 (1.05)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
เก้าอี้สูง	2 (0.70)	1 (0.35)	10 (3.50)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงโต๊ะ	62.77	66.8	70.8	62.77	66.8	70.8
โต๊ะต่ำ	50 (17.54)	36 (12.59)	30 (10.49)	4 (1.40)	6 (2.10)	11 (3.85)
โต๊ะสูง	31 (10.88)	29 (10.14)	28 (9.79)	9 (3.16)	2 (0.70)	3 (1.05)
ความเหมาะสมรวม	201 (70.53)	220 (76.92)	215 (75.17)	272 (95.44)	278 (97.20)	272 (95.10)
ความเหมาะสมรวมทั้งหมด	74.21			95.92		

ตารางที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่า ทั้งสามกลุ่ม เมื่อเก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ทำให้จำนวนความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น จากเดิมเก้าอี้ไม่สามารถปรับได้มีจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดเท่ากับ 636 คน (ร้อยละ 74.21) และเมื่อเก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร มีจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดเท่ากับ 822 คน (ร้อยละ 95.92)

เมื่อเทียบกับขนาดเดิมตามตารางที่ 4.9 ทั้งกรณีที่เก้าอี้ปรับไม่ได้ มีจำนวนความเหมาะสมเท่ากับ 502 คน (ร้อยละ 58.58) และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร มีจำนวนความเหมาะสมเท่ากับ 686 คน (ร้อยละ 80.05) เมื่อแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม ทำให้ผลรวมจำนวนเหมาะสมรวมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากขนาดของโต๊ะและเก้าอี้มีความเหมาะสมกับความสูงของผู้ใช้งานและเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร จะมีความเหมาะสมมากกว่าที่เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ จึงทำให้ความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น

ง. ผลทดสอบเชิงลึกสามขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.16 จะทราบร้อยละที่ไม่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้เท่านั้น จะไม่ทราบว่า มีร้อยละเก้าอี้ต่ำเกินไป เก้าอี้สูงเกินไป โต๊ะต่ำเกินไป และโต๊ะสูงเกินไปเท่าไร เมื่อนำร้อยละจากที่กล่าวมาทดสอบเชิงลึก ทำให้ทราบถึงร้อยละความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ต่ำเกินไป เก้าอี้สูงเกินไป โต๊ะต่ำเกินไป และโต๊ะสูงเกินไป โดยจะทำการแบ่งเป็นช่วงของความไม่เหมาะสมได้ 5 ช่วง คือ 0-1 เซนติเมตร, 1-2 เซนติเมตร, 2-3 เซนติเมตร, 3-4 เซนติเมตร และมากกว่า 4 เซนติเมตรขึ้นไป แสดงดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลทดสอบเชิงลึกสามขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

	3 ไซต์ที่แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50					
	เก้าอี้ปรับไม่ได้			เก้าอี้ปรับขนาด 6 เซนติเมตร		
	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)
ความสูงของเก้าอี้	38.91	40.79	42.73	35.91-41.91	37.79-43.79	39.73-45.73
ความเหมาะสมของเก้าอี้	282 (98.95)	285 (99.65)	273 (95.45)	285 (100.00)	286 (100.00)	286 (100.00)
ต่ำเกินไป	1 (0.35)	0 (0.00)	3 (1.05)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
0-1 ซม.	1 (0.35)	0 (0.00)	2 (0.70)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
1-2 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.35)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
สูงเกินไป	2 (0.70)	1 (0.35)	10 (3.50)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
0-1 ซม.	1 (0.35)	1 (0.35)	10 (3.50)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
1-2 ซม.	1 (0.35)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงของโต๊ะ	62.77	66.80	70.80	62.77	66.80	70.80
ความเหมาะสม	201 (70.53)	220 (76.92)	215 (75.17)	272 (95.44)	278 (97.20)	272 (95.10)
ต่ำเกินไป	50 (17.54)	36 (12.59)	30 (10.49)	4 (1.40)	6 (2.10)	11 (3.85)
0-1 ซม.	21 (7.37)	23 (8.04)	13 (4.55)	3 (1.05)	5 (1.75)	4 (1.40)
1-2 ซม.	25 (8.77)	11 (3.85)	11 (3.85)	1 (0.35)	1 (0.35)	1 (0.35)
2-3 ซม.	4 (1.40)	2 (0.70)	3 (1.05)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.70)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.35)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.70)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.70)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.70)
สูงเกินไป	31 (10.88)	29 (10.14)	28 (9.79)	9 (3.16)	2 (0.70)	3 (1.05)
0-1 ซม.	19 (6.67)	23 (8.04)	21 (7.34)	5 (1.75)	2 (0.70)	1 (0.35)
1-2 ซม.	9 (3.16)	6 (2.10)	6 (2.10)	3 (1.05)	0 (0.00)	2 (0.70)
2-3 ซม.	3 (1.05)	0 (0.00)	1 (0.35)	1 (0.35)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความเหมาะสมรวม	201 (70.53)	220 (76.92)	215 (75.17)	272 (95.44)	278 (97.20)	272 (95.10)
ความเหมาะสมรวมทั้งหมด	74.21			95.92		

ตารางที่ 4.17 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละความไม่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้ได้อย่างชัดเจนในกรณีความสูงของเก้าอี้ เมื่อแบ่งขนาดเป็น 3 ขนาด ความสูงของเก้าอี้มีความเหมาะสมมากขึ้นกว่า 2 ขนาด ทำให้ร้อยละความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปมากสุดเท่ากับ 1.05 อยู่ที่ระยะ 0-1 เซนติเมตร และร้อยละความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่สูงเกินไปมากสุดเท่ากับ 3.50 ส่วนมากอยู่ที่ระยะ 0-1 เซนติเมตรเช่นกัน ซึ่งตามความจริงการที่เก้าอี้ต่ำเกินไป หรือสูงเกินไป ภายในระยะ 0-1 เซนติเมตร ไม่ทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกถึงระยะที่ห่างมาก ดังนั้น การเลือกใช้งานเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ที่มี 3 ขนาด อาจไม่ส่งผลกระทบมากต่อผู้ใช้งาน และเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ มีความเสถียรในการใช้งานมากกว่าเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ เนื่องจากเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ เป็นการเคลื่อนที่แบบไดนามิก เมื่อใช้งานในระยะเวลานานๆ อาจทำให้ชำรุด และเสียหายได้ง่าย

ความสูงของโต๊ะในกรณีที่เก้าอี้ปรับไม่ได้ มีร้อยละความเหมาะสมรวมน้อยกว่ากรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ แต่จะเห็นได้ว่า ร้อยละความไม่เหมาะสมของโต๊ะต่ำเกินไป โต๊ะสูงเกินไป ส่วนมากจะอยู่ที่ระยะตั้งแต่ 1-2 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่ผู้ใช้งานไม่รู้สึกถึงระยะที่ห่างมาก

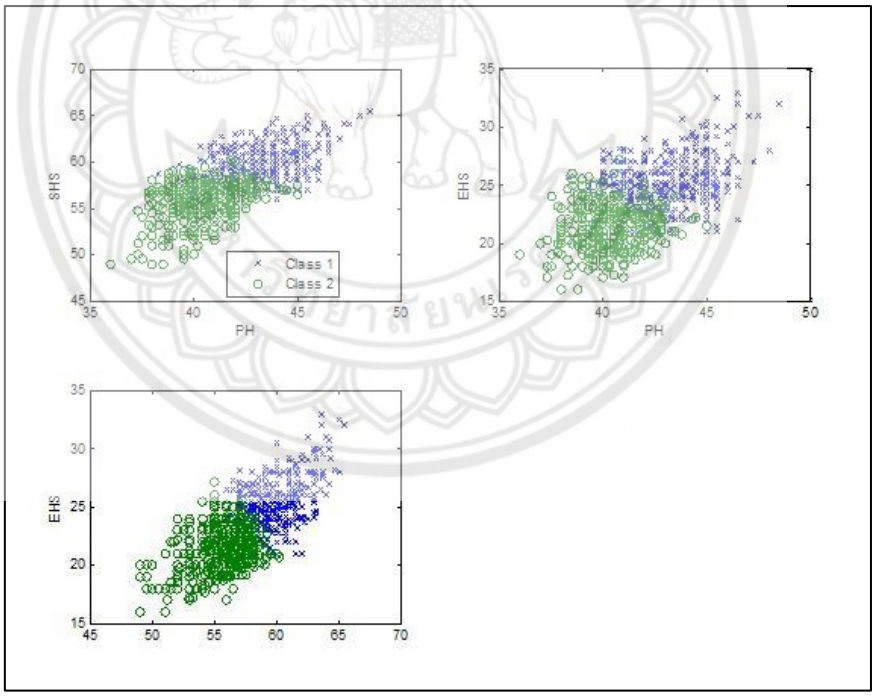
ดังนั้น การแบ่งกลุ่มที่มีขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ 3 ขนาด ทำให้การเลือกใช้งานเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ และขนาดความสูงของโต๊ะ ไม่ส่งกระทบมากต่อผู้ใช้งาน เนื่องจากขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานมากขึ้น

4.5.2 การกำหนดขนาดโดยวิธีการจัดกลุ่มแบบ K-means

โปรแกรม Microsoft Excel ถูกนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 และ 3 กลุ่ม เริ่มจากจัดข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม โดยใช้ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของแต่ละกลุ่มเป็นตัวตัดสิน หลังจากนั้นหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม และใช้ค่าเฉลี่ยนั้นเป็นจุดศูนย์กลางใหม่ ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนค่าเฉลี่ยของสัดส่วนไม่มีการเปลี่ยนแปลง และนำค่าเฉลี่ยสัดส่วนสุดท้ายไปกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้

4.5.2.1 การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ K-means ในการกำหนดขนาด

แบ่งข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีแบ่งกลุ่มแบบ K-means ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกมี 421 คน และกลุ่มที่สองมี 436 คน แสดงดังรูปที่ 4.3 พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบกับเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร



รูปที่ 4.3 สองขนาดที่แบ่งแบบ K-means

ก. การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ ผลของการตรวจสอบความไม่เหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 สองขนาดที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้แบ่งแบบ K-means

(K-means) การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%) เก้าอี้ปรับไม่ได้									เหมาะสมรวม	เหมาะสมรวมทั้งหมด
กรณีศึกษา	ความสูงของเก้าอี้	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		ความสูงของโต๊ะ	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม			
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง		
กลุ่มแรก (S)	42.14	93.35	1.19	5.46	70.17	79.57	7.6	6.18	335 (79.57)	81.56
กลุ่มสอง (L)	39.53	96.56	1.38	2.06	63.53	83.49	6.19	6.88	364 (83.49)	

ตารางที่ 4.18 แสดงให้เห็นว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่มในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ มีจำนวนความเหมาะสมรวมกลุ่มแรกเท่ากับ 364 คน (ร้อยละ 83.49) และกลุ่มที่สอง มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 335 คน (ร้อยละ 79.57) จึงทำให้ผลรวมจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งสองกลุ่ม หรือจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 699 คน (ร้อยละ 81.56)

ข. การแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ผลของการตรวจสอบความไม่เหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 สองขนาดที่เก้าอี้สามารถปรับได้แบ่งแบบ K-means

(K-means) การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%) เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร									เหมาะสมรวม	เหมาะสมรวมทั้งหมด
กรณีศึกษา	ความสูงของเก้าอี้	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		ความสูงของโต๊ะ	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม			
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง		
กลุ่มแรก (S)	39.14-45.14	100	0	0	70.17	96.20	3.80	0	405 (96.20)	96.73
กลุ่มสอง (L)	36.53-42.53	100	0	0	63.53	97.25	0.23	2.52	424 (97.25)	

ตารางที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร จำนวนความเหมาะสมรวมกลุ่มแรกเท่ากับ 424 คน (ร้อยละ 97.25) และกลุ่มที่สอง มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 405 คน (ร้อยละ 96.20) จึงทำให้ผลรวมจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งสองกลุ่ม หรือจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 829 คน (ร้อยละ 96.73)

ค. เปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ผลของการตรวจสอบความไม่เหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 สองขนาดเปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

การเปรียบเทียบ 2 ขนาด วิธีการแบ่งกลุ่ม K-means	เก้าอี้ปรับไม่ได้		เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร	
	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)
ความสูงเก้าอี้	39.53	42.14	36.53-42.53	39.14-45.14
ความเหมาะสมของเก้าอี้	421 (96.56)	393 (93.35)	436 (100.00)	421 (100.00)
เก้าอี้ต่ำ	6 (1.38)	5 (1.19)	0 (0.00)	0 (0.00)
เก้าอี้สูง	9 (2.06)	23 (5.46)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงโต๊ะ	63.53	70.17	63.53	70.17
โต๊ะต่ำ	27 (6.19)	32 (7.60)	1 (0.23)	16 (3.80)
โต๊ะสูง	30 (6.88)	26 (6.18)	11 (2.52)	0 (0.00)
ความเหมาะสมรวม	364 (83.49)	335 (79.57)	424 (97.25)	405 (96.20)
ความเหมาะสมรวมทั้งหมด	81.56		96.73	

ตารางที่ 4.20 แสดงให้เห็นว่า ทั้งสองกลุ่ม เมื่อเก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร มีจำนวนความเหมาะสมรวมจะเพิ่มขึ้น จากกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ มีจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดเท่ากับ 699 คน (ร้อยละ 81.56) และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร มีจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดเท่ากับ 829 คน (ร้อยละ 96.73) เนื่องจากเก้าอี้มีความเหมาะสมกับความสูงของผู้ใช้งาน จึงทำให้จำนวนความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น จากเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้

ง. ผลทดสอบเชิงลึกสองขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.20 จะทราบเพียงร้อยละที่ไม่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้เท่านั้น จะไม่ทราบว่า มีร้อยละเก้าอี้ต่ำเกินไป เก้าอี้สูงเกินไป โต๊ะต่ำเกินไป และโต๊ะสูงเกินไปเท่าไร เมื่อนำร้อยละจากที่กล่าวมาทดสอบเชิงลึก ทำให้ทราบถึงร้อยละความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ต่ำเกินไป เก้าอี้สูงเกินไป โต๊ะต่ำเกินไป และโต๊ะสูงเกินไป โดยจะทำการแบ่งเป็นช่วงความไม่เหมาะสมได้ 5 ช่วง คือ 0-1 เซนติเมตร, 1-2 เซนติเมตร, 2-3 เซนติเมตร, 3-4 เซนติเมตร และมากกว่า 4 เซนติเมตรขึ้นไป แสดงดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ผลทดสอบวิเคราะห์เชิงลึกสองขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

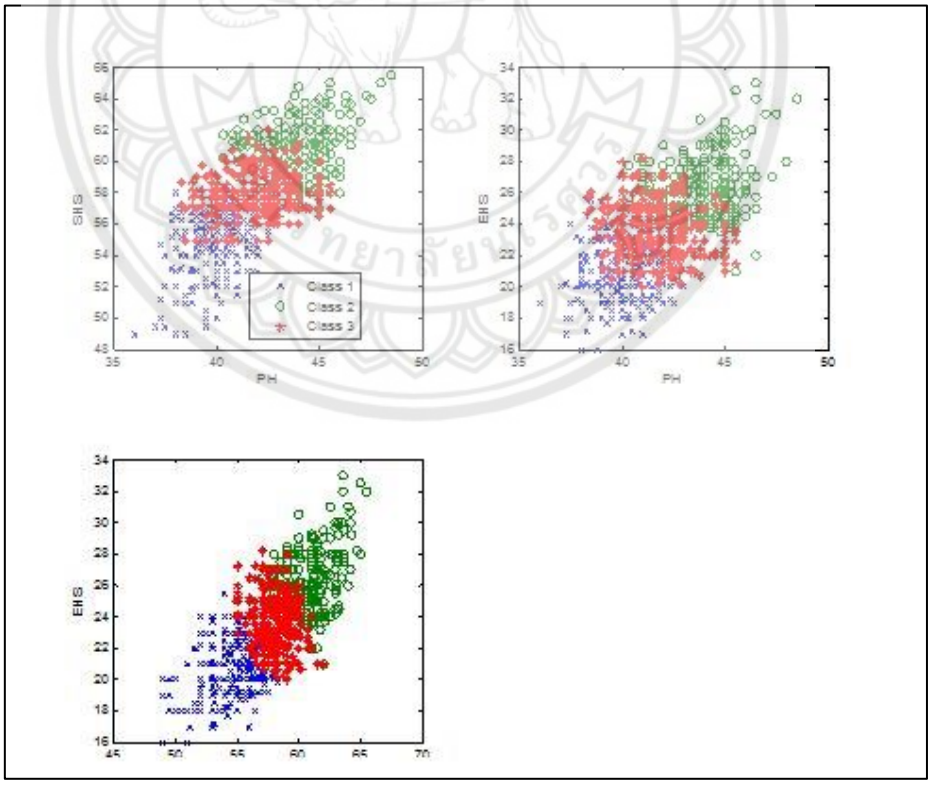
	2 ไซต์ที่แบ่งแบบ K-MEANS			
	เก้าอี้ปรับไม่ได้		เก้าอี้ปรับขนาด 6 เซนติเมตร	
	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)
ความสูงของเก้าอี้	39.53	42.14	36.53-42.53	39.14-45.14
ความเหมาะสมของเก้าอี้	421 (96.56)	393 (93.35)	436 (100.00)	421 (100.00)
ต่ำเกินไป	6 (1.38)	5 (1.19)	0 (0.00)	0 (0.00)
0-1 ซม.	4 (0.92)	3 (0.71)	0 (0.00)	0 (0.00)
1-2 ซม.	2 (0.46)	2 (0.48)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
สูงเกินไป	9 (2.06)	23 (5.46)	0 (0.00)	0 (0.00)
0-1 ซม.	8 (1.83)	20 (4.75)	0 (0.00)	0 (0.00)
1-2 ซม.	1 (0.23)	2 (0.48)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	1 (0.24)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงของโต๊ะ	63.53	70.17	63.53	70.17
ต่ำเกินไป	27 (6.19)	32 (7.60)	1 (0.23)	16 (3.80)
0-1 ซม.	17 (3.90)	16 (3.80)	1 (0.23)	6 (1.43)
1-2 ซม.	9 (2.06)	11 (2.61)	0 (0.00)	4 (0.95)
2-3 ซม.	0 (0.00)	2 (0.48)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	1 (0.23)	1 (0.24)	0 (0.00)	4 (0.95)
>4 ซม.	0 (0.00)	2 (0.48)	0 (0.00)	2 (0.48)
สูงเกินไป	30 (6.88)	26 (6.18)	11 (2.52)	0 (0.00)
0-1 ซม.	19 (4.36)	21 (4.99)	3 (0.69)	0 (0.00)
1-2 ซม.	8 (1.83)	5 (1.19)	4 (0.92)	0 (0.00)
2-3 ซม.	2 (0.46)	0 (0.00)	4 (0.92)	0 (0.00)
3-4 ซม.	1 (0.23)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความเหมาะสมรวม	364 (83.49)	335 (79.57)	424 (97.25)	405 (96.20)
ความเหมาะสมรวมทั้งหมด	81.56		96.73	

ตารางที่ 4.21 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละความไม่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้อย่างชัดเจน ในกรณีความสูงของเก้าอี้ทั้ง 2 กลุ่ม จะเห็นได้ว่า เก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ มีเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปอยู่ที่ระยะ 0-1 เซนติเมตร, 1-2 เซนติเมตร และเก้าอี้สูงเกินไปนั้น ส่วนมากจะอยู่ที่ระยะ 0-1 เซนติเมตร ซึ่งในตามความจริงการที่เก้าอี้ต่ำเกินไป หรือสูงเกินไปภายในระยะ 1-2 เซนติเมตรนั้น ไม่ทำให้

ผู้ใช้งานรู้สึกถึงระยะที่ห่างมาก ดังนั้น การเลือกใช้งานเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ที่มี 2 ขนาด อาจไม่ส่งผลกระทบมากต่อผู้ใช้งาน และเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ มีความเสถียรในการใช้งานมากกว่า เก้าอี้ที่สามารถปรับได้ เนื่องจากเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ เป็นการเคลื่อนที่แบบไดนามิก เมื่อใช้งานในระยะเวลานานๆ อาจทำให้ชำรุด และเสียหายได้ง่าย

ความสูงของโต๊ะในกรณีที่เก้าอี้ปรับไม่ได้ มีร้อยละความเหมาะสมรวมน้อยกว่ากรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ แต่จะเห็นได้ว่า ร้อยละความไม่เหมาะสมของโต๊ะต่ำเกินไป โต๊ะสูงเกินไป ส่วนมากจะอยู่ที่ระยะตั้งแต่ 0-1 เซนติเมตร, 1-2 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่ผู้ใช้งานไม่รู้สึกถึงระยะห่างมาก ดังนั้นการแบ่งกลุ่มที่มีขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ 2 ขนาด ทำให้การเลือกใช้งานเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ และขนาดความสูงของโต๊ะ ไม่ส่งกระทบมากต่อผู้ใช้งาน เนื่องจากขนาดของโต๊ะและเก้าอี้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานมากขึ้น

4.5.2.2 การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ K-means ในการกำหนดขนาดการแบ่งข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีแบ่งกลุ่มแบบ K-means ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกขนาด S มีจำนวน 268 คน กลุ่มที่สองขนาด M มีจำนวน 235 คน และกลุ่มที่สามขนาด L มีจำนวน 354 คน แสดงดังรูปที่ 4.4 พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบกับเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร



รูปที่ 4.4 สามขนาดที่แบ่งแบบ K-means

ก. การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ ผลของการตรวจสอบความไม่เหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.22 สามขนาดที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้แบ่งแบบ K-means

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม K-means (%) เก้าอี้ปรับไม่ได้									เหมาะสมรวม	เหมาะสมรวมทั้งหมด
กรณีศึกษา	ความสูงของเก้าอี้	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		ความสูงของโต๊ะ	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม			
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง		
กลุ่มแรก (S)	39.09	99.25	0	0.75	62.22	86.19	6.72	6.34	231 (86.19)	87.28
กลุ่มสอง (M)	40.74	96.89	0.85	2.26	66.94	90.68	4.80	1.41	321 (90.68)	
กลุ่มสาม (L)	42.90	94.47	0.85	4.68	71.79	83.40	9.79	1.28	196 (83.40)	

ตารางที่ 4.22 แสดงให้เห็นว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ มีจำนวนความเหมาะสมรวมกลุ่มแรกเท่ากับ 231 คน (ร้อยละ 86.19) กลุ่มที่สอง มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 321 คน (ร้อยละ 90.68) และกลุ่มที่สาม มีร้อยละความเหมาะสมรวมเท่ากับ 196 คน (ร้อยละ 83.40) จึงทำให้จำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 748 คน (ร้อยละ 87.28)

ข. การแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ผลของการตรวจสอบความไม่เหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.23 สามขนาดที่เก้าอี้สามารถปรับได้แบ่งแบบ K-means

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม K-means (%) เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร									เหมาะสมรวม	เหมาะสมรวมทั้งหมด
กรณีศึกษา	ความสูงของเก้าอี้	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		ความสูงของโต๊ะ	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม			
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง		
กลุ่มแรก (S)	36.09-42.09	100	0	0	62.22	97.39	0	2.61	261 (97.39)	98.37
กลุ่มสอง (M)	37.74-43.74	100	0	0	66.94	100	0	0	354 (100)	
กลุ่มสาม (L)	39.90-45.90	100	0	0	71.79	97.02	2.98	0	228 (97.02)	

ตารางที่ 4.23 แสดงให้เห็นว่า เมื่อแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ มีจำนวนความเหมาะสมรวมกลุ่มแรกเท่ากับ 261 คน (ร้อยละ 97.39) กลุ่มที่สอง มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 354 คน (ร้อยละ 100) และกลุ่มที่สาม มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 228 คน (ร้อยละ 97.02) จึงทำให้จำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 843 คน (ร้อยละ 98.37)

ค. เปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 สามขนาดเปรียบเทียบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

การเปรียบเทียบ 3 ขนาดวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means	เก้าอี้ปรับไม่ได้			เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร		
	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)
ความสูงเก้าอี้	39.09	40.74	42.9	36.09-42.09	37.74-43.74	39.9-45.9
เหมาะสมของเก้าอี้	266 (99.25)	343 (96.89)	222 (94.47)	268 (100.00)	354 (100.00)	235 (100.00)
เก้าอี้ต่ำ	0 (0.00)	3 (0.85)	2 (0.85)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
เก้าอี้สูง	2 (0.75)	8 (2.26)	11 (4.68)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงโต๊ะ	62.22	66.94	71.79	62.22	66.94	71.79
โต๊ะต่ำ	18 (6.72)	17 (4.80)	23 (9.79)	0 (0.00)	0 (0.00)	7 (2.98)
โต๊ะสูง	17 (6.34)	5 (1.41)	3 (1.28)	2.61	0 (0.00)	0 (0.00)
เหมาะสมรวม	231 (86.19)	321 (90.68)	196 (83.40)	261 (97.39)	354 (100.00)	228 (97.02)
เหมาะสมรวมทั้งหมด	87.28			98.37		

ตารางที่ 4.24 แสดงให้เห็นว่า ทั้งสามกลุ่ม เมื่อเก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร มีจำนวนความเหมาะสมรวมจะเพิ่มขึ้น จากกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ มีจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดเท่ากับ 748 คน (ร้อยละ 87.28) และเก้าอี้สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร มีจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 843 คน (ร้อยละ 98.37) และแสดงให้เห็นว่า การแบ่งกลุ่ม 2 และ 3 กลุ่ม การแบ่ง 3 กลุ่มย่อมดีกว่า ซึ่งจะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ 2 กรณีเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 354 คน (ร้อยละ 100) เนื่องจากขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ มีความเหมาะสมกับความสูงของผู้ใช้งาน และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6

เซนติเมตร มีความเหมาะสมมากกว่าที่เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ จึงทำให้ร้อยละความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้น

ง. ผลทดสอบเชิงลึกสามขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.24 จะทราบเพียงร้อยละที่ไม่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้เท่านั้น จะไม่ทราบว่า มีร้อยละเก้าอี้ต่ำเกินไป เก้าอี้สูงเกินไป โต๊ะต่ำเกินไป และโต๊ะสูงเกินไปเท่าไร เมื่อนำร้อยละจากที่กล่าวมาทดสอบเชิงลึก ทำให้ทราบถึงร้อยละความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ต่ำเกินไป เก้าอี้สูงเกินไป โต๊ะต่ำเกินไป และโต๊ะสูง แสดงดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ผลทดสอบเชิงลึกสามขนาดเปรียบเทียบระหว่างเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้และเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร

		3 ไซต์ที่แบ่งแบบ K-MEANS					
		เก้าอี้ปรับไม่ได้			เก้าอี้ปรับขนาด 6 เซนติเมตร		
		กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)
ความสูงของเก้าอี้		39.09	40.74	42.90	36.09-42.09	37.74-43.74	39.90-45.90
ความเหมาะสม		266 (99.25)	343 (96.89)	222 (94.47)	268 (100.00)	354 (100.00)	235 (100.00)
ต่ำเกินไป		0 (0.00)	3 (0.85)	2 (0.85)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	0-1 ซม.	0 (0.00)	3 (0.85)	2 (0.85)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	1-2 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
สูงเกินไป		2 (0.75)	8 (2.26)	11 (4.68)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	0-1 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	11 (4.68)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	1-2 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงของโต๊ะ		62.22	66.94	71.79	62.22	66.94	71.79
ต่ำเกินไป		18 (6.72)	17 (4.80)	23 (9.79)	0 (0.00)	0 (0.00)	7 (2.98)
	0-1 ซม.	17 (6.34)	12 (3.39)	12 (5.11)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.43)
	1-2 ซม.	0 (0.00)	4 (1.13)	6 (2.55)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.85)
	2-3 ซม.	1 (0.37)	1 (0.28)	2 (0.85)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.85)
	3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.85)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.85)
	>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.43)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
สูงเกินไป		17 (6.34)	5 (1.41)	3 (1.28)	7 (2.61)	0 (0.00)	0 (0.00)
	0-1 ซม.	13 (4.85)	5 (1.41)	0 (0.00)	4 (1.49)	0 (0.00)	0 (0.00)
	1-2 ซม.	3 (1.12)	0 (0.00)	3 (1.28)	3 (1.12)	0 (0.00)	0 (0.00)
	2-3 ซม.	1 (0.37)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความเหมาะสมรวม		231 (86.19)	321 (90.68)	196 (83.40)	261 (97.39)	354 (100.00)	228 (97.02)
ความเหมาะสมรวมทั้งหมด		87.28			98.37		

ตารางที่ 4.25 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละความไม่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้ได้อย่างชัดเจน ในกรณีความสูงของเก้าอี้ที่แบ่งขนาดเป็น 3 ขนาด ความสูงของเก้าอี้มีความเหมาะสมมากขึ้นกว่า 2 ขนาด ทำให้ร้อยละความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปมากสุด เท่ากับ 0.85 อยู่ที่ระยะ 0-1 เซนติเมตร และร้อยละความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่สูงเกินไปมากสุด เท่ากับ 4.68 ส่วนมากอยู่ที่ระยะ 0-1 เซนติเมตรเช่นกัน ซึ่งตามความจริงการที่เก้าอี้ต่ำเกินไป หรือสูงเกินไปภายในระยะ 0-1 เซนติเมตร ไม่ทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกถึงระยะที่ห่างมาก ดังนั้น การเลือกใช้งานเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ที่มี 3 ขนาด อาจไม่ส่งผลกระทบมากต่อผู้ใช้งาน และเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ มีความเสถียรในการใช้งาน มากกว่าเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ เนื่องจากเก้าอี้ที่สามารถปรับได้ เป็นการเคลื่อนที่แบบไดนามิกเมื่อใช้งานในระยะเวลานานๆ อาจทำให้ชำรุด และเสียหายได้ง่าย

ความสูงของโต๊ะในกรณีที่เก้าอี้ปรับไม่ได้ มีร้อยละความเหมาะสมรวมน้อยกว่ากรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ แต่จะเห็นได้ว่า ร้อยละความไม่เหมาะสมของโต๊ะต่ำเกินไป โต๊ะสูงเกินไป ส่วนมากจะอยู่ที่ระยะตั้งแต่ 0-1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่ผู้ใช้งานไม่รู้สึกถึงระยะที่ห่างมาก ดังนั้น การแบ่งกลุ่มที่มีขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ 3 ขนาด ทำให้การเลือกใช้งานเก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ และขนาดความสูงของโต๊ะ ไม่ส่งกระทบมากต่อผู้ใช้งาน เนื่องจากขนาดของโต๊ะและเก้าอี้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งานมากขึ้น

4.6 ผลการเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้

การกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-means ทำให้ได้ขนาดที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับประชากรวัยทำงาน นำขนาดมาทำการเปรียบเทียบขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน และเปรียบเทียบระหว่างการแบ่งกลุ่มทั้งสองวิธี แสดงดังตารางที่ 4.26, 4.27 และ 4.28

ตารางที่ 4.26 เปรียบเทียบขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันกับขนาดที่แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์

การเปรียบเทียบขนาดเดียว	มาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบัน		ขนาดเดียวที่แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50	
	เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 (เก้าอี้ปรับไม่ได้)	เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 (เก้าอี้ปรับได้ 12 เซนติเมตร.)	เก้าอี้ปรับไม่ได้	เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร
ความสูงเก้าอี้	44.23	38.23-50.23	40.78	37.78-43.78
ความเหมาะสมของเก้าอี้	329 (38.39)	856 (99.88)	745 (86.93)	857 (100.00)
เก้าอี้ต่ำ	0 (0.00)	0 (0.00)	55 (6.42)	0 (0.00)
เก้าอี้สูง	528 (61.61)	1 (0.12)	57 (6.65)	0 (0.00)
ความสูงโต๊ะ	75	75	66.84	66.84
โต๊ะต่ำ	7 (0.82)	2 (0.23)	111 (12.95)	82 (9.57)
โต๊ะสูง	196 (22.87)	616 (71.88)	132 (15.40)	88 (10.39)
ความเหมาะสมรวม	126 (14.70)	238 (27.77)	502 (58.58)	686 (80.05)

ตารางที่ 4.26 แสดงให้เห็นว่า หากมีโต๊ะและเก้าอี้ขนาดเดียว ทั้งกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้และกรณีที่เก้าอี้ปรับได้ การใช้เปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนมากำหนดขนาดย่อมดีกว่า การใช้เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 เพราะทำให้ความเหมาะสมรวมสูงขึ้น จากร้อยละ 14.7 เป็นร้อยละ 58.58 ในกรณีที่เก้าอี้ปรับไม่ได้ และร้อยละ 27.77 เป็นร้อยละ 80.05 ในกรณีที่เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.27 เปรียบเทียบการแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และแบบ K-means

การเปรียบเทียบ 2 ขนาดทั้งสองวิธี	2 ขนาดที่แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50				2 ขนาดที่แบ่งแบบ (k-means)			
	เก้าอี้ปรับไม่ได้		เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร		เก้าอี้ปรับไม่ได้		เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร	
	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (L)
ความสูงเก้าอี้	39.39	42.23	36.39-42.39	39.23-45.23	39.53	42.14	36.53-42.53	39.14-45.14
ความเหมาะสมของเก้าอี้	419 (97.90)	407 (94.87)	428 (100.00)	429 (100.00)	421 (96.56)	393 (93.35)	436 (100.00)	421 (100.00)
เก้าอี้ต่ำ	0 (0.00)	5 (1.17)	0 (0.00)	0 (0.00)	6 (1.38)	5 (1.19)	0 (0.00)	0 (0.00)
เก้าอี้สูง	9 (2.10)	17 (3.96)	0 (0.00)	0 (0.00)	9 (2.06)	23 (5.46)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงโต๊ะ	63.8	69.78	63.80	69.78	63.53	70.17	63.53	70.17
โต๊ะต่ำ	67 (15.65)	48 (11.19)	12 (2.80)	19 (4.43)	27 (6.19)	32 (7.60)	1 (0.23)	16 (3.80)
โต๊ะสูง	43 (10.05)	52 (12.12)	15 (3.50)	13 (3.03)	30 (6.88)	26 (6.18)	11 (2.52)	0 (0.00)
เหมาะสมรวม	309 (72.20)	307 (71.56)	401 (93.69)	397 (92.54)	364 (83.49)	335 (79.57)	424 (97.25)	405 (96.20)
เหมาะสมรวมทั้งหมด	308 (71.88)		399 (93.12)		350 (81.56)		415 (96.73)	

ตารางที่ 4.28 เปรียบเทียบการแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่มโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และแบบ K-means

เปรียบเทียบ 3 ขนาด ทั้งสองวิธี	3 ขนาดที่แบ่งแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50						3 ขนาดที่แบ่งแบบ (k-means)					
	เก้าอี้ปรับไม่ได้			เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร			เก้าอี้ปรับไม่ได้			เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร		
	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)	กลุ่มแรก (S)	กลุ่มสอง (M)	กลุ่มสาม (L)
ความสูงเก้าอี้	38.91	40.79	42.73	35.91-41.91	37.79-43.79	39.73-45.73	39.09	40.74	42.9	36.09-42.09	37.74-43.74	39.9-45.9
เหมาะสมของเก้าอี้	282 (98.95)	285 (99.65)	273 (95.45)	285 (100.00)	286 (100.00)	286 (100.00)	266 (99.25)	343 (96.89)	222 (94.47)	268 (100.00)	354 (100.00)	235 (100.00)
เก้าอี้ต่ำ	1 (0.35)	0 (0.00)	3 (1.05)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (0.85)	2 (0.85)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
เก้าอี้สูง	2 (0.70)	1 (0.35)	10 (3.50)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.75)	8 (2.26)	11 (4.68)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความสูงโต๊ะ	62.77	66.8	70.8	62.77	66.8	70.8	62.22	66.94	71.79	62.22	66.94	71.79
โต๊ะต่ำ	50 (17.54)	36 (12.59)	30 (10.49)	4 (1.40)	6 (2.10)	11 (3.85)	18 (6.72)	17 (4.80)	23 (9.79)	0 (0.00)	0 (0.00)	7 (2.98)
โต๊ะสูง	31 (10.88)	29 (10.14)	28 (9.79)	9 (3.16)	2 (0.70)	3 (1.05)	17 (6.34)	5 (1.41)	3 (1.28)	2.61	0 (0.00)	0 (0.00)
เหมาะสมรวม	201 (70.53)	220 (76.92)	215 (75.17)	272 (95.44)	278 (97.20)	272 (95.10)	231 (86.19)	321 (90.68)	196 (83.40)	261 (97.39)	354 (100.00)	228 (97.02)
เหมาะสมรวมทั้งหมด	212 (74.21)			274 (95.92)			271 (87.28)			281 (98.37)		

ตารางที่ 4.27 และ 4.28 แสดงให้เห็นว่า การแบ่งกลุ่มขนาด 2 ขนาด (S, L) และการแบ่งกลุ่มขนาด 3 ขนาด (S, M, L) การแบ่งกลุ่มโดยวิธีแบบ K-means ให้ร้อยละความเหมาะสมสูงกว่าการแบ่งกลุ่มโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างการแบ่งกลุ่ม 2 ขนาด และ 3 ขนาด ไม่ว่าจะเป็นการแบ่งด้วยวิธีไหน ร้อยละความเหมาะสมก็แตกต่างกันไม่มาก เช่น การแบ่งกลุ่มโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ เก้าอี้ที่ปรับไม่ได้ ร้อยละความเหมาะสมของ 2 ขนาด และ 3 ขนาด แตกต่างกันเพียงร้อยละ 74.21-71.88 เท่ากับ ร้อยละ 2.33 และถ้าแบ่งโดยวิธี K-means เก้าอี้ปรับได้ ร้อยละความเหมาะสมของ 2 ขนาด และ 3 ขนาด แตกต่างกันเพียงร้อยละ 98.37-96.73 เท่ากับ ร้อยละ 1.64 ดังนั้น เมื่อพิจารณาในแง่ของการผลิตโต๊ะและเก้าอี้ จะทำการผลิต 2 ขนาด (S, L) น่าจะลดต้นทุนการผลิต และง่ายต่อการผลิตมากกว่าการผลิตโต๊ะและเก้าอี้ 3 ขนาด (S, M, L)

จากการทำการทดสอบการแบ่งกลุ่มโดยวิธี K-means เพื่อหาร้อยละความเหมาะสมของความสูงโต๊ะและเก้าอี้ พบว่า ยังมีร้อยละความไม่เหมาะสม จึงได้ทำการตรวจสอบการวิเคราะห์เชิงลึกโดยนำโต๊ะ 2 ระดับ และเก้าอี้ปรับได้ มาพิจารณาเพื่อหาร้อยละความเหมาะสมรวมที่ดีที่สุด ผลการตรวจสอบ แสดงดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ผลทดสอบวิเคราะห์เชิงลึกเปรียบเทียบความสูงโต๊ะ 2 ระดับ กับความสูงเก้าอี้ปรับได้ 1 ช่วง

	ความสูงของเก้าอี้		
	36.53-45.14	36.50-45.50	36.00-46.00
ความสูงโต๊ะไซด์ S (ซม.)	63.53	62.50	62.00
ความสูงโต๊ะไซด์ L (ซม.)	70.17	71.00	72.00
ต่ำเกินไป	16 (1.87)	11 (1.28)	6 (0.70)
0-1 ซม.	6 (0.70)	5 (0.58)	0 (0.00)
1-2 ซม.	4 (0.47)	0 (0.00)	3 (0.35)
2-3 ซม.	0 (0.00)	3 (0.35)	1 (0.12)
3-4 ซม.	4 (0.47)	1 (0.00)	2 (0.23)
>4 ซม.	2 (0.23)	2 (0.23)	0 (0.00)
สูงเกินไป	11 (1.28)	8 (0.93)	6 (0.70)
0-1 ซม.	3 (0.35)	4 (0.47)	5 (0.58)
1-2 ซม.	4 (0.47)	4 (0.47)	1 (0.12)
2-3 ซม.	4 (0.47)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
เหมาะสมรวม	830 (96.85)	842 (98.25)	845 (98.60)
เหมาะสมรวมทั้งหมด	96.85	98.25	98.60

เนื่องจากในปัจจุบันการผลิตโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน เป็นการผลิตแบบจำนวนมาก แต่ไม่หลากหลาย (Mass Production) ดังนั้น โครงงานนี้จึงทำการพิจารณาขนาดโต๊ะที่สามารถปรับความสูงได้ 2 ระดับ และเก้าอี้ที่ปรับความสูงได้ในหนึ่งช่วงขนาด เมื่อทำการทดสอบเพื่อหาขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมที่ดีที่สุด ที่เกิดจากการทดสอบ โดยการทดสอบนั้น จะใช้ค่าของความสูงโต๊ะ 2 ระดับ จากขนาด 2 ขนาด คือ ขนาด S และ ขนาด L แล้วช่วงของการปรับระดับได้ของเก้าอี้ จะใช้ค่าขอบล่างของขนาด S และขอบบนของขนาด L ซึ่งได้ทำการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.35 จะเห็นได้ว่า ค่าจำนวนความเหมาะสมรวมที่มากที่สุด คือ 845 คน (ร้อยละ 98.60) โดยที่ขนาดของโต๊ะ 2 ขนาด ที่เหมาะสมเท่ากับ 62 และ 72 เซนติเมตร และช่วงระยะของเก้าอี้ที่เหมาะสมเท่ากับ 36-46 เซนติเมตร

4.7 มิติขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานในด้านอื่นๆ

มิติขนาดที่ทำการตรวจสอบความเหมาะสมเพิ่มเติมประกอบไปด้วย ความกว้างของที่นั่ง ความลึกของที่นั่ง และความสูงของพนักพิง จากการศึกษาข้อมูล พบว่า งานวิจัยต่างๆ ยังไม่มีอสมการที่กำหนดมิติขนาดในด้านอื่นๆ ของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน ในโครงงานนี้ จึงมีการออกแบบกฎเกณฑ์ที่เกี่ยวกับโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ ซึ่งกระบวนการสร้างกฎเกณฑ์มิติขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน คล้ายคลึงกับมิติขนาดของโต๊ะและเก้าอี้นักเรียน แต่เน้นการใช้งานหน้าจอคอมพิวเตอร์มากกว่า โดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์เพิ่มเติมดังนี้ ระยะห่างของที่พักแขน ความสูงของที่พักแขน ความกว้างของที่พักแขน ความยาวของที่พักแขน ความกว้างของโต๊ะ และความลึกของโต๊ะ

4.7.1 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความกว้างของที่นั่ง (Seat Width)

ความกว้างของที่นั่ง ต้องมีความสัมพันธ์กับความกว้างของสะโพก โดยที่ความกว้างของที่นั่ง ต้องมากกว่าความกว้างของสะโพก ดังอสมการที่ 4.3 (Gouvail and Boudolos, 2006)

$$HW < SW \tag{4.3}$$

โดยที่ SW คือ ความกว้างของเก้าอี้

HW คือ ความกว้างของสะโพก

ความกว้างของที่นั่ง เป็นสิ่งสำคัญสำหรับคนที่มีรูปร่างใหญ่ และสะโพกใหญ่ ดังนั้น การกำหนดความกว้างของที่นั่ง จะพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความกว้างสะโพกขณะนั่ง เพื่อกลุ่มคนที่มีขนาดของสะโพกกว้าง นั่งได้สบายไม่รู้สึกอึดอัด โดยจะใช้อสมการที่ 4.3 ในการกำหนดขนาดความกว้างของที่นั่ง แสดงดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดความกว้างของที่นั่ง

ความกว้างสะโพก (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าที่แนะนำสำหรับการออกแบบ (ซม.)
44	SW ≥ 44	≥ 44	48.40

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของความกว้างของที่นั่ง โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ในการตรวจสอบอสมการ พบว่า กลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงานทั้งหมด มีความกว้างสะโพกเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เท่ากับ 44 เซนติเมตร ดังนั้น การกำหนดขนาดความกว้างของที่นั่ง ที่เหมาะสมต้องมากกว่า 44 เซนติเมตร ถึงจะรองรับสำหรับกลุ่มวัยทำงานทั้งหมด โครงงานนี้ได้พิจารณาว่า ถ้าออกแบบความกว้างของที่นั่งเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 จะทำให้การนั่งเก้าอี้พอดีจนเกินไป และกลุ่มตัวอย่างที่มีความกว้างสะโพกมากกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เวลานั่งอาจจะเกิดการอึดอัด คับแคบ ไม่สะดวกสบายในการนั่ง ดังนั้นโครงงานนี้ จึงแนะนำขนาดความกว้างของที่นั่งที่รองรับเพียงพอสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานทั้งหมด โดยเพิ่มขึ้นอีก 1.1 เท่าจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 นั้นคือ 48.4 เซนติเมตร เพื่อให้ผู้ใช้งานที่มีสะโพกกว้างมีพื้นที่พอสำหรับการเคลื่อนไหว

4.7.2 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความลึกของที่นั่ง (Seat Depth)

ความลึกของที่นั่ง มีความสัมพันธ์กับความยาวสะโพกถึงขาพับด้านในขณะนั่ง โดยที่ความลึกของที่นั่งต้องอยู่ระหว่างร้อยละ 80 ถึงร้อยละ 95 ของความยาวสะโพกถึงขาพับด้านในขณะนั่ง ดังอสมการที่ 4.4 (Parcells, et al, 1999)

$$0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL \qquad \textbf{(4.4)}$$

โดยที่ SD คือ ความลึกของเก้าอี้

BPL คือ ความยาวสะโพกถึงขาพับ

ความลึกของเก้าอี้ จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 เพราะคนที่มีรูปร่างเล็กจะนั่งหลังชิดกับพนักพิง ไม่ทำให้เท้ารอยจากพื้น และคนที่มีรูปร่างใหญ่สามารถเหยียดเท้าไปข้างหน้าได้ ซึ่งทำให้ความลึกของเก้าอี้ที่เหมาะสม จะอยู่ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของระยะจากสะโพกจนถึงขาพับ ในโครงงานนี้จะใช้อสมการที่ 4.4 ในการหาขนาดที่เหมาะสมสำหรับความลึกของเก้าอี้ โดยแสดงค่าความเหมาะสมขนาดความลึกของที่นั่ง ดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดความลึกของที่นั่ง

ความยาวสะโพก (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าที่แนะนำสำหรับการออกแบบ (ซม.)
40	$0.8(40) \leq SD \leq 0.95(40)$	32 - 38	38

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของความลึกของที่นั่ง โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของขนาดความยาวสะโพกถึงขาพับ ในการตรวจสอบอสมการ พบว่า กลุ่มตัวอย่างวัยทำงานทั้งหมด มีขนาดความยาวสะโพกถึงขาพับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 เท่ากับ 40 เซนติเมตร เมื่อนำมาตรวจสอบแล้ว พบว่า ขนาดความลึกของที่นั่งที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 32-38 เซนติเมตร ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ดังนั้น โครงงานนี้จะทำการพิจารณาค่าที่เหมาะสมมากที่สุด โดยค่าที่แนะนำคือ 38 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขอบบนของอสมการ เนื่องจากความลึกของที่นั่งที่เหมาะสมเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของความยาวสะโพกถึงขาพับ เป็นค่าที่น้อยมาก ถ้าเลือกค่าขอบล่างของอสมการในการกำหนดความลึกของที่นั่งจะทำให้มีค่าน้อยมาก ดังนั้น จึงเลือกขอบบนของอสมการการตรวจสอบความลึกของที่นั่งในการกำหนดขนาดความลึกของที่นั่ง

4.7.3 อสมการตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest)

ความสูงของพนักพิงมีความสัมพันธ์ทางตรงกับความสูงไหล่ขณะนั่ง ความสูงของพนักพิงที่ดีควรรองรับการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Gouvali and Boudolos, 2006) จึงได้แนะนำว่าความสูงของพนักพิงควรมีค่าต่ำกว่า หรือเกือบเท่ากับกระดูกสะบัก แต่ตำแหน่งของกระดูกสะบักนั้น ระบุได้ยาก จึงแนะนำตำแหน่งของกระดูกสะบักอยู่ที่ประมาณร้อยละ 60 ถึงร้อยละ 80 ของความสูงไหล่ขณะนั่ง ดังอสมการที่ 4.5

$$0.60SHS \leq UEB \leq 0.80SHS \qquad \textbf{(4.5)}$$

โดยที่ UEB คือ ความสูงของพนักพิง

SHS คือ ความสูงของไหล่

พนักพิงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสนับสนุน และรองรับหลัง ทำให้นั่งหลังตรงตลอดเวลา ในการกำหนดความสูงของพนักพิง จะต้องรองรับส่วนหลังได้ดี และทำให้ผู้ใช้งานสามารถนั่งตามหลักการยศาสตร์ได้ อสมการที่ 4.5 ถูกนำมากำหนดขนาดความสูงของพนักพิง โดยแสดงค่าความเหมาะสมขนาดความสูงของพนักพิง ดังตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดความสูงของพนักพิง

ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าที่แนะนำสำหรับการออกแบบ (ซม.)
62.26	0.60(62.26) ≤UEB ≤0.80(62.26)	37.36 - 49.81	37.36

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของความสูงของพนักพิง โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความสูงไหล่ขณะนั่งในการตรวจสอบอสมการ พบว่า กลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงานทั้งหมด มีขนาดความสูงไหล่ขณะนั่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เท่ากับ 62.26 เซนติเมตร เมื่อนำมาตรวจสอบแล้ว พบว่า ขนาดความสูงของพนักพิงที่มีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 37.36-49.81 เซนติเมตร ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ดังนั้น โครงงานนี้จึงพิจารณาค่าที่เหมาะสมที่สุด ในการกำหนดขนาดความสูงของพนักพิง โดยค่าที่แนะนำ คือ 37.36 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขอบล่างของอสมการ เนื่องจากความสูงของพนักพิงเลือกพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความสูงไหล่ขณะนั่ง ถ้าพิจารณาขอบบนของอสมการ จะทำให้ความสูงของพนักพิงสูงมาก อาจเหมาะสมกับประชากรวัยทำงานบางกลุ่มเท่านั้น ดังนั้น จึงเลือกขอบล่างของอสมการการตรวจสอบความสูงของพนักพิง ในการกำหนดขนาดความสูงของพนักพิง

4.7.4 กฎการกำหนดขนาดระยะห่างของที่พักแขน (Distance Between Armrest)

ระยะห่างของที่พักแขน มีความสัมพันธ์กับความกว้างของที่นั่ง และการกางออกของแขนท่อนบน ระยะห่างของที่พักแขนไม่ควรเกินมุมที่แขนท่อนบนกางออกแล้ว ทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด คือ มุมที่กางออกเท่ากับ 15-20 องศา ดังอสมการที่ 4.6

$$SW \leq DAR \leq SW + 2\,(UA\sin 20^\circ) \qquad \textbf{(4.6)}$$

โดยที่ DAR คือ ระยะห่างของที่พักแขน

SW คือ ความกว้างของเก้าอี้

UA คือ แขนท่อนบน

ระยะห่างของที่พักแขน ควรมีระยะห่างอย่างน้อยเท่ากับความกว้างของที่นั่ง และความกว้างของที่นั่งรวมกับมุมกางแขนของคนที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ถ้าหากกว้างเกินไป จะทำให้ต้องกางแขน และเกิดความเมื่อยล้าขึ้นได้ในโครงงานนี้จะใช้อสมการที่ 4.6 โดยแสดงค่าความเหมาะสมของระยะห่างของที่พักแขน ดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดระยะห่างของที่พักแขน

ความกว้างของที่นั่ง (ซม.)	แขนท่อนบน (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าที่แนะนำสำหรับการออกแบบ (ซม.)
48.4	28	$48.4 \leq DAR \leq 48.4 + 2\ (28\sin 20°)$	48.4-67.55	48.4

จากการตรวจสอบความเหมาะสม ระยะห่างของที่พักแขน โดยใช้ความกว้างของที่นั่งจากตารางที่ 4.26 ที่รองรับเพียงพอสำหรับกลุ่มประชากรวัยทำงานทั้งหมด โดยเพิ่มขึ้นอีก 1.1 เท่าจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 นั้นคือ 48.4 เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของแขนท่อนบนมาตรวจสอบกับอสมการ จากกลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงานทั้งหมด พบว่า เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของแขนท่อนบน เท่ากับ 28 เซนติเมตร เมื่อนำมาตรวจสอบแล้ว พบว่า ค่าที่มีความเหมาะสมที่ใช้ในการกำหนดขนาดระยะห่างของที่พักแขนอยู่ระหว่าง 48.4-67.55 เซนติเมตร ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

4.7.5 กฎการกำหนดขนาดความสูงของที่พักแขน (Armrest Height)

ความสูงของที่พักแขนนั้นต้องสัมพันธ์กับความสูงของข้อศอก และความสูงของไหล่ ซึ่งมุมที่ทำให้ข้อศอกเกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุดคือ มุมที่กางออกเท่ากับ 15-20 องศา และมุมที่งอไปข้างหน้า 25 องศาจึงได้ขอบล่าง และขอบบน ดังอสมการ 4.7 (Sanders and McCormick, 1993; Occhipinti, et al., 1985)

$$EHS \leq ARH \leq EHS*0.8517+SHS*0.14855 \qquad (4.7)$$

โดยที่ ARH คือ ความสูงของที่พักแขน

EHS คือ ความสูงของข้อศอก

SHS คือ ความสูงของไหล่

ความสูงของที่พักแขนนั้นต้องสัมพันธ์กับความสูงของข้อศอก และความสูงของไหล่ซึ่งไม่แตกต่างจากความสูงโต๊ะโดยสามารถใช้เงื่อนไขจากความสูงโต๊ะ ในโครงงานนี้จะใช้อสมการที่ 4.7 โดยแสดงค่าความเหมาะสมขนาดความสูงของที่พักแขน ดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.34 ค่าความเหมาะสมจากการใช้อสมการเพื่อกำหนดขนาดความสูงของที่พักแขน

ความสูงข้อศอก (ซม.)	ความสูงไหล่ (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าที่แนะนำสำหรับการออกแบบ (ซม.)
19	53	19≤ARH≤19*0.8517+53*0.14855	19-24.04	19

ความสูงของที่พักแขนนั้น ต้องสัมพันธ์กับความสูงของข้อศอก ซึ่งพิจารณาเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของความสูงของข้อศอก เนื่องจากถ้าใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 จะทำให้คนรูปร่างเล็กเกิดการยกไหล่ มีอาการเกร็งแขน และทำให้เมื่อยล้าในที่สุด ส่วนคนรูปร่างใหญ่ ถึงแม้จะพิจารณาเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 คนรูปร่างใหญ่ไม่มีผลกระทบมาก เนื่องจากการปล่อยแขนย่อมเมื่อยล้าน้อยกว่าการยกแขน ดังนั้น จึงเลือกใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของความสูงศอกในการกำหนดความสูงของที่พักแขน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 19 เซนติเมตร

4.7.6 กฎการกำหนดขนาดความกว้างของที่พักแขน (Armrest Width)

ที่พักแขนทำให้ช่วยในการกระจายตัวของน้ำหนักบนพื้นที่นั่ง เป็นส่วนที่รองรับบริเวณข้อศอก และช่วงแขนท่อนล่าง เพื่อช่วยในการผ่อนแรง (Nag et al, 2008) อย่างไรก็ตามข้อเสียของการออกแบบที่ไม่ดี อาจทำให้ผู้ใช้งานเกิดความอึดอัด งานวิจัยของ Rani Lueder and Allie (1999) จึงได้แนะนำว่า ความกว้างของที่พักแขน ควรมีขนาดความกว้างประมาณ 4 นิ้ว หรือ 10 เซนติเมตร

4.7.7 กฎการกำหนดขนาดความยาวของที่พักแขน (Armrest Length)

การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเขียนหนังสือผู้ใช้งาน ควรนั่งในท่าที่ลำตัวชิดกับโต๊ะทำงานเพื่อไม่ให้แขนยื่นไปข้างหน้า และสามารถนั่งหลังตรง ชิดกับพนักพิง เป็นลักษณะการนั่งที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ในการออกแบบความยาวของที่พักแขน ควรคำนึงถึงประเด็นนี้ด้วย เนื่องจากความสูงของที่พักแขน กับความสูงโต๊ะควรมีระดับเดียวกัน ดังนั้น การกำหนดขนาดความยาวของที่พักแขน จึงคิดจากส่วนที่หนาสุดของลำตัว คือ บริเวณความหนาเอว เนื่องจากเป็นบริเวณอยู่ระดับเดียวกับโต๊ะ ซึ่งความหนาเอวที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 27.5 เซนติเมตร

4.7.8 กฎการกำหนดขนาดความกว้างของโต๊ะ (Desk Width)

เนื่องจากการนั่งทำงานในสำนักงาน ท่านั่งที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ เก้าอี้ต้องสามารถอยู่ใต้โต๊ะได้ ดังนั้น ความกว้างของโต๊ะ จึงมีความสัมพันธ์กับระยะห่างของที่พักแขน ซึ่ง

ระยะห่างของที่พักแขน มีค่าเท่ากับ 67.55 เซนติเมตร โครงงานนี้จึงขอแนะนำขนาดความกว้างของโต๊ะให้มีขนาดเท่ากับ 1.1 เท่าของระยะห่างของที่พักแขน คือ 74.31 เซนติเมตร เพื่อให้เก้าอี้สามารถเข้าไปอยู่ใต้โต๊ะได้ เมื่อผู้ใช้งานนั่งปฏิบัติงาน

4.7.9 กฎการกำหนดขนาดความลึกของโต๊ะ (Desk Depth)

การนั่งทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ ระยะห่างดวงตาจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ควรห่าง 18-24 นิ้ว (50-66 เซนติเมตร) หรือระยะแขนเอื้อม เนื่องจาก 50-66 เซนติเมตร เป็นระยะที่ใช้กล้ามเนื้อตาในการโฟกัสน้อยที่สุด เป็นระยะที่สบายตาที่สุดสำหรับการทำงาน หรือการอ่านเป็นเวลานานๆ (HealthToday Magazine, No.201 January 2018) ดังนั้น ความยาวของโต๊ะ จึงควรมีระยะอย่างน้อยอยู่ระหว่าง 50-66 เซนติเมตร

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การสรุปผลของแต่ละขั้นตอนการศึกษา เพื่อนำไปสู่การกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของร่างกาย สำหรับประชากรวัยทำงานทั่วประเทศมีดังต่อไปนี้

5.1 ขนาดที่แนะนำของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน

จากการตรวจสอบความเหมาะสมขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานกับสัดส่วนของร่างกาย โดยใช้อสมการในการตรวจสอบ พบว่า ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน ยังมีความไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของร่างกายวัยทำงาน ในโครงงานนี้ได้แนะนำขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของประชากรวัยทำงานทั่วประเทศ โดยใช้วิธีต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.1.1 กำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้และเก้าอี้สามารถปรับได้

ผลการทดสอบขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ขนาดเดียว ทั้งกรณีเก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ และกรณีที่เก้าอี้ปรับได้ การใช้เปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนมากำหนดขนาดย่อมดีกว่า การใช้เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 เพราะทำให้ความเหมาะสมรวมสูงขึ้น จากร้อยละ 14.7 เป็นร้อยละ 58.58 ในกรณีที่เก้าอี้ปรับไม่ได้ และร้อยละ 27.77 เป็นร้อยละ 80.05 ในกรณีที่เก้าอี้ปรับได้ 6 เซนติเมตร

เมื่อเปรียบเทียบกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ จากผลการทดสอบ พบว่า การที่เก้าอี้สามารถปรับได้นั้น มีร้อยละความเหมาะสมรวมมากกว่าเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับได้ จากร้อยละ 58.58 เป็นร้อยละ 80.05

ซึ่งปัจจุบันจะเห็นได้ว่า เก้าอี้มาตรฐานที่ใช้ในสำนักงาน มีช่วงปรับระยะได้ถึง 12 เซนติเมตร แต่ก็ยังเหมาะสมเพียงเฉพาะกลุ่มเท่านั้น เมื่อทำการทดสอบกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ โดยเริ่มจากระยะที่สามารถปรับได้ 5 เซนติเมตร เพิ่มขึ้นเป็นระยะที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร, 7 เซนติเมตร, 9 เซนติเมตร และ 12 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่า ตั้งแต่ระยะที่สามารถปรับได้ 6 เซนติเมตร ทำให้มีจำนวนความเหมาะสมรวมมากที่สุด คือ 686 คน (ร้อยละ 80.05) และทุกช่วงการปรับระยะของเก้าอี้ที่ให้ความเหมาะสมรวมสูงสุดเท่ากับ 6 เซนติเมตร

5.1.2 กำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ 2-3 ขนาด โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K–means

การใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และวิธีแบบ K-means ในการแบ่งกลุ่มจะเห็นได้ว่า ร้อยละความเหมาะสมรวมของวิธีแบบ K-means มากกว่า เหตุที่ทำให้วิธีแบ่งกลุ่มแบบ K-means ดีกว่า เพราะข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่จัดเข้ากลุ่มจุดศูนย์กลางเป็นข้อมูลของ 3 สัดส่วน โดยใช้ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของแต่ละกลุ่มเป็นตัวตัดสิน แต่วิธีแบ่งกลุ่มโดยเปอร์เซ็นต์ไทล์ เป็นการแบ่งกลุ่มที่ใช้ข้อมูลความสูงเรียงจากน้อยไปมาก แล้วใช้ค่ากลาง (mean) ของข้อมูลเป็นจุดแบ่งกลุ่ม ซึ่งทำให้มีการคลาดเคลื่อนได้สูง

ผลทดสอบการแบ่งกลุ่มขนาด 2 ขนาด (S, L) ของโต๊ะและเก้าอี้ทั้ง 2 วิธีทำให้เห็นว่าร้อยละความเหมาะสมรวมมากกว่าขนาดเดียว เพราะการที่มี 2 ขนาดทำให้ความสูงของโต๊ะและเก้าอี้มีความเหมาะสมสำหรับสัดส่วนของผู้ใช้งานมากขึ้น

การแบ่งกลุ่มขนาด 2 ขนาด (S, L) และการแบ่งกลุ่มขนาด 3 ขนาด (S, M, L) วิธีการแบ่งกลุ่มโดยวิธีแบบ K-means ให้ร้อยละความเหมาะสมสูงกว่าการแบ่งกลุ่มโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นไทล์ และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างการแบ่งกลุ่ม 2 ขนาด และ 3 ขนาด ไม่ว่าจะเป็นการแบ่งด้วยวิธีไหน ร้อยละความเหมาะสมก็แตกต่างกันไม่มาก ดังนั้น เมื่อพิจารณาในแง่ของการผลิตโต๊ะและเก้าอี้ จะทำการผลิต 2 ขนาด (S, L) น่าจะลดต้นทุนการผลิต และง่ายต่อการผลิตมากกว่าการผลิตโต๊ะและเก้าอี้ 3 ขนาด (S, M, L)

5.1.3 กำหนดความสูงโต๊ะ 2 ระดับ และเก้าอี้ปรับได้ 1 ช่วง

เนื่องจากในปัจจุบันการผลิตโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน เป็นการผลิตแบบจำนวนมาก แต่ไม่หลากหลาย (Mass Production) ดังนั้น โครงงานนี้ จึงทำการพิจารณาขนาดโต๊ะที่สามารถปรับความสูงได้ 2 ระดับ และเก้าอี้ที่ปรับความสูงได้ในหนึ่งช่วงขนาด โดยที่ขนาดของโต๊ะ 2 ขนาดที่เหมาะสมเท่ากับ 62 และ 72 เซนติเมตร และช่วงระยะของเก้าอี้ที่เหมาะสมเท่ากับ 36-46 เซนติเมตร เมื่อนำขนาดดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับขนาดมาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 5.10 ทำให้เห็นได้ชัดเจนว่า ขนาดที่แนะนำโดยมีความสูงโต๊ะ 2 ขนาด และมีความสูงของเก้าอี้ที่สามารถปรับระยะได้ ช่วงขนาดหนึ่ง มีร้อยละความเหมาะสมรวมมากกว่า ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน จากเดิมมาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบัน กรณีที่เก้าอี้ปรับไม่ได้ มีร้อยละความเหมาะสมเพียง 14.7 ส่วนกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับได้ 12 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสมเท่ากับ 27.77 ซึ่งถือว่าน้อยกว่าขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่แนะนำมาก

ตารางที่ 5.1 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้ในปัจจุบัน กับขนาดแนะนำของกลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงานทั้งหมด

มิติขนาด	มาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบัน		ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้แบบแนะนำ	
	เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95	เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95	โต๊ะปรับได้ 2 ระดับ และเก้าอี้ปรับได้หนึ่งช่วงขนาด (ซม.)	
	(เก้าอี้ปรับไม่ได้)	(เก้าอี้ปรับ 12 ซม.)	โต๊ะปรับได้ระดับแรก	โต๊ะปรับได้ระดับที่สอง
ความกว้างของที่นั่ง	47	47	อย่างน้อย 48.40	อย่างน้อย 48.40
ความลึกของที่นั่ง	44	44	อย่างน้อย 38	อย่างน้อย 38
ความสูงของพนักพิง	46	46	อย่างน้อย 37.36	อย่างน้อย 37.36
ระยะห่างระหว่างที่พักแขน	47	47	อย่างน้อย 48.40	อย่างน้อย 48.40
ความสูงของที่พักแขน	22	22	อย่างน้อย 23.76	อย่างน้อย 23.76
ความกว้างของที่พักแขน	5	5	อย่างน้อย 10	อย่างน้อย 10
ความยาวของที่พักแขน	38	38	อย่างน้อย 27.50	อย่างน้อย 27.50
ความกว้างของโต๊ะ	120	120	อย่างน้อย 74.31	อย่างน้อย 75.31
ความลึกของโต๊ะ	60	60	อย่างน้อย 50 - 66	อย่างน้อย 50 - 66
ความสูงของเก้าอี้	44.23	38.23 - 50.23	36.00 - 46.00	
ความสูงของโต๊ะ	74.77		62.00	72.00
ร้อยละความเหมาะสมรวม	14.7	27.77	98.60	

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรปรับปรุงขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากในการนั่งทำงานที่มีขนาดโต๊ะและเก้าอี้ ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน และไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ทำให้ส่งผลเสียต่อร่างกายของผู้ใช้งานในอนาคต และอาจจะเสี่ยงเป็นโรคออฟฟิตซินโดรม

5.2.2 ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในโครงงานนี้ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

Agha, S. R., and Alnahhal, M. J. (2012). Neural network and multiple linear regression to predict school children dimensions for ergonomic school furniture design. **Applied Ergonomics**, 43(6), 979-984

Chaffin, D.B., and Andersson, G. (1991). **Occupational Biomechanics.** Wiley.

Gouvali, M. K., and Boudolos, K. (2006). Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. **Applied Ergonomics,** 37(6), 765-773

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

Parcells, C., Stommel, M., and Hubbard, R. P. (1996). Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: Empirical findings and health implications. **Journal of Adolescent Health,** 24(4), 265-273

Rani Lueder, and Allie., P. (1999). Chairs with Armrests: Ergonomic Design Issues. **Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting,** 579-583.

Roebuck, J. A., Kroemer, K. H. E., and Thomson, W. G. (1975). **Engineering Anthropometry Methods.** Wiley.

Sanders, M., and McCormick, E. (1993). **Human Factors In Engineering and Design.** McGraw-Hill Education.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2542). **การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย.

กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง. (2557). **สถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics).** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ค่าเฉลี่ยความสูงของคนไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ตุลาคม 2560, จาก http://www.sizethailand.org/region_all.html

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

ณัฐธิดา แสนแก้ว. (2559). **การตรวจสอบความไม่เหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับขนาดสัดส่วนร่างกายของนิสิตในระดับมหาวิทยาลัย.** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ตารางทาโร่ ยามาเน่. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2560, จาก http://www.khonba.com/view.php?subject=66

พรวิภา บริบรูณ์สุขศรี. ณ. จ. (2555). **การออกแบบโต๊ะเรียนให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์เพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ.** การประชุมวิชาการข่ายงาน วิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ.2555

สุทธิ์ ศรีบูรพา. (2540). **เออร์กอนอมิกส์ : วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุทธิ์ ศรีบูรพา. (2544). **เออร์กอนอมิกส์ : (การยศาสตร์) ว่าด้วยการนั่งและเก้าอี้.** กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.