



การกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานโดยใช้หลักการจัดกลุ่ม

FUZZY C-MEANS

OFFICE FURNITURE SIZE DETERMINATION USING FUZZY C-MEANS
CLUSTERING TECHNIQUE

นางสาวจินตพร เมืองครอง รหัส 57361029

นางสาวเบญจมาศ ปาคำ รหัส 57361302

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2560

ชื่อหัวข้อโครงการงาน	การกำหนดขนาดโตะและเก้าอี้โดยใช้หลักการจัดกลุ่ม FUZZY C-MEAN	
ผู้ดำเนินโครงการงาน	นางสาวจินตพร เมืองครอง	รหัส 57361029
	นางสาวเบญจมาศ ปาคำ	รหัส 57361302
ที่ปรึกษาโครงการงาน	ดร.สุรณิษฐ์ พุทธพนม	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2560	

บทคัดย่อ

ผู้ปฏิบัติงานในสำนักงานใช้เวลาในการนั่งทำงาน โดยเฉลี่ย 5-8 ชั่วโมงต่อวัน การนั่งเป็นเวลานานโดยใช้โตะและเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกาย ส่งผลให้มีอาการปวดหลังช่วงล่าง และการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ โดยโตะและเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 11 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดเพียง 26.46 ดังนั้น วัตถุประสงค์หลักของโครงการนี้ คือ การหาขนาดของโตะและเก้าอี้ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของคนวัยทำงานในประเทศไทย โดยใช้หลักการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ในการหาขนาดของโตะและเก้าอี้ขนาดเดียว ซึ่งขนาดที่ดีที่สุดที่ได้แนะนำมาจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของความสูงขาพับ ความสูงศอก และความสูงไหล่ขณะนั่ง ซึ่งขนาดของโตะและเก้าอี้ขนาดเดียว กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ มีร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด 58.58 และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 80.05

หลักการจัดกลุ่มฟัซซีซิมินถูกใช้เพื่อทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม และ 3 กลุ่ม โดยที่โตะและเก้าอี้ 2 ขนาด กรณีที่เก้าอี้ปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด 96.85 โตะและเก้าอี้ 3 ขนาด กรณีที่เก้าอี้ปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด 98.37 จะเห็นว่า โตะและเก้าอี้ 2 ขนาด และ 3 ขนาด ที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ มีร้อยละความเหมาะสมรวมแตกต่างกันเพียง 1.52 ดังนั้น จึงแนะนำขนาดของโตะและเก้าอี้ขนาดเดียวที่สามารถปรับระดับความสูงได้ คือ โตะปรับระดับได้ 2 ระดับ และเก้าอี้มีช่วงปรับระดับได้ 10 เซนติเมตร ทำให้มีร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดที่ดีที่สุด คือ 98.60

Project title Office Furniture Size Determination using Fuzzy C-means Clustering Technique.

Name Ms. Jintaporn Muangkrong ID. 57361289
Ms. Benjamad Pakham ID. 57361302

Project advisor Sutanit Puttapanom, Ph.D.

Major Industrial Engineering

Department Industrial Engineering

Academic year 2017

Abstract

On average office workers spend roughly 5-8 hours per day sitting and working on their desks and chairs. Sitting too long in the wrong position on inappropriate desks and chairs can lead to lower back pains and aches. Thus, the objective of this project is to define the best dimensions that ergonomic appropriated for Thai office workers. 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 heights sitting (EHS) and Shoulder heights sitting (SHS) and yield 58.58% of match. The currently used desk and 11-centimeter adjustable chair have only 26.46% of match. The best one-size desk and 6-centimeter 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 fuzzy c-mean clustering technique was used to cluster samples into 2 and 3 groups. The percentages of match are 96.85 for two-size desks and 6-centimeter adjustable chairs and 98.37 for three-size desks and 6-centimeter adjustable chairs. As shown, two-size's and three-size's percentages of match are only 1.52 different. Therefore, the one-size adjustable desk and chair is recommended and the 2-level desk and 10-centimeter adjustable chair yields the best percentage of match which is 98.60.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ คำแนะนำ และวิธีการแก้ไข ปัญหาต่างๆ ในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้มาโดยตลอด ทำให้ผู้ดำเนินโครงการสามารถทำโครงการจนสำเร็จได้ในที่สุด

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมลักษณ์ วรรณฤมล ก็เยลาโรว่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โพธิ์งาม สมกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุ บุรณจากรุท ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นอาจารย์ สอบปริญญาานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษา ชี้แนะ และให้ข้อเสนอที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนให้ คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ และสุดท้ายนี้ผู้ดำเนินโครงการใคร่ขอกราบ ขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การดูแล และอบรมสั่งสอน และให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ตลอดการ ดำเนินโครงการจนสำเร็จการศึกษา



ผู้ดำเนินโครงการ
นางสาวจินตพร เมืองครอง
นางสาวเบญจมาศ ปาคำ
พฤษภาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract).....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs).....	2
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome).....	2
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ.....	2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ.....	3
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	3
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	5
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัย.....	5
2.2 การสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling).....	6
2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection).....	7
2.4 วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	8
2.5 ตำแหน่งของข้อมูล.....	8
2.6 หลักการจัดกลุ่มฟิชชีมีน.....	9
2.7 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล.....	10
2.8 โปรแกรม Minitab.....	12
2.9 โปรแกรม Matlab.....	12
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ.....	13
3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล.....	15
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	15
3.3 การหาขนาดของโตะและแก้วในสำนักงาน	19
3.4 การเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของโตะและแก้ว.....	22
3.5 การวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินโครงการ	22
บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ.....	23
4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	23
4.2 อสมการที่ใช้ในการตรวจสอบร้อยละความเหมาะสม	23
4.2.1 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของที่นั่ง	24
4.2.2 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโตะ	24
4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	24
4.4 การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของโตะและแก้ว.....	26
4.4.1 การกำหนดขนาดของโตะและแก้วโดยใช้หลักการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์.....	26
4.4.2 การกำหนดขนาดของโตะและแก้วโดยใช้หลักการจัดกลุ่มพีชชีมีน.....	39
4.4.3 การเปรียบเทียบขนาดความสูงของโตะและความสูงของแก้ว.....	
ระหว่างวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์กับวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน	47
4.4.4 การกำหนดมิติขนาดของโตะและแก้วในสำนักงานด้านอื่นๆ.....	59
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	64
5.1 ขนาดที่แนะนำของโตะและแก้วในสำนักงาน	64
5.2 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโตะและแก้วในสำนักงาน ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันกับขนาดของโตะและแก้วแนะนำ	66
5.3 ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารอ้างอิง	71

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการงาน	3
2.1 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.....	7
4.1 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงของขาพับ ความสูงของศอก และความสูงของไหล่ขณะนั่ง แต่ละกรณี สำหรับกลุ่มตัวอย่าง.....	28
4.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ ในแต่ละกรณีศึกษา โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....	30
4.3 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้มีช่วงการปรับ 5 เซนติเมตร ในแต่ละกรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....	33
4.4 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้มีช่วงการปรับ 6 เซนติเมตร ในแต่ละกรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....	35
4.5 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้มีช่วงการปรับ 7 เซนติเมตร ในแต่ละกรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....	37
4.6 เปรียบเทียบผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูง ได้ทั้ง 3 ช่วง.....	39
4.7 ผลการหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับ ความสูงได้ โดยวิธีการจัดกลุ่มฟิชชีมีน	40
4.8 ผลความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในการจัดกลุ่มใหม่โดยการย้ายสมาชิก ของทั้ง 2 กลุ่ม	41
4.9 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับ ความสูงได้ โดยวิธีการจัดกลุ่มฟิชชีมีน	42
4.10 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับ ระดับความสูงได้ โดยวิธีการจัดกลุ่มฟิชชีมีน	43
4.11 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมสำหรับการจัดกลุ่มใหม่ของโต๊ะและเก้าอี้ ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีการจัดกลุ่มฟิชชีมีน.....	44
4.12 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับ ความสูงได้ 6 เซนติเมตร โดยวิธีการจัดกลุ่มฟิชชีมีน	45
4.13 ผลการเปรียบเทียบขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถ ปรับระดับความสูงได้	47
4.14 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโต๊ะและเก้าอี้ที่เกิดขึ้นจากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้.....	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.15 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและแก้อั้วของวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 2 ขนาด กรณีที่แก้อั้วไม่สามารถปรับระดับความสูงได้.....	50
4.16 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและแก้อั้วของวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด กรณีที่แก้อั้วไม่สามารถปรับระดับความสูงได้.....	51
4.17 ผลการเปรียบเทียบขนาดความสูงของโตะและแก้อั้ว กรณีที่แก้อั้วสามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์และวิธีการจัดกลุ่มพีซีซีมีน	52
4.18 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและแก้อั้วที่เกิดจากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ กรณีที่แก้อั้วสามารถปรับระดับความสูงได้	54
4.19 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและแก้อั้วที่เกิดจากวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 2 ขนาด กรณีที่แก้อั้วสามารถปรับระดับความสูงได้.....	55
4.20 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและแก้อั้วที่เกิดจากวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด กรณีที่แก้อั้วสามารถปรับระดับความสูงได้.....	56
4.21 ผลของการทดสอบการหาโตะ 2 ระดับ และแก้อั้วที่สามารถปรับได้ในช่วงขนาด โดยวิธีการสุ่ม	57
4.22 การทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและแก้อั้ว กรณีที่โตะมี 2 ระดับและแก้อั้ว สามารถปรับระดับความสูงได้ในหนึ่งช่วงขนาด โดยวิธีการสุ่ม	58
4.23 ผลของการหาขนาดความลึกของพื้นที่นั่ง โดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบความเหมาะสม	60
4.24 ผลของการหาขนาดความสูงของพนักพิง โดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบความเหมาะสม	60
4.25 ผลของการหาขนาดความกว้างของพื้นที่นั่ง โดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบความเหมาะสม	61
5.1 ขนาดความสูงของโตะและแก้อั้วแนะนำ.....	64
5.2 มิติขนาดของโตะและแก้อั้วด้านอื่นๆ ที่แนะนำ.....	65
5.3 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโตะและแก้อั้วปัจจุบันกับขนาดที่ได้จาก วิธีการต่างๆ กรณีที่แก้อั้วไม่สามารถปรับระดับความสูงได้	67
5.4 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโตะและแก้อั้วปัจจุบันกับขนาดที่ได้จาก วิธีการต่างๆ กรณีที่แก้อั้วสามารถปรับระดับความสูงได้	68

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ	13
3.2 สัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในดำเนินโครงการ	16
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง	17
3.4 ขนาดของโต๊ะที่ใช้ในการดำเนินโครงการ	18
3.5 ขนาดของเก้าอี้ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ.....	18
4.1 กราฟฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด.....	25
4.2 กราฟเชิงเส้นแสดงการกระจายตัวของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด.....	25



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันการทำงานในสำนักงานโดยส่วนใหญ่เป็นงานที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องนั่งเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน โดยเฉลี่ยอย่างน้อย 6 ชั่วโมงต่อวัน ส่งผลให้ผู้ที่นั่งทำงานเกิดอาการเมื่อยล้าและอาการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ อันเนื่องมาจากการใช้งานโต๊ะและเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกาย และยังเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคออฟฟิตซินโดรม (Lewis, Krawiec, confer, Agopsowicz, & Crandall, 2002) ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม และทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งด้วยท่าทางซ้ำๆ หากโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ทำงานมีความเหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายจะส่งผลให้ลดอาการเมื่อยล้าและอาการเจ็บปวดเหล่านี้ได้ รวมไปถึงถึงลดความเสี่ยงที่จะเกิดโรคออฟฟิตซินโดรม ทำให้ผู้นั่งเกิดความสะดวกสบายเมื่อต้องนั่งทำงานเป็นเวลานาน และทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายต้องออกแบบตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic)

เนื่องจากในปัจจุบันโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่มีความสูงของโต๊ะ 75 เซนติเมตร และเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 40-51 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเทียบกับมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม(สมอ.) โดยใช้ มอก.661-2530 พบว่าความสูงของโต๊ะที่ 75 เซนติเมตร จะเหมาะสมกับผู้ใช้งานที่มีความสูง 180 เซนติเมตร และเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ 40-51 เซนติเมตร จะเหมาะสมกับผู้ใช้งานที่มีความสูงในช่วง 165-180 เซนติเมตร แต่โดยเฉลี่ยคนไทยที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ผู้ชายจะมีส่วนสูง 169.46 เซนติเมตร และผู้หญิงจะมีส่วนสูง 157 เซนติเมตร (SizeThailand, สวทช.(NSTDA), & เนคเทค (NECTEC), 2007) ซึ่งจะเห็นว่าขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของคนในประเทศไทย แต่เป็นขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนของคนต่างประเทศมากกว่า

ดังนั้น โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่คำนึงถึงสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานในประเทศไทยเป็นหลัก โดยการใช้หลักการยศาสตร์อย่างถูกต้อง เพื่อให้โต๊ะและเก้าอี้มีขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ขนาดเดียวที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานในสำนักงาน โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

1.2.2 เพื่อหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ 2-3 ขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานในสำนักงาน โดยหลักการจัดกลุ่มพีชชีมีน

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs)

1.3.1 สามารถหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ขนาดเดียวที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานในสำนักงาน โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

1.3.2 สามารถหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ 2-3 ขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานในสำนักงาน โดยหลักการจัดกลุ่มพีชชีมีน

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้แนะนำกับโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในสำนักงานปัจจุบัน มีร้อยละความเหมาะสมที่สูงขึ้น

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ

1.5.1 การศึกษาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานจะศึกษาเฉพาะขนาดเท่านั้น จะไม่คำนึงถึงวัสดุ รูปทรง และอื่นๆ

1.5.2 ลักษณะของโต๊ะและเก้าอี้ที่นำมาศึกษาในโครงการมีดังต่อไปนี้

1.5.2.1 ความสูงของโต๊ะ

1.5.2.2 ความลึกของโต๊ะ

1.5.2.3 ความกว้างของโต๊ะ

1.5.2.4 ความสูงของเก้าอี้

1.5.2.5 ความลึกของที่นั่ง

1.5.2.6 ความกว้างของที่นั่ง

1.5.2.7 ความสูงของพนักพิง

1.5.2.8 ความกว้างของพนักพิง

1.5.2.9 ความสูงของที่พักแขน

1.5.2.10 ความกว้างของที่พักแขน

1.5.2.11 ความยาวของที่พักแขน

1.5.2.12 ระยะห่างของที่พักแขน

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

บทนี้เป็นการนำเสนอ หลักการ ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน ที่เน้นการทำงานกับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะเป็นหลัก โดยนำหลักของกายศาสตร์มาใช้ในการออกแบบให้ถูกต้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการยศาสตร์

2.1.1 นิยามความหมาย

การยศาสตร์ หรือ Ergonomics เป็นคำที่มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก 2 คำ ได้แก่ คำว่า Ergos ซึ่งแปลว่า งาน กับ Nomos แปลว่า กฎธรรมชาติ เมื่อนำมารวมกันเป็น Ergonomic ซึ่งจะมีความหมายว่า การศึกษากฎเกณฑ์ในการทำงาน (สุทธิ ศรีบูรพา, 2544)

การยศาสตร์ในสำนักงาน หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานและเครื่องมืออุปกรณ์ ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่ปฏิบัติงานอยู่ โดยให้ความสำคัญกับผู้ปฏิบัติงานเป็นหลักในการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ในสำนักงาน รวมถึงสภาพแวดล้อม และวิธีการทำงาน ตลอดจนความสามารถในการทำงาน เพื่อเพิ่มความสะดวกสบาย และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานต่างๆ โดยคำนึงถึงร่างกาย สุขภาพ และความปลอดภัย

2.1.2 หลักของการยศาสตร์สำหรับเก้าอี้

เก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ หมายถึง เก้าอี้ที่ถูกออกแบบมาให้มีลักษณะที่ถูกต้องตามหลักสรีรศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงาน นั่นคือ ข้อศอกต้องตั้งฉากกับพื้น เท้าต้องวางราบ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถนั่งได้อย่างสะดวกสบาย โดยเก้าอี้ต้องสามารถปรับระดับความสูงได้ เพื่อให้ท่านั่งในการทำงานเป็นท่าที่เหมาะสมตรงตามลักษณะของงานที่ปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ไม่ทำให้เกิดการกดทับของกล้ามเนื้อใดกลุ่มหนึ่ง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเมื่อยล้า และลดปัญหาสุขภาพที่เกิดจากการนั่งทำงานเป็นเวลานาน (พรณิภา บริบูรณ์สุขศรี. ณ. จ., 2545)

2.1.3 หลักของการยศาสตร์สำหรับโต๊ะ

โต๊ะทำงานตามหลักการยศาสตร์ หมายถึง โต๊ะที่ได้รับการออกแบบให้มีพื้นผิวในการทำงานที่ส่งผลให้ท่าทางในการวางแขนขณะปฏิบัติงานมีลักษณะที่ข้อศอกทำมุมฉากกับแขนท่อนบน เพื่อให้เกิดการผ่อนคลายของกล้ามเนื้อแขน และยังช่วยให้ข้อมืออยู่ในท่าที่เหยียดตรง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความสะดวกสบาย และอยู่ในท่าทางการทำงานที่ถูกต้องไม่ว่าจะเป็นการทำงานในท่านั่งหรือท่านยืน ซึ่งเหมาะกับการทำงานที่ต้องทำซ้ำๆ เป็นเวลานาน (สุทธิ ศรีบูรพา, 2544)

2.2 การสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling)

การสุ่มตัวอย่างมีความจำเป็นต่อการดำเนินโครงการ เนื่องจากนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่สนใจ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ให้ได้ผลดีที่สุดสำหรับการสรุปผลการดำเนินโครงการ แต่การเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างนั้นมีข้อจำกัด เช่น ระยะเวลา ขนาดของสัดส่วนร่างกาย อายุ หรือเพศ ฯลฯ ดังนั้น จึงต้องมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง รวมถึงวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความครอบคลุมในส่วนของประชากร เพื่อให้ผลของการดำเนินโครงการมีความเที่ยงตรงยิ่งขึ้น (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2542)

2.2.1 ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการสุ่มตัวอย่าง

2.2.1.1 ประชากร (Population) หมายถึง การกำหนดขอบเขตสิ่งที่สนใจศึกษา ซึ่งจะมีคุณสมบัติบางอย่างที่ผู้ดำเนินโครงการสนใจ เช่น ในการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้สำหรับคนวัยทำงาน ประชากร ก็คือ ประชากรไทยวัยทำงาน

2.2.1.2 กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง การเลือกเก็บข้อมูลบางข้อมูลที่สนใจจะศึกษาเท่านั้น อาจใช้เป็นการสุ่มหรือการเลือกมาเป็นตัวแทนสำหรับสิ่งที่สนใจ เพื่ออธิบายลักษณะของประชากรเป้าหมาย หรือประชากรของการดำเนินโครงการ เช่น ในการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้สำหรับวัยทำงาน กลุ่มตัวอย่าง ก็คือ คนภายในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป

2.2.2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเป็นส่วนหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนของผลการดำเนินโครงการ ความคลาดเคลื่อนของผลการดำเนินโครงการจะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง ยิ่งขนาดตัวอย่างมากจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยลง ทำให้ผลของการดำเนินโครงการน่าเชื่อถือ แต่จะทำให้สิ้นเปลืองเวลา และงบประมาณในการรวบรวมข้อมูล โดยการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะใช้ตารางสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่ ในการกำหนด

ตารางสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่ เป็นตารางที่ใช้คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะว่ามีความสะดวก และเหมาะกับประชากรที่มีขนาดใหญ่จนถึงอินฟินิตี้ โดยใช้ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความคลาดเคลื่อน ± 5 ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร่ ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ขนาด ประชากร	ขนาดตัวอย่างตามความคลาดเคลื่อน					
	±1%	±2%	±3%	±4%	±5%	±10%
500	-	-	-	-	222	83
1000	-	-	-	385	286	91
1500	-	-	638	441	361	94
2000	-	-	718	476	333	95
2500	-	1250	769	500	345	96
3000	-	1364	811	517	353	97
3500	-	1458	843	530	359	97
4000	-	1538	870	541	364	98
4500	-	1607	891	549	367	98
5000	-	1667	909	556	370	98
6000	-	1765	938	566	375	98
7000	-	1842	959	574	378	99
8000	-	1905	976	580	381	99
9000	-	1957	989	584	383	99
15000	6000	2143	1034	600	390	99
20000	6667	2222	1053	606	392	100
25000	7143	2273	1064	610	394	100
50000	8333	2381	1087	617	397	100
100000	9091	2439	1099	621	398	100
>100000	10000	2500	1111	625	400	100

ที่มา : Yamane, Taro (1970)

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

การเก็บข้อมูลจะทำการรวบรวมด้วยตนเอง โดยจะต้องเข้าใจลักษณะของข้อมูล และประเภทของข้อมูล ตลอดจนวิธีการเก็บรวบรวม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับโครงการ โดยการเก็บข้อมูลสามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้ (สายชล สิ้นสมบูรณ์ทอง, 2555)

2.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจเป็นการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้นตามสภาพที่เป็นอยู่ โดยไม่มีการสร้างสถานการณ์ หรือวางแผนไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ผู้ดำเนินโครงการสามารถแยกปัจจัยได้ ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นทำได้โดยการวัดค่า การสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกต

2.3.2 การสำรวจตัวอย่างเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างที่ถูกเลือกมาเป็นตัวแทนของประชากร หรือสิ่งที่ให้ความสนใจที่จะศึกษาเท่านั้น เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกหน่วยของประชากรอาจทำให้เสียเวลา และค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น เพราะสิ่งที่ต้องการ

ศึกษาอาจจะมีบางกลุ่มที่มีลักษณะตามต้องการเหมือนกัน หรือสามารถประมาณค่าของสิ่งที่ต้องการจะศึกษาทั้งหมดได้ แต่ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่สมบูรณ์ จึงต้องอาศัยวิธีการทางสถิติในการอนุมานไปหาประชากรอีกชั้นหนึ่ง

2.4 วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการเก็บรวบรวมได้นำวิธีการทางสถิติมาใช้ในการอนุมานให้สามารถแทนข้อมูลของประชากรได้ ซึ่งข้อมูลที่ใช้นั้นจะต้องอยู่ในขอบเขตที่จะศึกษา มีความถูกต้องแม่นยำ และมีจำนวนข้อมูลที่เพียงพอ ซึ่งการสุ่มตัวอย่างอาจอยู่ในรูปของการประมาณการ และการทดสอบสมมติฐาน รวมถึงการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ถ้าคำนึงถึงสมบัติของตัวสถิติสามารถแบ่งวิธีการเลือกออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (กานต์ ลีวัฒนายิงยง, 2557)

2.4.1 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling)

การสุ่มตัวอย่างโดยไม่คำนึงว่าตัวอย่างแต่ละหน่วยมีโอกาสถูกเลือกมากน้อยเท่าไร ทำให้ไม่ทราบความน่าจะเป็นที่แต่ละหน่วยในประชากรจะถูกเลือก จึงไม่สามารถบอกคุณสมบัติของตัวสถิติที่สร้างจากตัวอย่างได้ เพราะไม่ทราบการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวสถิตินั้น

2.4.2 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

การสุ่มตัวอย่างโดยการกำหนดโอกาสที่หน่วยของตัวอย่างแต่ละหน่วยจะถูกเลือก ทำให้ทราบความน่าจะเป็นที่แต่ละหน่วยในประชากรที่จะถูกเลือก แล้วทำการเลือกตัวอย่างตามความน่าจะเป็นของการถูกเลือกที่กำหนดไว้ ทำให้สามารถหาคุณสมบัติของตัวสถิติที่สร้างจากกลุ่มตัวอย่างได้

2.5 ตำแหน่งของข้อมูล

ตำแหน่งหรือจุดของข้อมูล โดยการเรียงข้อมูลจากน้อยไปหามาก เพื่อหาค่าของข้อมูล ณ ตำแหน่งนั้นๆ ซึ่งข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นหลายส่วน โดยการแบ่งข้อมูลที่นิยมใช้ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) เป็นการแบ่งข้อมูลออกเป็น 100 ส่วนเท่าๆกัน โดยการหาตำแหน่งของข้อมูลจะหาจากผลคูณของตำแหน่งที่ต้องการ (r) ดังสมการที่ 2.1 (กานต์ ลีวัฒนายิงยง, 2557)

$$Pr = (N + 1) \frac{r}{100} \quad (2.1)$$

2.6 หลักการจัดกลุ่มฟuzzyซิมิน

ฟuzzyซิมิน คือ อัลกอริทึมสำหรับการจัดกลุ่มข้อมูล โดยที่ข้อมูลแต่ละข้อมูลสามารถเป็นสมาชิกได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ดังนั้น จึงเป็นที่มาของคำว่า Fuzzy หรือความคลุมเครือ โดยที่ระดับของความเป็นสมาชิกสำหรับข้อมูลแต่ละข้อมูลถูกกำหนดโดยการแจกแจงจากกลุ่มแต่ละกลุ่ม

การจัดกลุ่มฟuzzyซิมินถูกพัฒนาโดย Dunn และปรับปรุงโดย Bezdek ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการจัดกลุ่มข้อมูล โดยจำนวนของกลุ่มข้อมูลที่ถูกรับรองขึ้นมา อัลกอริทึมจะนำข้อมูลใส่ลงในกลุ่มแต่ละกลุ่ม ซึ่งความแตกต่างของการจัดกลุ่มฟuzzyซิมินกับการจัดกลุ่มแบบอื่นๆ คือ จะไม่ตัดสินว่าข้อมูลอยู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แต่จะคำนวณหาความเป็นไปได้ (The Degree of Member Ship) ที่ข้อมูลนั้นควรอยู่ในกลุ่มนั้นๆ โดยในแต่ละรอบ (Iteration) ฟuzzyซิมินจะทำการหาค่าต่ำสุด (Minimized) ของสมการเป้าประสงค์ J ดังสมการที่ 2.2 (<https://home.deib.polimi.it>)

$$J = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^C \delta_{ij} \|x_i - c_j\|^2 \quad (2.2)$$

โดยที่ N คือ จำนวนของข้อมูล

C คือ จำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง

C_j คือ เวกเตอร์จุดศูนย์กลางสำหรับกลุ่ม j

δ_{ij} คือ ดิกรีความเป็นสมาชิก สำหรับข้อมูลลำดับที่ i หรือ x_i ในกลุ่ม j

โดยค่า norm คือ $\|x_i - c_j\|$ จะวัดความเหมือนหรือความใกล้เคียงของ x_i กับเวกเตอร์จุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่ม ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะถูกคำนวณเพื่อหาน้ำหนักเฉลี่ยของข้อมูล โดยที่น้ำหนัก คือ ดิกรีความเป็นสมาชิก

ดิกรีความเป็นสมาชิกจะสมมติให้ข้อมูล x_i มีดิกรีความเป็นสมาชิกในกลุ่ม j สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.3

$$\delta_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^C \left(\frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (2.3)$$

โดยที่ m คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความคลุมเครือที่ต้องมีค่ามากกว่า 0 แต่น้อยกว่าอินฟินิตี้ และเวกเตอร์จุดศูนย์กลาง (C_j) สามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

2.7 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจะตรวจสอบโดยใช้ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งจะต้องตรวจสอบก่อนการทดสอบความแปรปรวนเสมอ เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ โดยการตรวจสอบสามารถทำการวิเคราะห์ที่ได้จากกราฟการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล ซึ่งทำได้โดยการกำหนดให้ แกน X คือ ส่วนตกค้างของข้อมูล (Residual) เป็นค่าที่ได้จากค่าสังเกตในแต่ละค่าลบกับค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด และแกน Y คือ ร้อยละของความน่าจะเป็นสะสม ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จุดตัดจะเรียงตัวกันเป็นแนวเส้นตรง และลักษณะการเกิดจุดตัดจะต้องไม่เป็นกระจุกหรือเป็นกลุ่มๆ โดยค่าที่อยู่ระหว่างจุดแต่ละจุดต้องใกล้เคียงกันเป็นส่วนมาก ซึ่งค่าที่อยู่ห่างจากเส้นต้องมีค่ามากหรือน้อยต่างกันไป เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติจะนำข้อมูลไปทดสอบกับอสมการตรวจสอบความเหมาะสมของไต้ะและเก๊าอี้ ซึ่งมีอสมการตรวจสอบ ดังนี้

2.7.1 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของที่นั่ง

ความสูงของที่นั่ง (SH) มีความสัมพันธ์กับความสูงของขาพับ (PH) ซึ่งความสูงของที่นั่งนั้นต้องมีระดับที่ต่ำกว่าขาพับ (Molenbroek, Kroon-Ramaekers, & Snijders, 2003) เพื่อให้ขาที่อ่อนล้าเคลื่อนย้ายได้สะดวก โดยที่ขาที่อ่อนล้าจะต้องทำมุม 5-30 องศา กับพื้น และในปัจจุบันสำนักงานส่วนใหญ่มีการสวมรองเท้าขณะทำงาน ดังนั้น จึงต้องมีการคิดความสูงของพื้นรองเท้าด้วย (SC) ดังอสมการที่ 2.5

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

โดยที่ PH คือ ความสูงของขาพับ

SH คือ ความสูงของที่นั่ง

SC คือ ความสูงของพื้นรองเท้า

2.7.2 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงไต้ะ

ความสูงของไต้ะทำงานจะต้องอยู่ในระดับเดียวกับความสูงของศอก (EHS) โดยมุมทางศอกและมุมงอแขนที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด คือ มุม 20 องศา และ 25 องศา ตามลำดับ (Chaffin and Anderson, 1991) ดังอสมการที่ 2.6

$$EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.14855SHS \quad (2.5)$$

โดยที่ EHS คือ ความสูงของศอก

SDH คือ ความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงไต้ะ

2.7.3 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความกว้างของพื้นที่นั่ง

ความกว้างของพื้นที่นั่ง (SW) จะต้องมีความมากกว่าความกว้างของสะโพก (HW) เพื่อไม่ให้เกิดแรงกดทับบริเวณสะโพกที่เกินออกมาจากพื้นที่นั่ง ดังอสมการที่ 2.7

$$SW > HW \quad (2.6)$$

โดยที่ SW คือ ความกว้างของพื้นที่นั่ง

HW คือ ความกว้างของสะโพก

2.7.4 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความลึกของที่นั่ง

ความลึกของที่นั่ง (SD) จะแปรผันตรงกับความยาวของสะโพกถึงขาพับด้านใน (BPL) ถ้าที่นั่งมีความลึกมากเกินไปจะส่งผลให้หลังและสะโพกของผู้นั่งไม่ชิดกับพนักพิง ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าบริเวณต้นคอ และบริเวณหลัง ดังนั้น จึงมีการกำหนดค่าความลึกของพื้นที่นั่งให้อยู่ระหว่างร้อยละ 80-95 ของความยาวสะโพกถึงขาพับด้านใน (Milanese & Grimmer, 2004) ดังอสมการที่ 2.8

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

โดยที่ BPL คือ ความยาวของสะโพกถึงขาพับด้านใน

SD คือ ความลึกของที่นั่ง

2.7.5 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของพนักพิง

ความสูงของพนักพิง (UEB) มีความสัมพันธ์กับความสูงไหล่ขณะนั่ง (SHS) ดังนั้น ความสูงของพนักพิงจึงควรมีระดับที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับกระดูกสะบัก แต่เนื่องจากกระดูกสะบักเป็นตำแหน่งที่หาได้ยาก จึงมีการแนะนำตำแหน่งของกระดูกสะบักอยู่ที่บริเวณร้อยละ 60-80 ของความสูงไหล่ขณะนั่ง (Gouvali and Boudolos, 2006) ดังอสมการที่ 2.9

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

โดยที่ SHS คือ ความสูงของไหล่ขณะนั่ง

UEB คือ ความสูงของพนักพิง

2.8 โปรแกรม Minitab

โปรแกรม Minitab เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (Statistical Package) ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เช่น การทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต เป็นต้น (ชัชวาล เรื่องประพันธ์, 2543)

2.9 โปรแกรม Matlab

โปรแกรม Matlab เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์เพื่อลดความยุ่งยากในการเขียนภาษาทางคอมพิวเตอร์ เนื่องจากภาษาทางคอมพิวเตอร์เป็นภาษาที่มีความซับซ้อน มีคำสั่งมากมาย และต้องมีรูปแบบที่แน่นอน โปรแกรม Matlab จึงเป็นโปรแกรมที่ช่วยลดขั้นตอนที่ซับซ้อนเหล่านี้ได้ โดยพื้นฐานการคำนวณของโปรแกรม Matlab จะอยู่ในรูปของเมตริกซ์ (ปริญา สงวนสัจย์, 2550)

คำสั่งพื้นฐานทั่วไปของโปรแกรม Matlab ในการป้อนคำสั่งสำหรับการประเมินผลของโปรแกรม Matlab สามารถแบ่งได้ 2 วิธี ได้แก่

2.9.1 ฟังก์ชันไฟล์ (Function Files) คือ การป้อนคำสั่ง หรือค่าตัวแปรต่างๆ บนหน้าต่างคำสั่งตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา

2.9.2 สคริปต์ไฟล์ (Script Files) คือ การรวบรวมค่าตัวแปร และชุดคำสั่งต่างๆ ที่ต้องการให้โปรแกรมประมวลผล โดยการบรรจุไว้ในไฟล์เดียว

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

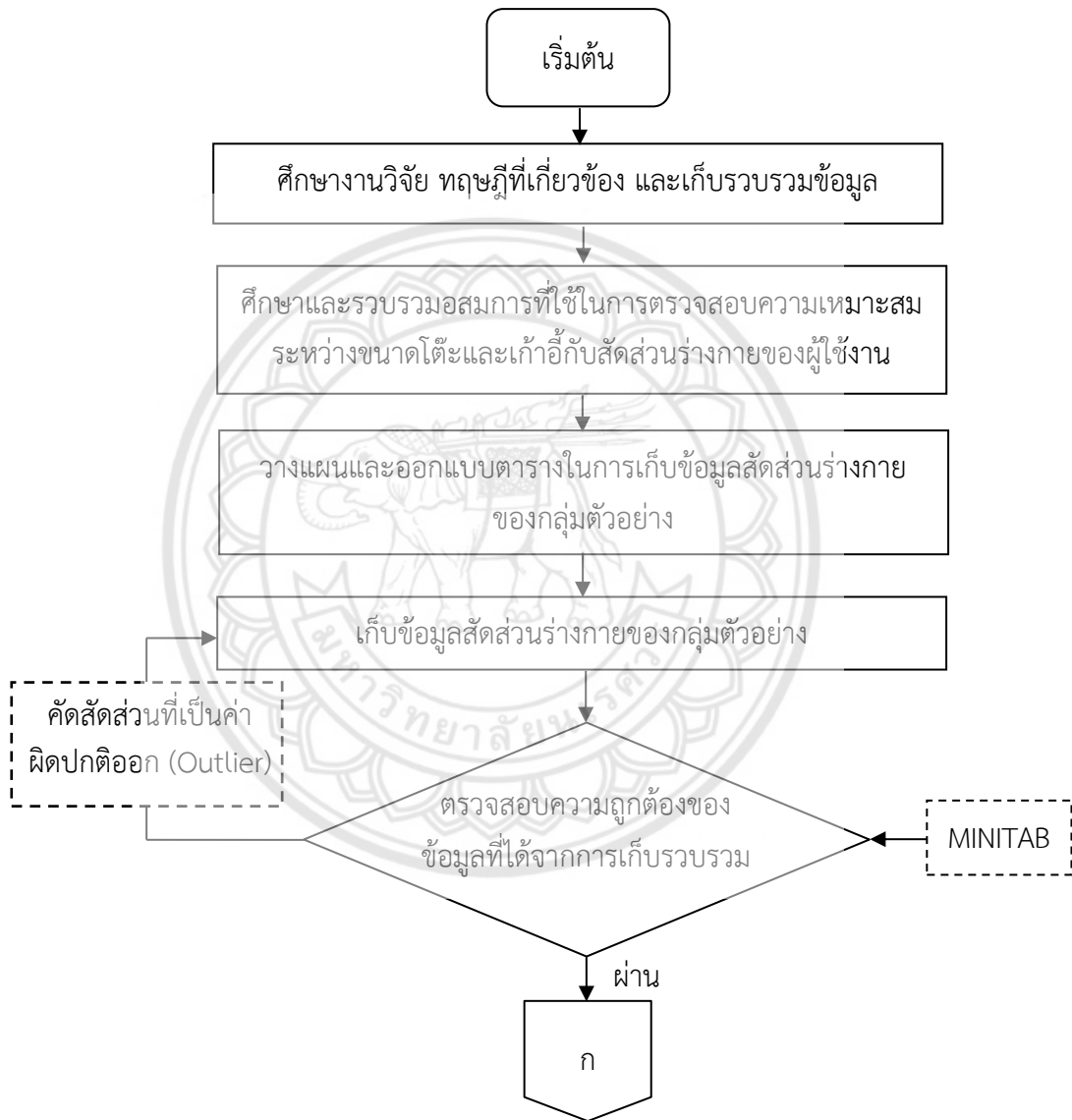
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการในครั้งนี้ คือ งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ซึ่งในโครงการนี้ได้ทำการศึกษาที่แตกต่างออกไป คือ เป็นการหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

2.10.1 การกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ วงรี ความคลาดเคลื่อน ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อหาขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยของประเทศไทย และหาขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน 2 ขนาด โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มเคมีน โดยการหาขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนนั้นมีการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คนขึ้นไป เพื่อให้อนุมานเป็นประชากรนักศึกษาในมหาวิทยาลัยทั่วทั้งประเทศได้ (ชาญวิทย์ สีใส และอานนท์ สุขสวัสดิ์, 2559)

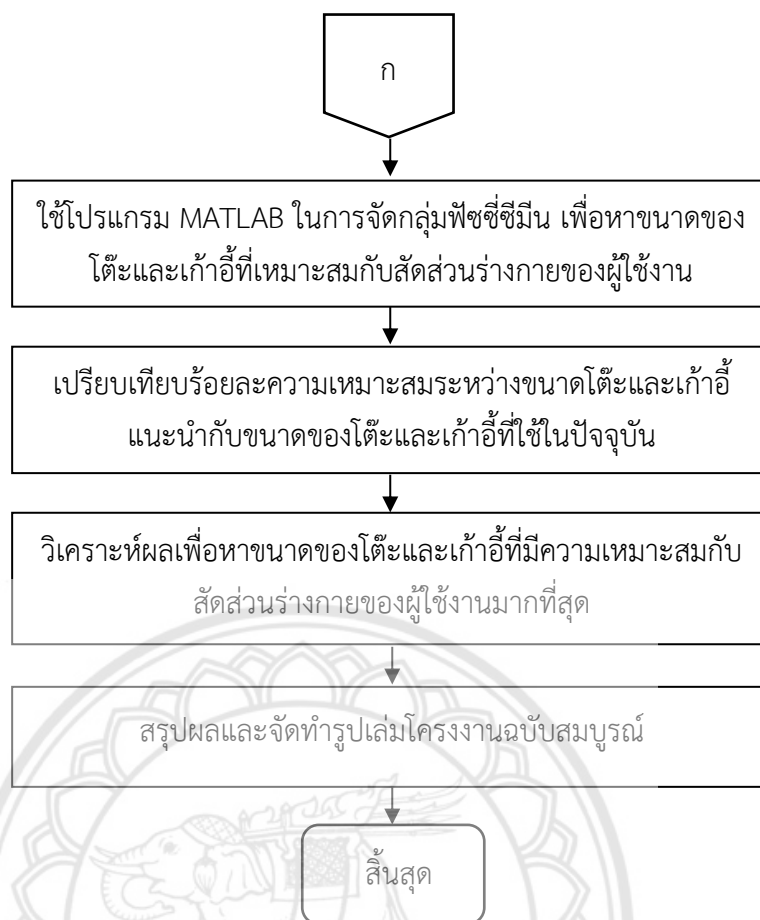
2.10.2 การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน โดยวิธีการวิเคราะห์สองตัวแปร มีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อหาขนาดของเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยทำการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 349 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (จิตรภา กล้าโพธิ์ศรี และนิสารัตน์ ปุธิรัตน์, 2558)

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินโครงการในการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน โดยวิธีการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์และวิธีจัดกลุ่มฟิชชีซีมีน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ



รูปที่ 3.1 (ต่อ) ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาขนาดของโຕະและเก้าอี้ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน จะทำการศึกษาจากงานวิจัย และทฤษฎีต่างๆ ดังหัวข้อต่อไปนี้

3.1.1 การออกแบบโຕະและเก้าอี้ในสำนักงาน

3.1.2 ทฤษฎีและหลักของการยศาสตร์ในการออกแบบโຕະและเก้าอี้

3.1.3 หลักการเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ในการดำเนินโครงการ ได้แก่

3.1.3.1 การวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง

3.1.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย

3.1.3.3 การวัดขนาดของโຕະและเก้าอี้ในสำนักงาน

3.1.4 รวบรวมงานวิจัย หรือบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาสมการมาใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมของขนาดโຕະและเก้าอี้กับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน

3.1.5 โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง และใช้ในการกำหนดขนาดของโຕະและเก้าอี้ ได้แก่

3.1.5.1 โปรแกรม MINITAB

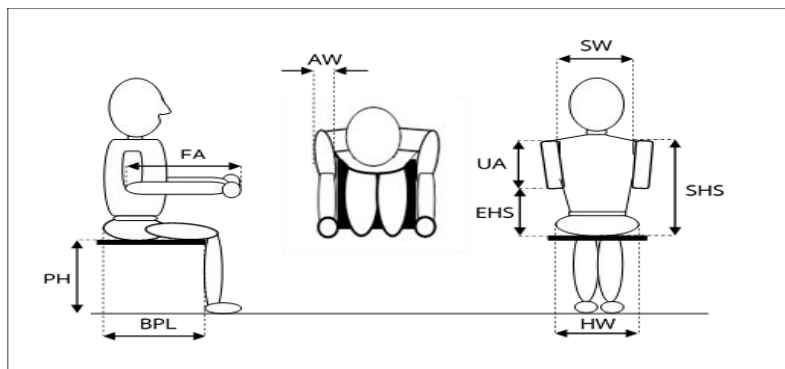
3.1.5.2 โปรแกรม MATLAB

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการในการหาขนาดของโຕະและเก้าอี้ในสำนักงาน ได้แก่ ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย และขนาดของโຕະและเก้าอี้ในสำนักงาน โดยกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

3.2.1 การวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง

การวัดสัดส่วนร่างกายจะทำการวัดจากกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุตั้งแต่ 18 ขึ้นไป เนื่องจากเป็นวัยที่ร่างกายหยุดเจริญเติบโต (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ : สสส.) ซึ่งสามารถใช้เป็นสัดส่วนร่างกายของคนวัยทำงานได้ โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คนขึ้นไป เพื่อให้ครอบคลุมต่อสัดส่วนร่างกายของคนทั้งประเทศตามตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินโครงการ มีรายละเอียดดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 สัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในดำเนินโครงการ

3.2.1.1 ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) วัดจากพื้นถึงขาพับด้านใน โดยลักษณะการนั่งขาจะต้องตั้งฉากกับพื้น

3.2.1.2 ความยาวของสะโพกถึงขาพับ (Buttock Popliteal Length : BPL) วัดจากขาพับด้านในถึงด้านหลังของสะโพกในขณะที่นั่ง

3.2.1.3 ความกว้างของสะโพก (Hip Width : HW) วัดจากด้านซ้ายสุดถึงขวาสุดของสะโพกในขณะที่นั่ง

3.2.1.4 ความสูงของศอกถึงแผ่นรองนั่ง (Elbow Heights Sitting : EHS) วัดจากผิวบนของแผ่นรองนั่งถึงข้อศอก โดยนั่งหลังตรง แขนท่อนบนต้องแนบกับลำตัว และแขนท่อนล่างต้องตั้งฉากกับแขนท่อนบน

3.2.1.5 ความสูงของไหล่ถึงแผ่นรองนั่ง (Shoulder Heights Sitting : SHS) วัดจากผิวของแผ่นรองนั่งถึงไหล่ในแนวตั้ง

3.2.1.6 แขนท่อนบน (Upper Arm : UA) วัดจากไหล่ถึงข้อศอก โดยแขนท่อนบนจะต้องแนบกับลำตัว และแขนท่อนล่างต้องตั้งฉากกับแขนท่อนบน

3.2.2 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูลจะนำข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุตั้งแต่ 18 ขึ้นไป เนื่องจากเป็นวัยที่ร่างกายหยุดเจริญเติบโต (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ : สสส.) โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คนขึ้นไป เพื่อให้ครอบคลุมต่อสัดส่วนร่างกายของคนทั้งประเทศตามตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร่ ยามาเน่ มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อให้ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และมีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนร่างกายของคนวัยทำงานในประเทศไทย เพื่อให้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างสามารถอนุมานเป็นข้อมูลของประชากรวัยทำงานทั้งประเทศไทยได้ โดยสัดส่วนร่างกายที่ใช้ในการตรวจสอบ คือ ส่วนสูง เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนด้านความยาว (Oyewole et al. ,2010; Roebuck. ,1975) ซึ่งสัดส่วนด้านความยาวนี้เป็นสัดส่วนที่จำเป็นต่อการ

ออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Minitab ในการตรวจสอบ มีขั้นตอน ดังนี้

3.2.2.1 เปิดโปรแกรมแล้วทำการกรอกข้อมูลที่ต้องการตรวจสอบ

3.2.2.2 เลือกฟังก์ชัน Stat จากนั้นไปที่ Basic Statistics เลือกการทดสอบแบบ Normality Test

3.2.2.3 เลือกข้อมูลที่ต้องการตรวจสอบ จากนั้นโปรแกรมจะประมวลผล และแสดงผลข้อมูลออกมาในรูปแบบของกราฟ ซึ่งกราฟจะให้ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า P-Value

3.2.2.4 นำข้อมูลที่ได้จากกราฟมาวิเคราะห์การแจกแจง ถ้าหากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จุดตัดจะเรียงตัวกันเป็นแนวเส้นตรง และลักษณะการเกิดจุดตัดจะต้องไม่เป็นกระจุกหรือเป็นกลุ่มๆ โดยค่าที่อยู่ระหว่างจุดแต่ละจุดต้องใกล้เคียงกันเป็นส่วนมาก ซึ่งค่าที่อยู่ห่างจากเส้นต้องมีค่ามากหรือน้อยต่างกันไป

3.2.2.5 ถ้าข้อมูลยังมีการแจกแจงที่ไม่ปกติจะทำการคัดเลือกข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นค่าผิดปกติออก (Outlier) และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างใหม่ ทำการตรวจสอบจนได้ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ

3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย

การเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เที่ยงตรงและแม่นยำจะใช้อุปกรณ์ในการวัด ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง

3.2.4 การวัดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้

การวัดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ เพื่อใช้ในการดำเนินโครงการจะทำการวัดจากโต๊ะและเก้าอี้ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งขนาดที่สนใจจะทำการศึกษา มีดังนี้

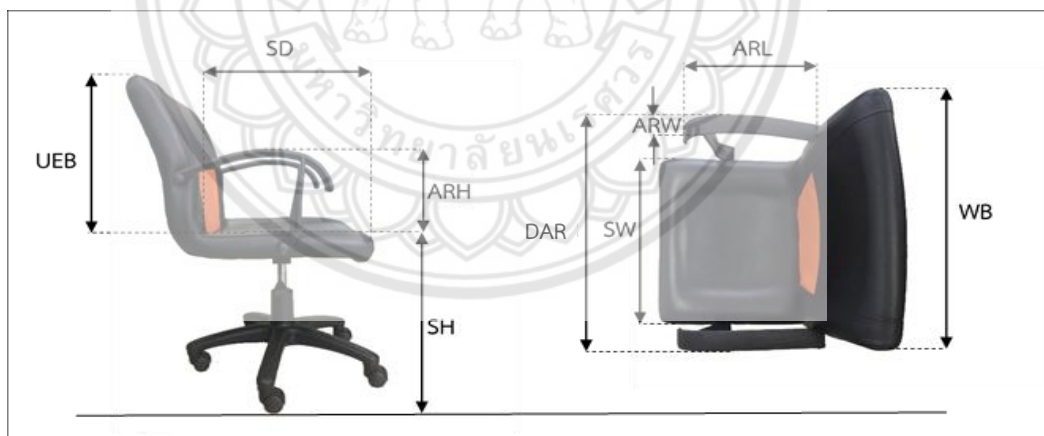
3.2.4.1 ขนาดของโต๊ะที่ใช้ในการดำเนินโครงการ มีรายละเอียดดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 ขนาดของโต๊ะที่ใช้ในการดำเนินโครงการงาน

- ก. ความสูงของโต๊ะ (Desk Height : DH) วัดจากพื้นถึงผิวด้านบนของโต๊ะ
 ข. ความกว้างโต๊ะ (Desk Width : DW) วัดจากด้านซ้ายสุดถึงขวาสุดของโต๊ะ
 ค. ความลึกของโต๊ะ (Desk Depth : DD) วัดจากด้านในสุดถึงนอกสุดของโต๊ะ

3.2.4.2 ขนาดของเก้าอี้ที่ใช้ในการดำเนินโครงการงาน มีรายละเอียดดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 ขนาดของเก้าอี้ที่ใช้ในการดำเนินโครงการงาน

- ก. ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH) วัดจากพื้นถึงผิวบนของแผ่นรองนั่งใน
 แวนระดับ
 ข. ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD) วัดจากด้านในสุดถึงด้านหน้าสุดของ
 แผ่นรองนั่ง

ค. ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW) วัดระยะจากด้านซ้ายสุดถึงด้านขวาสุดของแผ่นรองนั่ง

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

จ. ความสูงของที่พักแขน (Armrest Height : ARH) วัดจากผิวของแผ่นรองนั่งถึงผิวบนของที่พักแขน

ฉ. ความกว้างของที่พักแขน (Armrest Width : ARW) วัดจากด้านซ้ายสุดถึงด้านขวาสุดของที่พักแขน

ช. ความยาวของที่พักแขน (Armrest Length : ARL) วัดจากด้านในสุดถึงด้านหน้าสุดของที่พักแขน

ซ. ระยะห่างของที่พักแขน (Distance between Armrests : DAR) วัดจากด้านซ้ายสุดถึงขวาสุดของที่พักแขนทั้งสองด้าน

3.3 การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน

การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ จะทำการพิจารณามิติขนาดที่ส่งผลกระทบต่อสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความเมื่อยล้า และเกิดการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อมากที่สุดก่อน นั่นคือ มิติขนาดด้านความสูงของโต๊ะและความสูงของเก้าอี้ โดยมีขั้นตอนในการหาขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน ดังนี้

3.3.1 การตรวจสอบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้กับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน

การตรวจสอบความเหมาะสมจะเริ่มจากการตรวจสอบความเหมาะสมของเก้าอี้ก่อน เมื่อเก้าอี้มีความเหมาะสมกับผู้ใช้งานจึงจะทำการพิจารณาความเหมาะสมของโต๊ะ แต่ถ้าเก้าอี้ไม่เหมาะสมจะไม่ทำการพิจารณาความเหมาะสมของโต๊ะต่อ เนื่องจากมิติขนาดทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำการตรวจสอบ ดังนี้

3.3.1.1 การตรวจสอบความเหมาะสมของเก้าอี้จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยใช้สมการ 3.1 ในการตรวจสอบ

$$(PH_i + SC)\cos 30^\circ \leq SH_i \leq (PH_i + SC)\cos 5^\circ \quad (3.1)$$

กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้จะทำการตรวจสอบความสูงของเก้าอี้ (SH_i) ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับความสูงขาพับของกลุ่มตัวอย่างลำดับที่ i (PH_i) ถ้าหากความสูง

ของเก้าอี้ (SH_i) มากกว่า $(PH_i + SC)\cos 5^\circ$ เก้าอี้จะสูงเกินไปสำหรับผู้ใช้งาน และถ้าความสูงของเก้าอี้ (SH_i) น้อยกว่า $(PH_i + SC)\cos 30^\circ$ เก้าอี้จะต่ำเกินไปสำหรับผู้ใช้งาน

กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ จะทำการตรวจสอบช่วงความสูงของเก้าอี้ (SH_i) ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับความสูงขาพับของกลุ่มตัวอย่างลำดับที่ i (PH_i) ถ้าหากขอบล่างของเก้าอี้ (SH_i) มากกว่า $(PH_i + SC)\cos 5^\circ$ เก้าอี้จะสูงเกินไปสำหรับผู้ใช้งาน และถ้าขอบบนของเก้าอี้ (SH_i) น้อยกว่า $(PH_i + SC)\cos 30^\circ$ เก้าอี้จะต่ำเกินไปสำหรับผู้ใช้งาน

3.3.1.2 การตรวจสอบความเหมาะสมของโต๊ะ จะทำการตรวจสอบต่อจากการที่เก้าอี้มีความเหมาะสมกับผู้ใช้งานแล้ว ดังนั้นจะแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 กรณี คือ โต๊ะและเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ และโต๊ะกับเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยใช้สมการ 3.2 ในการตรวจสอบ

$$EHS_i \leq SDH_i \leq 0.8517EHS_i + 0.14855SHS_i \quad (3.2)$$

ความสูงของโต๊ะในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ จะทำการตรวจสอบความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่งของเก้าอี้ (SDH_i) ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับความสูงศอก และมุมกางแขน มุมงอแขน ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า น้อยที่สุด ถ้าหากความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่งมากกว่า $0.8517EHS_i + 0.14855SHS_i$ โต๊ะจะสูงเกินไปสำหรับผู้ใช้งาน และถ้าหากความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง น้อยกว่า EHS_i โต๊ะจะต่ำเกินไปสำหรับผู้ใช้งาน

ความสูงของโต๊ะในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ จะทำการตรวจสอบความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่งของเก้าอี้ (SDH_i) ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับความสูงศอก และมุมกางแขน มุมงอแขน ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า น้อยที่สุด ถ้าหากความสูงของโต๊ะจากขอบบนของเก้าอี้ มากกว่า $0.8517EHS_i + 0.14855SHS_i$ โต๊ะจะสูงเกินไปสำหรับผู้ใช้งาน และถ้าหากความสูงของโต๊ะจากขอบล่างของเก้าอี้ น้อยกว่า EHS_i โต๊ะจะต่ำเกินไปสำหรับผู้ใช้งาน

3.3.2 การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้

การหาขนาดความสูงของเก้าอี้จะนำค่าความสูงขาพับ (PH) ใส่ในสมการ 3.1 ซึ่งจะได้ช่วงความสูงของเก้าอี้ โดยจะใช้ค่ากึ่งกลางของช่วงมากำหนดความสูงของเก้าอี้ และการหาขนาดความสูงของโต๊ะ (DH) จะนำค่าความสูงของศอก (EHS) และค่าความสูงของไหล่ (SHS) ใส่ในสมการ 3.2 และใช้ค่ากึ่งกลางของช่วงมากำหนดความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง (SDH) ซึ่งความสูงของโต๊ะ (DH) จะได้จากการนำค่าความสูงของเก้าอี้ (SH) รวมกับค่าความสูงของโต๊ะจากพื้นที่ (SDH)

3.3.3 การหาขนาดของโตะและเก้าอี้ขนาดเดียว โดยใช้หลักการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์

การหาขนาดของโตะและเก้าอี้ขนาดเดียว จะใช้หลักการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ในการกำหนด เพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน โดยจะใช้สัดส่วนด้านความยาวของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ซึ่งสัดส่วนที่ใช้ในการกำหนดขนาดความสูงของโตะและความสูงของเก้าอี้ คือ ความสูงของขาพับ ความสูงของศอก และความสูงของไหล่ขณะนั่ง การใช้หลักการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ จะใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 75 90 และ 95 ของสัดส่วนทั้งสามในการตรวจสอบแทนการใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์เดียว เพื่อหาค่าที่มีความเหมาะสมรวมมากที่สุด ดังนั้น จึงมีกรณีศึกษาทั้งหมด $4^3 = 64$ กรณีศึกษา จากนั้นนำการผสมของสัดส่วนร่างกายทั้ง 64 กรณีศึกษาไปทำการตรวจสอบความเหมาะสม และหาขนาดของโตะและเก้าอี้ตามข้อ 3.2.1 และ 3.2.2 ตามลำดับ เพื่อให้ได้กรณีศึกษาที่ทำให้ขนาดของโตะและเก้าอี้มีร้อยละความเหมาะสมที่ดีที่สุด และใช้ขนาดเก้าอี้ (SH) จากกรณีศึกษาที่ดีที่สุดในการกำหนดช่วงการปรับระดับความสูงของเก้าอี้ เพื่อหาช่วงการปรับที่เกิดความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.4 การหาขนาดของโตะและเก้าอี้ 2 ขนาด และ 3 ขนาด โดยใช้หลักการจัดกลุ่มฟิชชีซี-มิน

การใช้หลักการฟิชชีซีมิน เพื่อหาขนาดของโตะและเก้าอี้ให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน โดยการนำข้อมูลสัดส่วนร่างกายที่จำเป็นในการกำหนดขนาดความสูงของโตะและความสูงของเก้าอี้ คือ ความสูงของขาพับ ความสูงของศอก และความสูงของไหล่ขณะนั่ง มาทำการกำหนดขนาดของโตะและเก้าอี้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.3.4.1 สุ่มกำหนดจุดศูนย์กลางตามจำนวนกลุ่มที่ต้องการหาขนาดของโตะและเก้าอี้ นั่นคือ 2 และ 3 กลุ่ม

3.3.4.2 คำนวณค่าความเป็นสมาชิกของข้อมูลแต่ละจุดจากจุดศูนย์กลาง โดยใช้สมการ 3.3

$$\delta_{ij} = \frac{1}{\sum_{i=1}^c \left(\frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (3.3)$$

3.3.4.3 หาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มเรื่อยๆ จนจุดศูนย์กลางไม่เปลี่ยนแปลง

3.3.4.4 นำค่าจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มที่ไม่เปลี่ยนแปลงแล้วไปทำการตรวจสอบความเหมาะสม และหาขนาดของโตะและเก้าอี้ตามข้อ 3.2.1 และ 3.2.2 ตามลำดับ เพื่อหาขนาดของโตะและเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของสมาชิกในแต่ละกลุ่มมากที่สุด และใช้ช่วงการปรับที่ดีที่สุดจากเก้าอี้ขนาดเดียวมากำหนดช่วงการปรับระดับความสูงของเก้าอี้ในแต่ละกลุ่ม

3.4 การเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้

การเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมจะเปรียบเทียบขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ได้จากการวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ วิธีจัดกลุ่มเคมีนจากปริญญาโทของนาย สุภาพล และอัจฉริยา โสมา วิธีจัดกลุ่มพีชชีซีมีน และขนาดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่มีร้อยละความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานมากที่สุด

3.5 การวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินโครงการ

3.5.1 วิเคราะห์ผลโดยการเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่ได้จากการดำเนินโครงการ เพื่อคัดเลือกขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่มีร้อยละความเหมาะสมมากที่สุด

3.5.2 สรุปขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน

3.5.3 จัดทำรูปเล่มโครงการฉบับสมบูรณ์



บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงการ

ตามแบบแผนการดำเนินโครงการในการกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของคนวัยทำงานในประเทศไทย โดยใช้หลักการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ และหลักการจัดกลุ่มพีชชีมีน ซึ่งได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างวัยทำงาน เพื่ออนุมานเป็นสัดส่วนร่างกายของประชากรวัยทำงานทั้งประเทศไทย ในโครงการนี้ได้ใช้โปรแกรม Microsoft Excel Minitab และ Matlab ในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นในการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน ซึ่งได้ผลการดำเนินโครงการ ดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัย และบทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1. การออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานให้เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกาย เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานด้วยท่าทางที่ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ได้ ซึ่งการออกแบบความสูงของโต๊ะนั้นจะต้องมีระดับเท่ากับความสูงของศอก เพื่อให้ผู้ใช้งานไม่ต้องยกไหล่และไม่ต้องก้มคอในขณะที่ทำงาน และความสูงของเก้าอี้จะต้องทำให้ผู้ใช้งานสามารถนั่งขาตั้งฉากกับพื้น หลังตรง และเท้าระนาบกับพื้นได้

4.1.2. อสมการจากงานวิจัย และบทความที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างขนาดของโต๊ะและเก้าอี้กับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน

4.1.3. ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของคนวัยทำงานในประเทศไทย ได้ทำการสืบค้นข้อมูลจากกรมอนามัย (พ.ศ. 2542) และเว็บไซต์ Size Thailand (พ.ศ. 2550-2551) ดังนั้น จึงเลือกใช้ข้อมูลที่ใหม่ที่ที่สุด คือ ข้อมูลจากเว็บไซต์ Size Thailand เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างให้มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยส่วนสูงของประชากร

4.1.4. การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้อง และมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งจะใช้โปรแกรม Microsoft Excel Minitab และ Matlab สำหรับช่วยในการวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูล

4.2 อสมการที่ใช้ในการตรวจสอบร้อยละความเหมาะสม

สำหรับโครงการนี้อสมการที่จะใช้ในการตรวจสอบร้อยละความเหมาะสมจะเลือกใช้เฉพาะอสมการที่มีความสอดคล้องกับการกำหนดความสูงของโต๊ะและความสูงของเก้าอี้ ซึ่งสัดส่วนร่างกายที่มีความจำเป็นในการหาความสูงของโต๊ะและความสูงของเก้าอี้ คือ ความสูงของขาพับ ความสูงของศอก และความสูงของไหล่ขณะนั่ง โดยอสมการที่ใช้ในการตรวจสอบ มีดังต่อไปนี้

4.2.1 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของที่นั่ง

ความสูงของที่นั่ง (SH) มีความสัมพันธ์กับความสูงของขาพับ (PH) ซึ่งความสูงของที่นั่งนั้นต้องมีระดับที่ต่ำกว่าขาพับ (Molenbroek, Kroon-Ramaekers, & Snijders, 2003) เพื่อให้ขาที่อ่อนล้าเคลื่อนย้ายได้สะดวก โดยที่ขาที่อ่อนล้าจะต้องทำมุม 5-30 องศากับพื้น และในปัจจุบันสำนักงานส่วนใหญ่มีการสวมรองเท้าขณะทำงาน ดังนั้น จึงต้องมีการคิดความสูงของพื้นรองเท้าด้วย (SC) ดังอสมการที่ 4.1

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

โดยที่ PH คือ ความสูงของขาพับ

SH คือ ความสูงของที่นั่ง

SC คือ ความสูงของพื้นรองเท้า

4.2.2 อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโต๊ะ

ความสูงของโต๊ะทำงานจะต้องอยู่ในระดับเดียวกับความสูงของศอก (EHS) โดยมุมองศาของศอกและมูมงอแขนที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด คือ มุม 20 องศา และ 25 องศา ตามลำดับ (Chaffin and Anderson, 1991) ดังอสมการที่ 4.2

$$EHS \leq SDH \leq 0.8517EHS + 0.14855SHS \quad (4.2)$$

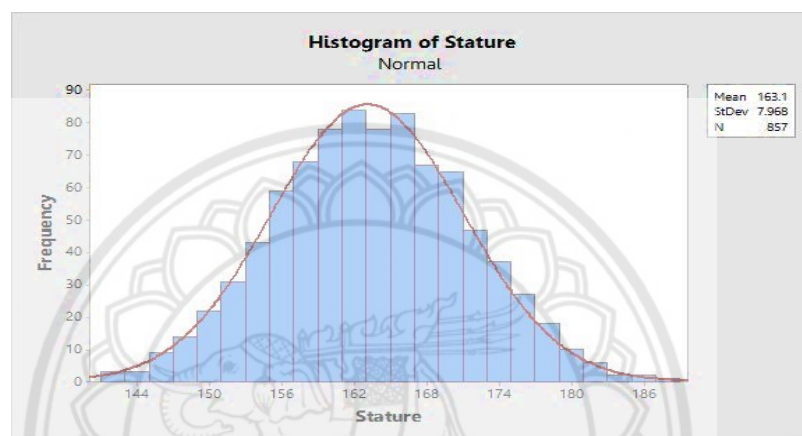
โดยที่ EHS คือ ความสูงของศอก

SDH คือ ความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโต๊ะ

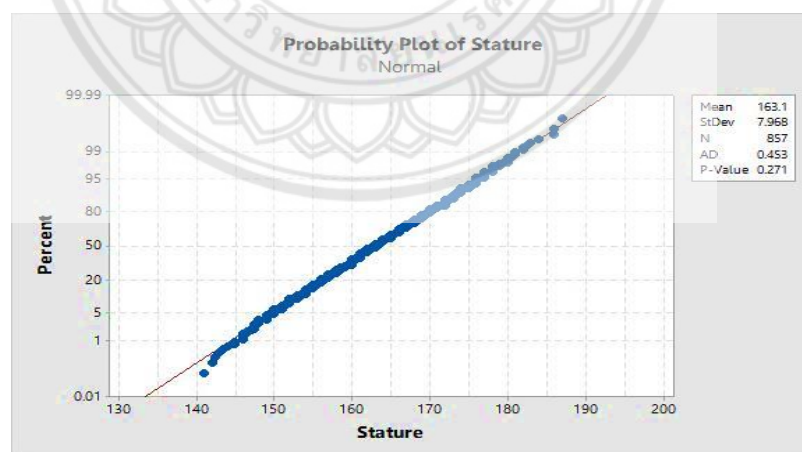
4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน คือ ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างวัยทำงาน ซึ่งได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่อำเภอ เมืองพิษณุโลก จังหวัด พิษณุโลก จำนวน 857 คน แบ่งเป็นผู้ชาย 427 คน ผู้หญิง 430 คน ซึ่งมีจำนวนมากกว่า 400 คนขึ้นไป จึงสามารถอนุมานเป็นประชากรวัยทำงานทั้งประเทศไทยได้ ตามตาราง ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้นนำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อตรวจสอบข้อมูลให้มีความน่าเชื่อถือก่อนนำไปใช้กำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

การตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลการที่จะนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการทดสอบสมมติฐานระหว่างข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกับข้อมูลของประชากรได้นั้น จะต้องมีการตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลก่อน โดยข้อมูลที่จะต้องมี การกระจายตัวแบบปกติ ซึ่งจะใช้ส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบ เนื่องจากขนาดสัดส่วนด้านความ ยาวของร่างกาย ได้แก่ ความสูงของขาพับ ความสูงของศอก และความสูงของไหล่ขณะนั่ง มีความสัมพันธ์กับส่วนสูง (Oyewole et al. ,2010; Roebuck. ,1975) ดังนั้น โครงการนี้จึงทำการ ตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลเฉพาะส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการ ตรวจสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (P-Value > 0.05) ได้ผลการตรวจสอบ ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 กราฟฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด



รูปที่ 4.2 กราฟเชิงเส้นแสดงการกระจายตัวของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

4.4 การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้

การกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานจะใช้ออกแบบ ตรวจสอบความเหมาะสมในการกำหนดขนาดต่างๆ โดยในโครงการนี้ได้ให้ความสำคัญกับมิติขนาด 2 ขนาด ได้แก่ ความสูงของโต๊ะและความสูงของเก้าอี้ เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโต๊ะและเก้าอี้ หลากๆงาน มีความเห็นตรงกันว่า มิติขนาดความสูงของโต๊ะและความสูงของเก้าอี้เป็นมิติขนาดที่ควร พิจารณาไปพร้อมกัน เพราะถ้าหากมิติด้านใดด้านหนึ่งไม่เหมาะสม จะส่งผลให้ผู้ใช้งานไม่สามารถนั่ง ด้วยท่าทางที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ได้ ดังนั้น มิติขนาดทั้งสองจะต้องมีความเหมาะสมทั้งคู่ ด้วย เหตุนี้จึงใช้ความเหมาะสมรวมซึ่งได้จากการนับเฉพาะจำนวนผู้ใช้งานที่สามารถใช้โต๊ะและเก้าอี้ได้ อย่างเหมาะสมทั้งสองมิติขนาดเป็นตัวบ่งชี้ว่าขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ได้มีความเหมาะสมรวมมากที่สุด และใช้ความเหมาะสมรวมทั้งหมดซึ่งได้จากการนำความเหมาะสมรวมมาคิดเป็นร้อยละต่อจำนวน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบหาวิธีการทดสอบที่ทำให้ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้มี ความเหมาะสมมากที่สุด

สำหรับโครงการนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมรวมของเก้าอี้ 2 ลักษณะ คือ เก้าอี้ที่ไม่ สามารถปรับระดับความสูงได้ และเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ เนื่องจากเก้าอี้ที่ไม่สามารถ ปรับระดับความสูงได้นั้นมีการผลิตกันอย่างแพร่หลาย เพราะมีต้นทุนต่ำ และเก้าอี้มี 4 ขา ซึ่งจะทำให้ มีความแข็งแรงมากกว่า แต่สำหรับเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ยังมีจำนวนการผลิตค่อนข้าง น้อย เนื่องจากมีต้นทุนที่สูง และเก้าอี้มีเพียงขาเดียวจึงทำให้มีความแข็งแรงน้อย

การผลิตโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันเป็นการผลิตเพื่อให้คนส่วนใหญ่สามารถใช้งานโต๊ะ และเก้าอี้ขนาดเดียวได้ ดังนั้น จึงนำสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ 95-99 มาใช้ในการ กำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ทุกๆ ไป แต่ในโครงการนี้จะนำหลักการของค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ และ หลักการจัดกลุ่มพีซีซีเอ็มมาใช้ในการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ ดังต่อไปนี้

4.4.1 การกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้โดยใช้หลักการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์

การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน เพื่อให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของ ผู้ใช้งานจะใช้สัดส่วนด้านความยาวของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ซึ่งสัดส่วนที่ใช้ในการกำหนดขนาด ความสูงของโต๊ะและความสูงของเก้าอี้ คือ ความสูงของขาพับ ความสูงของศอก และความสูงของไหล่ ขณะนั้น การใช้หลักการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์จะใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 75 90 และ 95 ของสัดส่วนทั้ง สามในการตรวจสอบแทนการใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์เดียว เพื่อหาค่าที่มีความเหมาะสมรวมมากที่สุด ดังนั้น จึงมีกรณีศึกษาทั้งหมด $4^3 = 64$ กรณีศึกษา ในการกำหนดความสูงของเก้าอี้จะใช้ออกแบบที่ 4.1 โดย ใช้ค่าความสูงของขาพับ (PH) และค่าความสูงของสันรองเท้า (SC) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2 เซนติเมตร ในการ กำหนดช่วงขนาดความสูงของเก้าอี้ และใช้ค่ากลางของช่วงความสูงเป็นค่าความสูงของเก้าอี้ ณ เปอร์เซ็นต์ไทล์นั้นๆ ส่วนการกำหนดความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่งจะใช้ออกแบบที่ 4.2 โดยใช้ค่าความ สูงของศอก (ESH) และความสูงของไหล่ขณะนั่ง (SHS) ในการกำหนดช่วงขนาดความสูง และใช้ค่า

กลางของช่วงความสูงเป็นค่าความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่งของเก้าอี้ ณ เพอร์เซ็นต์ไทล์นั้นๆ แสดงค่าความสูงของขาพับ ค่าความสูงของศอก และค่าความสูงของไหล่ขณะนั่ง ณ เพอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ ดังตารางที่ 4.1



ตารางที่ 4.1 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงของขาพับ ความสูงของศอก และความสูงของไหล่ขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่าง

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	58.0	50	23.5	17	75	43.3	50	58.0	50	23.5	33	90	45.0	50	58.0	50	23.5	49	95	45.5	50	58.0	50	23.5
2	50	41.8	50	58.0	75	25.2	18	75	43.3	50	58.0	75	25.2	34	90	45.0	50	58.0	75	25.2	50	95	45.5	50	58.0	75	25.2
3	50	41.8	50	58.0	90	27.0	19	75	43.3	50	58.0	90	27.0	35	90	45.0	50	58.0	90	27.0	51	95	45.5	50	58.0	90	27.0
4	50	41.8	50	58.0	95	28.0	20	75	43.3	50	58.0	95	28.0	36	90	45.0	50	58.0	95	28.0	52	95	45.5	50	58.0	95	28.0
5	50	41.8	75	59.7	50	23.5	21	75	43.3	75	59.7	50	23.5	37	90	45.0	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	45.0	75	59.7	75	25.2	54	95	45.5	75	59.7	75	25.2
7	50	41.8	75	59.7	90	27.0	23	75	43.3	75	59.7	90	27.0	39	90	45.0	75	59.7	90	27.0	55	95	45.5	75	59.7	90	27.0
8	50	41.8	75	59.7	95	28.0	24	75	43.3	75	59.7	95	28.0	40	90	45.0	75	59.7	95	28.0	56	95	45.5	75	59.7	95	28.0
9	50	41.8	90	61.5	50	23.5	25	75	43.3	90	61.5	50	23.5	41	90	45.0	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	45.0	90	61.5	75	25.2	58	95	45.5	90	61.5	75	25.2
11	50	41.8	90	61.5	90	27.0	27	75	43.3	90	61.5	90	27.0	43	90	45.0	90	61.5	90	27.0	59	95	45.5	90	61.5	90	27.0
12	50	41.8	90	61.5	95	28.0	28	75	43.3	90	61.5	95	28.0	44	90	45.0	90	61.5	95	28.0	60	95	45.5	90	61.5	95	28.0
13	50	41.8	95	62.3	50	23.5	29	75	43.3	95	62.3	50	23.5	45	90	45.0	95	62.3	50	23.5	61	95	45.5	95	62.3	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	45.0	95	62.3	75	25.2	62	95	45.5	95	62.3	75	25.2
15	50	41.8	95	62.3	90	27.0	31	75	43.3	95	62.3	90	27.0	47	90	45.0	95	62.3	90	27.0	63	95	45.5	95	62.3	90	27.0
16	50	41.8	95	62.3	95	28.0	32	75	43.3	95	62.3	95	28.0	48	90	45.0	95	62.3	95	28.0	64	95	45.5	95	62.3	95	28.0

จากตารางที่ 4.1 ทำให้ทราบค่าความสูงของขาพับ ค่าความสูงของศอก และค่าความสูงของไหล่ขณะนั่ง ทั้ง 64 กรณีศึกษา จากนั้นนำขนาดสัดส่วนในแต่ละกรณีศึกษาไปทำการทดสอบความเหมาะสมโดยใช้สมการที่ 4.1 (สมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของที่นั่ง) และสมการที่ 4.2 (สมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโต๊ะ) เพื่อหากรณีศึกษาที่มีความเหมาะสมรวมมากที่สุด โดยการตรวจสอบความเหมาะสมรวมจะแยกการทดสอบออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ ดังนี้

4.1.1.1 การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

เก้าอี้ที่ใช้ในสำนักงานส่วนใหญ่มักเป็นเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ ซึ่งมีช่วงการปรับที่กว้างถึง 11 เซนติเมตร และขาของเก้าอี้มีเพียงขาเดียว ดังนั้น เมื่อปรับเก้าอี้ให้มีความสูงมากๆ อาจทำให้เกิดอันตรายจากความไม่เสถียรของขาเก้าอี้ได้ ด้วยเหตุนี้เก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ และเป็นเก้าอี้ที่มี 4 ขา จึงมีความเสถียรและแข็งแรงมากกว่า ดังนั้น โครงการนี้จึงได้ทำการตรวจสอบเพื่อหากรณีศึกษาที่ทำให้ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งขนาดที่ได้จากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์จะหาเพียงขนาดเดียว ได้ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวม ดังตารางที่ 4.2



ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ในแต่ละกรณีศึกษา โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			ต่ำ	สูง			ต่ำ	สูง				ต่ำ	สูง				
1	40.78	86.93	6.42	6.65	66.84	58.58	12.95	15.40	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	21.00
3	40.78	86.93	6.42	6.65	70.08	33.96	0.70	52.28	19	42.18	72	0.58	27.42	71.48	34.42	1.40	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	8.40
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	0.70	53.68	23	42.18	72	0.58	27.42	71.61	33.02	1.40	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	67.10	57.29	11.32	18.32	25	42.18	72	0.58	27.42	68.50	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	23.10
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	18.90	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	70.40	30.34	0.47	56.13	31	42.18	72	0.58	27.42	71.80	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 4.2 (ต่อ) ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ในแต่ละกรณีศึกษา โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			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	5.60	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	12.60
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	0.70
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	16.10	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	22.40
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	74.30	16.57	0.82	29.99	64	44.23	38.39	0	61.61	74.77	14.70	0.82	22.87

จากตารางที่ 4.2 พบว่า กรณีศึกษาที่ 1 ทำให้ค่าร้อยละความเหมาะสมรวมมากที่สุด นั่นคือ ความสูงโต๊ะ (DH) เท่ากับ 66.84 เซนติเมตร ความสูงเก้าอี้ (SH) เท่ากับ 40.78 เซนติเมตร และค่าความเหมาะสมรวม เท่ากับ ร้อยละ 58.58 หรือ 502 คน

4.1.1.2 การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

ตามหลักการยศาสตร์มักมีคำแนะนำว่า ควรใช้เก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ในการทำงาน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถปรับระดับความสูงของเก้าอี้ให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานเอง ส่งผลให้ท่าทางการนั่งในการทำงานเป็นท่าทางที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ โดยการกำหนดช่วงในการปรับระดับความสูงนั้นต้องคำนึงถึงความเสถียรและความแข็งแรงของเก้าอี้ด้วย ซึ่งช่วงของการปรับระดับความสูงควรมีระยะห่างเพียงเล็กน้อย ดังนั้น จึงได้ทำการทดลองเพื่อหาช่วงของการปรับที่ทำให้ความสูงเก้าอี้มีความเหมาะสมกับความสูงขาพับของผู้ใช้งานมากที่สุด โดยทำการทดลองด้วยช่วงการปรับ 3 ค่า คือ สามารถปรับได้ 5 เซนติเมตร 6 เซนติเมตร และ 7 เซนติเมตร ได้ผลความเหมาะสมรวม ณ เปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 ตามลำดับ



ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้มีช่วงการปรับ 5 เซนติเมตร ในแต่ละกรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			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	75.50	4.78	18.20
2	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	68.41	74.10	4.20	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	0.70	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	2.10	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	0.70	53.68
9	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	67.10	79.11	8.52	12.02	25	39.68-44.68	98.48	0	1.52	68.50	74.10	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	1.40	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	0.70	49.12	28	39.68-44.68	98.48	0	1.52	72.67	42.59	0.70	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	70.40	57.99	1.28	40.37	31	39.68-44.68	98.48	0	1.52	71.80	50.88	0.82	46.79
16	38.28-43.28	99.65	0.23	0.12	71.32	49.71	0.70	49.24	32	39.68-44.68	98.48	0	1.52	72.72	41.77	0.70	56.01

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้มีช่วงการปรับ 5 เซนติเมตร ในแต่ละกรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			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	0.70	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	0.70	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	0.70	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	0.70	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	74.30	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 4.4 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้มีช่วงการปรับ 6 เซนติเมตร ในแต่ละกรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			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	0.70	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	20.30
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	2.10	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	0.70	53.09
9	37.78-43.78	100	0	0	67.10	79.11	8.75	12.14	25	39.18-45.18	99.42	0	0.58	68.50	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	0.70	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	70.40	60.21	1.52	38.27	31	39.18-45.18	99.42	0	0.58	71.80	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	0.70	55.66

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้มีช่วงการปรับ 6 เซนติเมตร ในแต่ละกรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			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	23.80
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	0.70	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	26.60	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	0.70	35.59
39	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.19	40.61	0.70	52.04	55	41.23-47.23	87.05	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	29.40	0.23	57.41
41	40.76-46.76	93.35	0	6.65	70.08	64.06	1.98	27.30	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	0.70	36.76
43	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.32	39.44	0.70	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	0.70	37.22
47	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.38	38.97	0.70	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	74.30	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 4.5 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้มีช่วงการปรับ 7 เซนติเมตร ในแต่ละกรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			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	0.70	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	20.30
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	2.10	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	0.70	53.09
9	37.78-43.78	100	0	0	67.10	79.11	8.75	12.14	25	39.18-45.18	99.42	0	0.58	68.50	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	0.70	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	70.40	60.21	1.52	38.27	31	39.18-45.18	99.42	0	0.58	71.80	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	0.70	55.66

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้มีช่วงการปรับ 7 เซนติเมตร ในแต่ละกรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)									การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)								
กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม		กรณีศึกษา	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		DH	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	
			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	23.80
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	0.70	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	0.70	35.59
39	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.19	40.61	0.70	52.04	55	41.23-47.23	87.05	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	0.70	36.76
43	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.32	39.44	0.70	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	0.70	37.22
47	40.76-46.76	93.35	0	6.65	73.38	38.97	0.70	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	74.30	30.92	0.23	62.19	64	41.23-47.23	87.05	0	12.95	74.77	27.77	0.23	59.04

จากตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 ทำให้ทราบกรณีศึกษาที่ทำให้ขนาดของโตะและเก้าอี้มีความเหมาะสมรวมมากที่สุด นั่นคือ กรณีศึกษาที่ 1 ดังนั้น ในการหาช่วงการปรับระดับความสูงของเก้าอี้จึงเลือกพิจารณาเฉพาะกรณีศึกษาที่ 1 โดยทำการเปรียบเทียบค่าความเหมาะสมของเก้าอี้ในแต่ละช่วงการปรับ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ ทั้ง 3 ช่วง

ช่วงการปรับ (ซม.)	DH	SH	ความเหมาะสม ของเก้าอี้	ไม่เหมาะสม		ร้อยละ เหมาะสมรวม
				ต่ำ	สูง	
5	66.84	38.28 - 43.28	99.65	0.23	0.12	80.05
6	66.84	37.78 - 43.78	100	0	0	80.05
7	66.84	37.28 - 44.28	100	0	0	80.05

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่า ช่วงของการปรับทั้ง 3 ช่วง ทำให้ความเหมาะสมรวมมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 80.05 หรือ 686 คน เท่ากันทั้งหมด ดังนั้น จึงทำการพิจารณาช่วงการปรับระดับที่ทำให้เก้าอี้มีความเหมาะสมกับความสูงขาพับของผู้ใช้งานมากที่สุด โดยพิจารณาจากร้อยละความเหมาะสมของเก้าอี้ ซึ่งพบว่าช่วงการปรับระดับที่ทำให้เก้าอี้ไม่ต่ำเกินไป และไม่สูงเกินไป คือ ช่วงการปรับที่ 6 เซนติเมตร และ 7 เซนติเมตร ดังนั้น โครงการนี้จึงเลือกช่วงการปรับที่มีระยะน้อยกว่า คือ ระยะ 6 เซนติเมตร เนื่องจากเก้าอี้ที่มีช่วงการปรับน้อยจะมีความเสถียรและแข็งแรงมากกว่าเก้าอี้ที่มีช่วงการปรับมาก

4.4.2 การกำหนดขนาดของโตะและเก้าอี้โดยใช้หลักการจัดกลุ่มพีชชีมีน

การใช้หลักการจัดกลุ่มพีชชีมีน เพื่อหาขนาดของโตะและเก้าอี้ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน โดยการนำข้อมูลสัดส่วนร่างกายที่จำเป็นในการกำหนดขนาดความสูงของโตะและความสูงของเก้าอี้ ได้แก่ ความสูงของขาพับ ความสูงของศอก และความสูงของไหล่ขณะนั่ง มาทำการจัดกลุ่ม ซึ่งข้อมูลสัดส่วนร่างกายแต่ละข้อมูลสามารถเป็นสมาชิกได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม หากข้อมูลมีค่าความเป็นสมาชิกของกลุ่มไหนมากที่สุดก็จะจัดให้อยู่ในกลุ่มนั้น สำหรับโครงการนี้ได้ทำการแบ่งข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม และ 3 กลุ่ม เพื่อหาขนาดของโตะและเก้าอี้ที่มี 2 ขนาด และ 3 ขนาด ดังต่อไปนี้

4.4.2.1 การแบ่งขนาดโตะและเก้าอี้ออกเป็น 2 ขนาด

จัดกลุ่มข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม และทำการหาค่าความสูงของขาพับ ค่าความสูงของศอก และค่าความสูงของไหล่ขณะนั่ง ซึ่งเป็นค่าจุดศูนย์กลางของทั้งสองกลุ่ม จากนั้นใช้สมการที่ 4.1 เพื่อหาช่วงความสูงของที่นั่ง และใช้สมการที่ 4.2 หาช่วงความสูงจากพื้นที่

นั่งจนถึงโต๊ะ โดยใช้ค่ากลางของช่วงความสูงแต่ละมิติขนาดในการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ 2 ขนาด นั่นคือ ขนาดเล็ก (S) และขนาดใหญ่ (L) จากนั้นนำขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ได้ไปทำการทดสอบหาความเหมาะสมรวมโดยแยกการทดสอบออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ ดังนี้

ก. การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีจัดกลุ่มฟิชชีมีน ได้ผลการหาขนาด ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีการจัดกลุ่มฟิชชีมีน

กลุ่ม	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด
จำนวน (คน)	432	425	-
ความสูงของขาพับ (ซม.)	40.449	43.2327	-
ความสูงของศอก (ซม.)	21.3969	25.4043	-
ความสูงของไหล่ (ซม.)	55.6954	59.8889	-
ขนาดความสูงของโต๊ะ (ซม.)	63.46	70.07	-
ขนาดความสูงของเก้าอี้ (ซม.)	39.52	42.11	-
ความเหมาะสมรวม	333 (77.08%)	327 (76.94%)	660 (77.01%)
โต๊ะสูงเกินไป	30 (6.94%)	27 (6.35%)	57 (6.65%)
โต๊ะต่ำเกินไป	54 (12.5%)	46 (10.82%)	100 (11.67%)
เก้าอี้สูงเกินไป	9 (2.08%)	20 (4.71%)	29 (3.38%)
เก้าอี้ต่ำเกินไป	6 (1.39%)	5 (1.18%)	11 (1.28%)

*หมายเหตุ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด คือ (ความเหมาะสมรวม (คน) ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 857 คน)*100

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ในกลุ่มที่ 1 มีความเหมาะสมมากกว่ากลุ่มที่ 2 เพียงเล็กน้อย โดยที่โต๊ะมีความสูง เท่ากับ 63.46 เซนติเมตร เก้าอี้มีความสูง เท่ากับ 39.52 เซนติเมตร ค่าร้อยละความเหมาะสม เท่ากับ 77.08 และในกลุ่มที่ 2 โต๊ะมีความสูง เท่ากับ 70.07 เซนติเมตร เก้าอี้มีความสูง เท่ากับ 42.11 เซนติเมตร ค่าร้อยละความเหมาะสม เท่ากับ 76.94 ดังนั้น จึงจัดให้กลุ่มที่ 1 เป็นโต๊ะและเก้าอี้ขนาดเล็ก (S) และกลุ่มที่ 2 เป็นโต๊ะและเก้าอี้ขนาดใหญ่ (L) เมื่อนำความเหมาะสมของทั้ง 2 กลุ่ม มารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละต่อกลุ่มตัวอย่าง 857 คน ทำให้ได้ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด เท่ากับ 77.01 ซึ่งจะเห็นว่าในแต่ละกลุ่มยังมีร้อยละความเหมาะสมค่อนข้างต่ำ ดังนั้น จึงทำการพิจารณาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มค่าความเหมาะสมให้มากขึ้น โดยยึดหลักการของการจัดกลุ่มแบบฟิชชีมีน ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มที่ทำให้ค่าความเป็น

สมาชิกของแต่ละข้อมูลมีความคลุมเครือ ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าข้อมูลสัดส่วนร่างกายแต่ละข้อมูลสามารถเป็นสมาชิกได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม จึงเป็นที่มาของการทดสอบในลำดับต่อไปนี้

ก.1 จัดกลุ่มใหม่โดยการย้ายสมาชิกในกลุ่มที่ 1 ที่ความสูงของโต๊ะต่ำเกินไป และย้ายสมาชิกกลุ่มที่ 2 ที่ความสูงของโต๊ะสูงเกินไป ดังนี้

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่ม 1 เป็นกลุ่มที่ผู้ใช้งานสามารถใช้โต๊ะขนาดเล็ก (S) ได้อย่างเหมาะสม และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ใช้โต๊ะขนาดใหญ่ (L) ได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่า คนจำนวน 54 คนที่โต๊ะต่ำเกินไปในกลุ่มที่ 1 จะสามารถใช้โต๊ะขนาดใหญ่ของกลุ่มที่ 2 ได้ และคนจำนวน 27 คนในกลุ่มที่ 2 ที่โต๊ะมีขนาดสูงเกินไปจะสามารถใช้โต๊ะขนาดเล็กในกลุ่มที่ 1 ได้ ดังนั้น จึงทำการจัดกลุ่มใหม่และได้ผลความเหมาะสมรวม ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในการจัดกลุ่มใหม่โดยการย้ายสมาชิกของทั้ง 2 กลุ่ม

กลุ่ม	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด
จำนวน (คน)	405	452	-
ความสูงของขาพับ (ซม.)	40.449	43.2327	-
ความสูงของศอก (ซม.)	21.3969	25.4043	-
ความสูงของไหล่ (ซม.)	55.6954	59.8889	-
ขนาดความสูงของโต๊ะ (ซม.)	63.46	70.07	-
ขนาดความสูงของเก้าอี้ (ซม.)	39.52	42.11	-
ความเหมาะสมรวม	343 (84.69%)	355 (78.54%)	698 (81.45)
โต๊ะสูงเกินไป	30 (7.41%)	0	30 (3.50%)
โต๊ะต่ำเกินไป	0	46 (10.18%)	46 (5.37%)
เก้าอี้สูงเกินไป	9 (2.22%)	46 (10.18%)	55 (6.42%)
เก้าอี้ต่ำเกินไป	25 (5.68%)	5 (1.11%)	30 (3.50%)

*หมายเหตุ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด คือ (ความเหมาะสมรวม (คน) ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 857 คน)*100

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นว่า การย้ายสมาชิกในกลุ่มที่ 1 ที่ความสูงของโต๊ะต่ำเกินไปให้ใช้โต๊ะขนาดใหญ่ และย้ายสมาชิกกลุ่มที่ 2 ที่ความสูงของโต๊ะสูงเกินไปให้ใช้โต๊ะขนาดเล็ก ส่งผลให้ค่าร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 70.01 เป็น 80.45 ดังนั้น การกำหนดขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ 2 ขนาด จะใช้ผลของการจัดกลุ่มใหม่ ซึ่งได้ผลที่ดีที่สุดดังนี้ ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ทำให้เกิดความเหมาะสมรวมมากที่สุดในกลุ่มที่ 1 คือ โต๊ะที่มีความสูง เท่ากับ 63.46 เซนติเมตร เก้าอี้มีความสูง เท่ากับ 39.52 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม

เท่ากับ 84.69 และในกลุ่มที่ 2 คือ โຕ้ะที่มีความสูง เท่ากับ 70.07 เซนติเมตร แก้วอี้มีความสูง เท่ากับ 42.11 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 84.69

ข. การหาขนาดของโຕ้ะและแก้วอี้ในกรณีที่แก้วอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร โดยวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน ได้ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวม ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโຕ้ะและแก้วอี้ในกรณีที่แก้วอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีการจัดกลุ่มพีชชีมีน

กลุ่ม	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด
จำนวน (คน)	432	425	-
ความสูงของขาพับ (ซม.)	40.449	43.2327	-
ความสูงของศอก (ซม.)	21.3969	25.4043	-
ความสูงของไหล่ (ซม.)	55.6954	59.8889	-
ขนาดความสูงของโຕ้ะ (ซม.)	63.46	70.07	-
ขนาดความสูงของแก้วอี้ (ซม.)	36.52 - 42.52	39.11 - 45.11	-
ความเหมาะสมรวม	421 (97.45%)	409 (96.24%)	830 (96.85%)
โຕ้ะสูงเกินไป	11(2.55%)	0	11 (1.28%)
โຕ้ะต่ำเกินไป	0	16 (3.76%)	16 (1.87%)
แก้วอี้สูงเกินไป	0	0	0
แก้วอี้ต่ำเกินไป	0	0	0

*หมายเหตุ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด คือ (ความเหมาะสมรวม (คน) ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 857 คน)*100

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ในกลุ่มที่ 1 โຕ้ะความสูง เท่ากับ 63.46 เซนติเมตร ความสูงแก้วอี้ที่สามารถปรับระดับได้มีช่วงการปรับ เท่ากับ 36.52 ถึง 42.52 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 97.45 และในกลุ่มที่ 2 โຕ้ะมีความสูง เท่ากับ 70.07 เซนติเมตร ความสูงแก้วอี้ที่สามารถปรับระดับได้มีช่วงการปรับ เท่ากับ 39.11 ถึง 45.11 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 96.24 เมื่อนำความเหมาะสมรวมของทั้ง 2 กลุ่ม มารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละต่อกลุ่มตัวอย่าง 857 คน ได้ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด เท่ากับ 96.85 และจากตารางจะเห็นว่า ความสูงของโຕ้ะในกลุ่มที่ 1 ยังคงมีโຕ้ะที่สูงเกินไป และในกลุ่มที่ 2 ยังคงมีโຕ้ะที่ต่ำเกินไป ซึ่งไม่สามารถทำการพิจารณาต่อได้ เนื่องจากโຕ้ะมีเพียง 2 ขนาด คือ ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่เท่านั้น

4.4.2.2 การแบ่งขนาดโตะและเก้าอี้ออกเป็น 3 ขนาด

จัดกลุ่มข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม และทำการหาค่าความสูงของขาพับ ค่าความสูงของศอก และค่าความสูงของไหล่ขณะนั่ง ซึ่งเป็นค่าจุดศูนย์กลางของทั้งสามกลุ่ม จากนั้นใช้สมการที่ 4.1 เพื่อหาช่วงความสูงของที่นั่ง และใช้สมการที่ 4.2 หาช่วงความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโตะ โดยใช้ค่ากลางของช่วงความสูงแต่ละมิติขนาดในการกำหนดขนาดของโตะและเก้าอี้ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก (S) ขนาดกลาง (M) และขนาดใหญ่ (L) ทำการทดสอบความเหมาะสมรวมโดยแยกการทดสอบออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ ดังนี้

ก. การหาขนาดของโตะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน ได้ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวม ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโตะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีการจัดกลุ่มพีซีซีมีน

กลุ่ม	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด
จำนวน (คน)	264	335	258	-
ความสูงของขาพับ(ซม.)	40.0844	41.7086	43.8392	-
ความสูงของศอก(ซม.)	20.6179	23.5175	26.0999	-
ความสูงของไหล่(ซม.)	54.9095	57.8949	60.6663	-
ความสูงของโตะ(ซม.)	62.35	66.76	71.34	-
ความสูงของเก้าอี้(ซม.)	39.19	40.69	42.68	-
ความเหมาะสมรวม	227(85.98%)	291(86.87%)	220(85.27%)	738(86.11%)
โตะสูงเกินไป	15(5.68%)	4(1.19%)	5(1.94%)	24(2.80%)
โตะต่ำเกินไป	17(6.44%)	18(5.37%)	23(8.91%)	58(6.77%)
เก้าอี้สูงเกินไป	5(1.89%)	8(2.39%)	6(2.33%)	19(2.22%)
เก้าอี้ต่ำเกินไป	0	14(4.18%)	4(1.55%)	18(2.10%)

*หมายเหตุ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด คือ (ความเหมาะสมรวม (คน) ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 857 คน)*100

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ในกลุ่มที่ 1 โตะมีความสูง เท่ากับ 62.35 เซนติเมตร เก้าอี้มีความสูง เท่ากับ 39.19 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 85.97 กลุ่มที่ 2 โตะมีความสูง เท่ากับ 66.76 เซนติเมตร เก้าอี้มีความสูง เท่ากับ 40.69 เซนติเมตร ค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 86.87 และกลุ่มที่ 3 โตะมีความสูง เท่ากับ 71.34 เซนติเมตร

แก้วมีความสูง เท่ากับ 42.68 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 85.27 ดังนั้น จึงจัดให้กลุ่มที่ 1 เป็นโตะและแก้วขนาดเล็ก (S) กลุ่มที่ 2 เป็นโตะและแก้วขนาดกลาง (M) และกลุ่มที่ 3 เป็นโตะและแก้วขนาดใหญ่ (L) เมื่อนำความเหมาะสมของทั้ง 3 กลุ่ม มารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละต่อกลุ่มตัวอย่าง 857 คน ได้ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด เท่ากับ 86.11 ซึ่งจะเห็นว่าในแต่ละกลุ่มยังมีร้อยละความเหมาะสมรวมค่อนข้างต่ำ ดังนั้น จึงทำการพิจารณาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มค่าความเหมาะสมรวมให้มากขึ้น โดยยึดหลักการของการจัดกลุ่มแบบฟิชเชอร์ ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มที่ทำให้ค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละข้อมูลมีความคลุมเครือ ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าข้อมูลสัดส่วนร่างกายแต่ละข้อมูลสามารถเป็นสมาชิกได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม จึงเป็นที่มาของการทดสอบในลำดับต่อไป

ก.1 จัดกลุ่มใหม่โดยการย้ายสมาชิกในกลุ่มที่ 1 ที่ความสูงของโตะต่ำเกินไป ย้ายสมาชิกกลุ่มที่ 2 ที่ความสูงของโตะสูงเกินไปและต่ำเกินไป และย้ายสมาชิกในกลุ่มที่ 3 ที่ความสูงโตะสูงเกินไป ดังนี้

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม โดยที่กลุ่ม 1 เป็นกลุ่มที่ผู้ใช้งานสามารถใช้โตะขนาดเล็ก (S) ได้อย่างเหมาะสม กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ใช้โตะขนาดกลาง (M) ได้อย่างเหมาะสม และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ใช้โตะขนาดใหญ่ (L) ได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าสมาชิกในกลุ่ม 1 ที่โตะมีขนาดต่ำเกินไปจำนวน 27 คนจะสามารถใช้โตะขนาดกลางของกลุ่มที่ 2 ได้ สมาชิกในกลุ่มที่ 2 ที่โตะมีขนาดสูงเกินไปจำนวน 4 คน จะสามารถใช้โตะขนาดเล็กในกลุ่มที่ 1 ได้ และสมาชิกในกลุ่มที่ 2 ที่โตะมีขนาดต่ำเกินไปจำนวน 18 คน จะสามารถใช้โตะขนาดใหญ่ของกลุ่มที่ 3 ได้ และสมาชิกในกลุ่มที่ 3 ที่โตะมีขนาดสูงเกินไปจำนวน 5 คน จะสามารถใช้โตะขนาดกลางในกลุ่มที่ 2 ได้ ดังนั้น จึงได้ทำการจัดกลุ่มใหม่ได้ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวม ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมสำหรับการจัดกลุ่มใหม่ของโตะและแก้วในกรณี ที่แก้วไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีการจัดกลุ่มฟิชเชอร์

กลุ่ม	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด
จำนวน (คน)	251	335	271	-
ความสูงของขาพับ (ซม.)	40.0844	41.7086	43.8392	-
ความสูงของศอก (ซม.)	20.6179	23.5175	26.0999	-
ความสูงของไหล่ (ซม.)	54.9095	57.8949	60.6663	-
ขนาดความสูงของโตะ(ซม.)	62.35	66.76	71.34	-
ขนาดความสูงของแก้ว(ซม.)	39.19	40.69	42.68	-
ความเหมาะสมรวม	231 (92.03%)	305 (91.04%)	230 (84.87%)	766 (89.38%)
โตะสูงเกินไป	15 (5.98%)	0	0	15 (1.75%)
โตะต่ำเกินไป	0	0	23 (8.49%)	23 (2.68%)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมสำหรับการจัดกลุ่มใหม่ของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีเก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ โดยวิธีการจัดกลุ่มพีซีซีมีน

กลุ่ม	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด
เก้าอี้สูงเกินไป	5 (1.99%)	13 (3.88%)	14 (5.17%)	32 (3.73%)
เก้าอี้สูงเกินไป	5 (1.99%)	13 (3.88%)	14 (5.17%)	32 (3.73%)
ความเหมาะสมรวม	231 (92.03%)	305 (91.04%)	230 (84.87%)	766 (89.38%)
โต๊ะสูงเกินไป	15 (5.98%)	0	0	15 (1.75%)
โต๊ะต่ำเกินไป	0	0	23 (8.49%)	23 (2.68%)
เก้าอี้สูงเกินไป	5 (1.99%)	13 (3.88%)	14 (5.17%)	32 (3.73%)
เก้าอี้ต่ำเกินไป	0	17 (5.07%)	4 (1.48%)	21 (2.45%)

*หมายเหตุ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด คือ (ความเหมาะสมรวม (คน) ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 857คน)*100

จากตารางที่ 4.11 จะเห็นว่า การจัดกลุ่มใหม่โดยการย้ายสมาชิกในกลุ่มที่ 1 ที่ความสูงของโต๊ะต่ำเกินไป กลุ่มที่ 2 ที่ความสูงของโต๊ะสูงเกินไปและต่ำเกินไป และกลุ่มที่ 3 ที่ความสูงโต๊ะสูงเกินไป ทำให้ค่าร้อยละความเหมาะสมรวมเพิ่มขึ้นจาก 86.11 เป็น 89.38 ดังนั้น จึงใช้การจัดกลุ่มใหม่ในการกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ 3 ขนาด ดังนี้ กลุ่มที่ 1 โต๊ะมีความสูง เท่ากับ 62.35 เซนติเมตร เก้าอี้มีความสูง เท่ากับ 39.19 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 92.03 กลุ่มที่ 2 โต๊ะมีความสูง เท่ากับ 66.76 เซนติเมตร เก้าอี้มีความสูง เท่ากับ 40.69 เซนติเมตร ค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 91.04 และกลุ่มที่ 3 โต๊ะมีความสูง เท่ากับ 71.34 เซนติเมตร เก้าอี้มีความสูง เท่ากับ 42.68 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 84.87

ข. การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร โดยวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน ได้ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวม ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร โดยวิธีการจัดกลุ่มพีซีซีมีน

กลุ่ม	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด
จำนวน (คน)	264	335	258	-
ความสูงของขาพับ (ซม.)	40.0844	41.7086	43.8392	-
ความสูงของศอก (ซม.)	20.6179	23.5175	26.0999	-

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ผลการตรวจสอบความเหมาะสมรวมของโต๊ะและเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร โดยวิธีการจัดกลุ่มพีซีซีมิน

กลุ่ม	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด
ความสูงของไหล่ (ซม.)	54.9095	57.8949	60.6663	-
ขนาดความสูงของโต๊ะ (ซม.)	62.35	66.76	71.34	-
ขนาดความสูงของเก้าอี้(ซม.)	36.19-42.19	37.69-43.69	39.68-45.68	-
ความเหมาะสมรวม	257(97.35%)	335(100%)	251(97.29%)	843(98.37%)
โต๊ะสูงเกินไป	7 (2.65%)	0	0	7 (0.82%)
โต๊ะต่ำเกินไป	0	0	7(2.71%)	7 (0.82%)
เก้าอี้สูงเกินไป	0	0	0	0
เก้าอี้ต่ำเกินไป	0	0	0	0

*หมายเหตุ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด คือ (ความเหมาะสมรวม (คน) ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 857 คน)*100

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ในกลุ่มที่ 1 โต๊ะมีความสูง เท่ากับ 62.35 เซนติเมตร ความสูงเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้มีช่วงการปรับ เท่ากับ 36.19 ถึง 42.19 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 97.35 ในกลุ่มที่ 2 โต๊ะมีความสูง เท่ากับ 66.76 เซนติเมตร ความสูงเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้มีช่วงการปรับ เท่ากับ 37.69 ถึง 43.69 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 100 และในกลุ่มที่ 3 โต๊ะมีความสูง เท่ากับ 71.34 เซนติเมตร ความสูงเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้มีช่วงการปรับ เท่ากับ 39.68 ถึง 45.68 เซนติเมตร และค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ 97.29 เมื่อนำความเหมาะสมของทั้ง 3 กลุ่ม มารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละต่อกลุ่มตัวอย่าง 857 คน ได้ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด เท่ากับ 98.37

จากตาราง จะเห็นว่า ความสูงของโต๊ะในกลุ่มที่ 1 ยังคงมีโต๊ะที่สูงเกินไป และในกลุ่มที่ 3 ยังคงมีโต๊ะที่ต่ำเกินไป ซึ่งไม่สามารถทำการพิจารณาต่อได้ เนื่องจากโต๊ะมีเพียงขนาดเล็ก และขนาดใหญ่เท่านั้น

4.4.3 การเปรียบเทียบขนาดความสูงของโต๊ะและความสูงของเก้าอี้ระหว่างวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์กับวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน

การเปรียบเทียบขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ที่ได้จากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และวิธีจัดกลุ่มแบบพีชชีมีน เพื่อเปรียบเทียบหาวิธีการที่ทำให้ขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานมากที่สุด โดยทำการเปรียบเทียบทั้งกรณีเก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ ดังนี้

4.4.3.1 การเปรียบเทียบขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ระหว่างวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์กับวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

การเปรียบเทียบขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ของทั้ง 2 วิธี จะใช้ความเหมาะสมรวมทั้งหมดในการเปรียบเทียบ เพื่อให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนที่เท่ากัน ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการเปรียบเทียบขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

วิธีการทดสอบ	กลุ่มที่	ขนาดความสูงโต๊ะ	ขนาดความสูงเก้าอี้	ความเหมาะสมรวม (คน)	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด
ขนาดปัจจุบัน	-	75	40.00 - 51.00	227	227 (26.46%)
วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	-	66.84	40.78	502	502 (58.58%)
วิธีจัดกลุ่มพีชชีมีนแบบเดิม 2 ขนาด	1 (S)	63.46	39.52	333	660 (77.01%)
	2 (L)	70.07	42.11	327	
วิธีจัดกลุ่มพีชชีมีนจัดกลุ่มใหม่ 2 ขนาด	1 (S)	63.46	39.52	343	698 (81.45%)
	2 (L)	70.07	42.11	355	
วิธีจัดกลุ่มพีชชีมีนแบบเดิม 3 ขนาด	1 (S)	62.35	39.19	227	738 (86.11%)
	2 (M)	66.76	40.69	291	
	3 (L)	71.34	42.68	220	
วิธีจัดกลุ่มพีชชีมีนจัดกลุ่มใหม่ 3 ขนาด	1 (S)	62.35	39.19	231	766 (89.38%)
	2 (M)	66.76	40.69	305	
	3 (L)	71.34	42.68	230	

*หมายเหตุ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด คือ (ความเหมาะสมรวม (คน) ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 857 คน)*100

จากตารางที่ 4.13 แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า การจัดกลุ่มใหม่ทำให้ความสูงของโต๊ะและเก้าอี้มีค่าความเหมาะสมรวมทั้งหมดมากกว่าการจัดกลุ่มแบบเดิม ซึ่งเมื่อเทียบวิธีการ

ทดสอบแล้ว การกำหนดขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้โดยใช้การจัดกลุ่มพีชชีมีนแบบ 3 ขนาด ส่งผลให้คาร์ร็อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดมากกว่าการจัดกลุ่มพีชชีมีนแบบ 2 ขนาด และมากกว่าวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ อยู่ร้อยละ 12.37 และร้อยละ 30.80 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานปัจจุบันที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ มีร้อยละความเหมาะสมมากกว่าถึง 62.92 และจากตาราง จะเห็นว่า ขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ที่ได้จากการทดสอบทั้ง 3 วิธี ยังคงมีความไม่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างเกิดขึ้น ดังนั้น โครงการนี้จึงได้ทำการพิจารณาเชิงลึกต่อ เพื่อหาว่าขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างมากน้อยเพียงใด โดยทำการทดสอบเชิงลึก ดังนี้

ก. การทดสอบเชิงลึกของความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นจากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ กรณีเก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้จากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ จะเห็นว่า มีร้อยละความเหมาะสมเพียง 58.58 เท่านั้น ซึ่งหมายความว่ามีความไม่เหมาะสมเกิดขึ้นถึงร้อยละ 41.42 ดังนั้น การทดสอบเชิงลึกนี้จะแสดงให้เห็นว่าโต๊ะและเก้าอี้มีระดับที่ต่ำเกินไป และสูงเกินไปกี่เซนติเมตร ซึ่งได้ผลการทดสอบเชิงลึก ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโต๊ะและเก้าอี้ที่เกิดขึ้นจากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

วิธีการทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไทล์
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	857
เหมาะสมรวม	502 (58.58%)
ไม่เหมาะสม	355 (41.42%)
จำนวนโต๊ะต่ำเกินไป	111 (31.27%)
0-1 ซม.	57 (51.35%)
1-2 ซม.	31 (27.93%)
2-3 ซม.	14 (12.61%)
3-4 ซม.	7 (6.31%)
4-5 ซม.	2 (1.8%)
> 5 ซม.	0
จำนวนโต๊ะสูงเกินไป	132 (37.18%)
0-1 ซม.	62 (46.97%)
1-2 ซม.	47 (35.61%)
2-3 ซม.	16 (12.12%)

ตารางที่ 4.14 (ต่อ) ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโต๊ะและเก้าอี้ที่เกิดขึ้นจากวิธี
เปอร์เซ็นต์ไทล์ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

วิธีการทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไทล์
3-4 ซม.	7 (5.3%)
4-5 ซม.	0
> 5 ซม.	0
จำนวนเก้าอี้ต่ำเกิน	55 (15.49%)
0-1 ซม.	42 (76.36%)
1-2 ซม.	10 (18.18%)
2-3 ซม.	3 (5.45%)
3-4 ซม.	0
4-5 ซม.	0
> 5 ซม.	0
จำนวนเก้าอี้สูงเกิน	57 (16.06%)
0-1 ซม.	44 (77.19%)
1-2 ซม.	12 (21.05%)
2-3 ซม.	1 (1.75%)
3-4 ซม.	0
4-5 ซม.	0
> 5 ซม.	0

จากตารางที่ 4.14 เมื่อทำการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึก ทำให้ทราบว่าขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ที่ได้จากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ทำให้จำนวนโต๊ะต่ำเกินไป 111 คน โต๊ะสูงเกินไป 132 คน และเก้าอี้ต่ำเกินไป 55 คน สูงเกินไป 57 คน ซึ่งจะเห็นว่าโดยรวมแล้วความเหมาะสมที่เกิดขึ้นเกิดจากโต๊ะและเก้าอี้มีระดับสูงเกินไปและต่ำเกินไปเพียง 0 ถึง 2 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะห่างที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานน้อยมาก

ข. การทดสอบเชิงลึกของความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นจากวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 2 ขนาด กรณีเก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้จากวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 2 ขนาด จะเห็นว่ามีความเหมาะสมทั้งหมด 81.45 ดังนั้น จึงทำการทดสอบเชิงลึกเพื่อแสดงให้เห็นว่าร้อยละของความไม่เหมาะสม 18.55 ที่เกิดขึ้น เกิดจากโต๊ะและเก้าอี้มีระดับที่ต่ำเกินไปและสูงเกินไปกี่เซนติเมตร ซึ่งได้ผลการทดสอบเชิงลึก ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและเก้าอี้ของวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน 2 ขนาด กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

วิธีการทดสอบ	วิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน 2 ขนาด		รวมทั้ง 2 ขนาด
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	405	452	857
เหมาะสมรวม	343 (84.69%)	355 (78.54%)	698 (81.45%)
ไม่เหมาะสม	62 (15.31%)	97 (21.46%)	159 (18.55%)
จำนวนโตะต่ำเกิน	0	46 (47.42%)	46 (28.93%)
0-1 ซม.	0	25 (54.35%)	25 (54.35%)
1-2 ซม.	0	12 (26.09%)	12 (26.09%)
2-3 ซม.	0	6 (13.04%)	6 (13.04%)
3-4 ซม.	0	0	0
4-5 ซม.	0	2 (4.35%)	2 (4.35%)
> 5 ซม.	0	1 (2.17%)	1 (2.17%)
จำนวนโตะสูงเกิน	30 (48.39%)	0	30 (18.87%)
0-1 ซม.	20 (66.67%)	0	20 (66.67%)
1-2 ซม.	7 (23.33%)	0	7 (23.33%)
2-3 ซม.	2 (6.67%)	0	2 (6.67%)
3-4 ซม.	1 (3.33%)	0	1 (3.33%)
4-5 ซม.	0	0	0
> 5 ซม.	0	0	0
จำนวนเก้าอี้ต่ำเกิน	23 (37.10%)	5 (5.15%)	28 (11.32%)
0-1 ซม.	12 (52.17%)	3 (60%)	15 (53.57%)
1-2 ซม.	10 (43.48%)	2 (40%)	12 (42.86%)
2-3 ซม.	1 (4.35%)	0	1 (3.57%)
3-4 ซม.	0	0	0
4-5 ซม.	0	0	0
> 5 ซม.	0	0	0
จำนวนเก้าอี้สูงเกิน	9 (14.52%)	46 (47.42%)	55 (34.59%)
0-1 ซม.	8 (88.89%)	31 (67.39%)	39 (70.91%)
1-2 ซม.	1 (11.11%)	15 (32.61%)	16 (29.09%)
2-3 ซม.	0	0	0
3-4 ซม.	0	0	0
4-5 ซม.	0	0	0
> 5 ซม.	0	0	0

จากตารางที่ 4.15 เมื่อทำการทดสอบความไม่เหมาะสมแบบเชิงลึก ทำให้ทราบว่าขนาดความสูงของโตะและเก้าอี้ที่ได้จากการจัดกลุ่มพีซีซีมีน 2 ขนาด โดยส่วนใหญ่ขนาดความสูงของเก้าอี้มีระยะที่สูงและต่ำกว่าความสูงขาพับของกลุ่มตัวอย่างเพียง 0 ถึง 1 เซนติเมตร และมีระยะไม่เกิน 3 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะห่างเพียงเล็กน้อย ทำให้ความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานน้อยมาก ส่วนความสูงของโตะโดยส่วนใหญ่มีระยะที่สูงและต่ำอยู่ที่ 0 ถึง 1 เซนติเมตร เช่นกัน แต่ก็ยังมีระยะที่มากกว่า 3 เซนติเมตร ซึ่งมีจำนวนเพียง 4 คนเท่านั้นจากความไม่เหมาะสมของโตะทั้งหมด 76 คน

ค. การทดสอบเชิงลึกของความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นจากการจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด กรณีเก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

การหาขนาดของโตะและเก้าอี้จากการจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด จะเห็นว่า มีร้อยละความเหมาะสมทั้งหมด 84.87 ดังนั้น จึงมีร้อยละของความไม่เหมาะสมเกิดขึ้น 15.13 ทำการทดสอบเชิงลึก เพื่อแสดงให้เห็นว่าความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้น เกิดจากโตะและเก้าอี้มีระดับที่ต่ำเกินไป และสูงเกินไปกี่เซนติเมตร ซึ่งได้ผลการทดสอบเชิงลึก ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและเก้าอี้ของวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

วิธีการทดสอบ	วิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด			รวมทั้ง 3 ขนาด
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	251	335	271	857
เหมาะสมรวม	231 (92.03%)	305 (91.04%)	230 (84.87%)	766 (89.38%)
ไม่เหมาะสม	20 (7.97%)	30 (8.96%)	41 (15.13%)	91 (10.62%)
จำนวนโตะต่ำเกิน	0	0	23 (56.10%)	23 (25.27%)
0-1 ซม.	0	0	12 (52.17%)	12 (52.17%)
1-2 ซม.	0	0	6 (26.09%)	6 (26.09%)
2-3 ซม.	0	0	2 (8.70%)	2 (8.70%)
3-4 ซม.	0	0	2 (8.70%)	2 (8.70%)
4-5 ซม.	0	0	1 (4.35%)	1 (4.35%)
> 5 ซม.	0	0	0	0
จำนวนโตะสูงเกิน	15	0	0	15 (16.48%)
0-1 ซม.	12 (80%)	0	0	12 (80%)
1-2 ซม.	2 (13.33%)	0	0	2 (13.33%)
2-3 ซม.	1 (6.67%)	0	0	1 (6.67%)
3-4 ซม.	0	0	0	0
4-5 ซม.	0	0	0	0

ตารางที่ 4.16 (ต่อ) ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโต๊ะและเก้าอี้ของวิธีจัดกลุ่มพีซีซี-ซีมีน 3 ขนาด กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

วิธีการทดสอบ	วิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด			รวมทั้ง 3 ขนาด
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
> 5 ซม.	0	0	0	0
จำนวนเก้าอี้ต่ำเกิน	0	17 (56.67%)	4 (9.76%)	21 (23.08%)
0-1 ซม.	0	16 (94.12%)	3 (75%)	19 (90.48%)
1-2 ซม.	0	1 (5.88%)	1 (25%)	2 (9.52%)
2-3 ซม.	0	0	0	0
3-4 ซม.	0	0	0	0
4-5 ซม.	0	0	0	0
> 5 ซม.	0	0	0	0
จำนวนเก้าอี้สูงเกิน	5 (25%)	13 (43.33%)	14 (34.15%)	32 (35.16%)
0-1 ซม.	4 (80%)	10 (76.92%)	14 (100%)	28 (87.5%)
1-2 ซม.	1 (20%)	3 (23.08%)	0	4 (12.5%)
2-3 ซม.	0	0	0	0
3-4 ซม.	0	0	0	0
4-5 ซม.	0	0	0	0
> 5 ซม.	0	0	0	0

จากตารางที่ 4.16 เมื่อทำการทดสอบความไม่เหมาะสมแบบเชิงลึกจะเห็นว่า เมื่อขนาดของโต๊ะและเก้าอี้เพิ่มขึ้นเป็น 3 ขนาด ส่งผลให้โต๊ะและเก้าอี้มีระดับที่ต่ำเกินไปและสูงเกินไปลดน้อยลง และโดยส่วนใหญ่จะต่ำและสูงเกินเพียง 0 ถึง 2 เซนติเมตร เท่านั้น

4.4.3.2 การเปรียบเทียบขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ระหว่างวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์กับวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้

การเปรียบเทียบขนาดโต๊ะและเก้าอี้ของทั้ง 2 วิธี จะเปรียบเทียบโดยใช้ความเหมาะสมรวมทั้งหมด เพื่อให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนที่เท่ากัน ซึ่งได้ผลการเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการเปรียบเทียบขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์และวิธีการจัดกลุ่มพีซีซีมีน

วิธีการทดสอบ	กลุ่มที่	ขนาดความสูงโต๊ะ (ซม.)	ขนาดความสูงเก้าอี้ (ซม.)	ความเหมาะสมรวม (คน)	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด (คน)
ขนาดปัจจุบัน	-	75	40.00 - 51.00	227	227 (26.46%)

ตารางที่ 4.17 (ต่อ) ผลการเปรียบเทียบขนาดความสูงของโตะและเก้าอี้ กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร โดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และวิธีการจัดกลุ่มพีซีซีมีน

วิธีการทดสอบ	กลุ่มที่	ขนาดความสูงโตะ (ซม.)	ขนาดความสูงเก้าอี้ (ซม.)	ความเหมาะสมรวม (คน)	ความเหมาะสมรวมทั้งหมด (คน)
วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	-	66.84	37.78 - 43.78	686	686 (80.05%)
วิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 2 ขนาด	1 (S)	63.46	36.52 - 42.52	421	830 (96.85%)
	2 (L)	70.07	39.11 - 45.11	409	
วิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด	1 (S)	62.35	36.19 - 42.19	257	843 (98.37%)
	2 (M)	66.76	37.69 - 43.69	335	
	3 (L)	71.34	39.68 - 45.68	251	

*หมายเหตุ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมด คือ (ความเหมาะสมรวม (คน) ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 857 คน)*100

จากตารางที่ 4.17 จะเห็นว่า เมื่อเทียบวิธีการทดสอบแล้ว การกำหนดขนาดความสูงของโตะและเก้าอี้ โดยใช้การจัดกลุ่มพีซีซีมีนแบบ 3 ขนาด ทำให้ค่าร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดมากกว่าการจัดกลุ่มพีซีซีมีนแบบ 2 ขนาด และมากกว่าแบบวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ อยู่ร้อยละ 1.52 และร้อยละ 18.32 ตามลำดับ และเมื่อเทียบกับขนาดของโตะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 71.91 และจากตาราง จะเห็นว่า ขนาดความสูงของโตะและเก้าอี้ที่ได้จากการทดสอบทั้ง 3 วิธี ยังคงมีความไม่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างเกิดขึ้น ซึ่งในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้จะทำให้ความสูงของเก้าอี้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนขาพับของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ดังนั้น โครงการนี้จึงทำการพิจารณาเชิงลึกเฉพาะขนาดความสูงของโตะ โดยจะทำการทดสอบเชิงลึก ดังต่อไปนี้

ก. การทดสอบเชิงลึกของความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นจากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ กรณีเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้

การหาขนาดของโตะและเก้าอี้จากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ กรณีเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ จะเห็นว่า มีร้อยละความเหมาะสม 80.05 ดังนั้น จึงมีความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นจากโตะที่ต่ำเกินไปและสูงเกินไปอยู่ร้อยละ 19.95 จึงทำการทดสอบเชิงลึก เพื่อแสดงให้เห็นว่าความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้น เกิดจากโตะมีระดับต่ำเกินไปและสูงเกินไปกี่เซนติเมตร ซึ่งได้ผลการทดสอบเชิงลึกดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและเก้าอี้ที่เกิดจากวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์
กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้

วิธีการทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไทล์
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	857
เหมาะสม	686 (80.05%)
ไม่เหมาะสม	171 (19.95%)
จำนวนโตะต่ำเกิน	82 (47.95%)
0-1 ซม.	37 (45.12%)
1-2 ซม.	16 (19.51%)
2-3 ซม.	10 (12.20%)
3-4 ซม.	8 (9.76%)
4-5 ซม.	5 (6.10%)
5-6 ซม.	0
6-7 ซม.	2 (2.44%)
>7	4 (4.88%)
จำนวนโตะสูงเกิน	89 (52.05%)
0-1 ซม.	38 (42.7%)
1-2 ซม.	26 (29.21%)
2-3 ซม.	10 (11.24%)
3-4 ซม.	6 (6.74%)
4-5 ซม.	4 (4.49%)
5-6 ซม.	4 (4.49%)
6-7 ซม.	1 (1.12%)
>7	0

จากตารางที่ 4.18 เมื่อทำการทดสอบเชิงลึกทำให้ทราบว่า ความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นร้อยละ 19.95 เกิดจากขนาดความสูงของโตะมีระดับที่ต่ำเกินไป 82 คน และขนาดความสูงของโตะมีระดับที่สูงเกินไป 89 คน ซึ่งมีจำนวนโตะที่ต่ำเกินไป 0 ถึง 2 เซนติเมตร จำนวน 53 คน จำนวนโตะที่ต่ำเกินไป 6 เซนติเมตร มีเพียง 6 คน และมีจำนวนโตะที่สูงเกินไป 0 ถึง 2 เซนติเมตร จำนวน 64 คน จำนวนโตะที่สูงเกินไป 6 เซนติเมตร จำนวน 1 คน ซึ่งจะเห็นว่าโตะที่มีระดับต่ำและสูงกว่า 6 เซนติเมตรนั้นมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนของความไม่เหมาะสมทั้งหมด

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโต๊ะและเก้าอี้ที่เกิดจากวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน 2 ขนาด กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้

วิธีการทดสอบ	วิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน 2 ขนาด		รวมทั้ง 2 ขนาด
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	432	425	857
เหมาะสม	421 (97%)	409 (96%)	830 (96.85%)
ไม่เหมาะสม	11 (2.55%)	16 (3.76%)	27 (3.15%)
จำนวนโต๊ะต่ำเกิน	0	16 (3.91%)	16 (59.26%)
0-1 ซม.	0	5 (31.25%)	5 (31.25%)
1-2 ซม.	0	5 (31.25%)	5 (31.25%)
2-3 ซม.	0	0	0
3-4 ซม.	0	4 (25%)	4 (25%)
4-5 ซม.	0	1 (6.25%)	1 (6.25%)
5-6 ซม.	0	1 (6.25%)	1 (6.25%)
6-7 ซม.	0	0	0
>7	0	0	0
จำนวนโต๊ะสูงเกิน	11 (2.61%)	0	11 (40.74%)
0-1 ซม.	0	0	0
1-2 ซม.	1 (9.09%)	0	1 (9.09%)
2-3 ซม.	5 (45.45%)	0	5 (45.45%)
3-4 ซม.	2 (18.18%)	0	2 (18.18%)
4-5 ซม.	3 (27.27%)	0	3 (27.27%)
5-6 ซม.	0	0	0
6-7 ซม.	0	0	0
>7	0	0	0

จากตารางที่ 4.19 เมื่อทำการทดสอบความไม่เหมาะสมแบบเชิงลึกทำให้ทราบว่าความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นเกิดจากโต๊ะต่ำเกินไป 16 คน และโต๊ะสูงเกินไป 11 คน ซึ่งจะเห็นว่าเกินร้อยละ 50 โต๊ะจะมีระดับต่ำเกินไปและสูงเกินไปเพียง 0 ถึง 3 เซนติเมตร

ค. การทดสอบเชิงลึกของความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นจากวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน 3 ขนาด กรณีเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้

การหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้จากวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน 3 ขนาด กรณีเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ จะเห็นว่า มีร้อยละความเหมาะสม 98.37 ดังนั้น จึงมีความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นจากโต๊ะที่ต่ำเกินไป และสูงเกินไปเพียงร้อยละ 1.63 จึงทำการทดสอบเชิงลึก เพื่อแสดงให้เห็น

ว่าความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้น เกิดจากโตะมีระดับต่ำเกินไปและสูงเกินไปที่เซนติเมตร ซึ่งได้ผลการทดสอบเชิงลึก ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโตะและแก้วที่เกิดจากวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด กรณีที่แก้วสามารถปรับระดับความสูงได้

วิธีการทดสอบ	วิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน 3 ขนาด			รวมทั้ง 3 ขนาด
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	264	335	258	857
เหมาะสม	257 (97%)	335 (100%)	251 (97%)	843 (98.37%)
ไม่เหมาะสม	7 (2.65%)	0	7 (2.71%)	14 (1.63%)
จำนวนโตะต่ำเกินไป	0	0	7 (100%)	7 (50%)
0-1 ซม.	0	0	1 (14.29%)	1 (14.29%)
1-2 ซม.	0	0	0	0
2-3 ซม.	0	0	4 (57.14%)	4 (57.14%)
3-4 ซม.	0	0	1 (14.29%)	1 (14.29%)
4-5 ซม.	0	0	1 (14.29%)	1 (14.29%)
5-6 ซม.	0	0	0	0
6-7 ซม.	0	0	0	0
>7	0	0	0	0
จำนวนโตะสูงเกินไป	7	0	0	7 (50%)
0-1 ซม.	3 (42.86%)	0	0	3 (42.86%)
1-2 ซม.	4 (57.14%)	0	0	4 (57.14%)
2-3 ซม.	0	0	0	0
3-4 ซม.	0	0	0	0
3-4 ซม.	0	0	1 (14.29%)	1 (14.29%)
4-5 ซม.	0	0	0	0
5-6 ซม.	0	0	0	0
6-7 ซม.	0	0	0	0
>7	0	0	0	0

จากตารางที่ 4.20 จะเห็นว่า เมื่อแบ่งโตะและแก้วออกเป็น 3 ขนาด นอกจากร้อยละความเหมาะสมรวมจะเพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้โตะต่ำเกินไปไม่ถึง 5 เซนติเมตร และมีความสูงเกินไปเพียง 0 ถึง 2 เซนติเมตร เท่านั้น

จากผลการเปรียบเทียบขนาดความสูงของโตะและเก้าอี้ ทั้งกรณีเก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ จะเห็นว่า ผลของร้อยละความเหมาะสมรวมของเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้จะช่วยเพิ่มร้อยละความเหมาะสมรวมให้สูงขึ้นกว่าเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ ดังนั้น เมื่อพิจารณาเฉพาะร้อยละความเหมาะสมรวมกรณีเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ พบว่า ขนาดความสูงของโตะที่มีหลายขนาดจะทำให้ความเหมาะสมรวมเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่เมื่อทำการพิจารณาขนาดความสูงของโตะและเก้าอี้ 2 ขนาด (S,L) และ 3 ขนาด (S,M,L) จะเห็นว่า ร้อยละความเหมาะสมรวมมีความแตกต่างกันเพียงร้อยละ 1.52 และเมื่อพิจารณาในแง่ของการผลิต โตะและเก้าอี้ 2 ขนาด (S,L) มีความเป็นไปได้ว่าจะมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า และง่ายต่อการผลิตมากกว่าการผลิตโตะและเก้าอี้ 3 ขนาด (S,M,L)

เมื่อพิจารณาขนาดของโตะและเก้าอี้ขนาดเล็ก (S) และขนาดใหญ่ (L) พบว่า ความแตกต่างของโตะและเก้าอี้สองขนาดนี้มีความแตกต่างกันเฉพาะมิติขนาดด้านความสูงของโตะและความสูงเก้าอี้ ส่วนมิติขนาดด้านอื่นๆยังคงมีขนาดที่เท่ากันอยู่ ซึ่งปัจจุบันการผลิตโตะและเก้าอี้ในสำนักงานเป็นการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) และเพื่อคงความเป็นการผลิตที่จำนวนมาก แต่ความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานมากขึ้น ดังนั้น โครงการนี้จึงขอเสนอโตะที่สามารถปรับความสูงได้ 2 ระดับ และเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ในหนึ่งช่วงขนาด โดยการทดสอบเพื่อหาขนาดของโตะและเก้าอี้ที่ทำให้ความเหมาะสมรวมที่ดีที่สุด จะใช้วิธีการสุ่ม ซึ่งการสุ่มนี้จะตั้งค่าความสูงของโตะที่มี 2 ระดับจากโตะขนาดเล็ก (S) และโตะขนาดใหญ่ (L) ส่วนการกำหนดช่วงการปรับระดับความสูงของเก้าอี้ นั้น จะใช้ค่าขอบล่างของเก้าอี้ขนาดเล็ก และใช้ค่าขอบบนของเก้าอี้ขนาดใหญ่เป็นตัวกำหนด ซึ่งได้ผลจากการสุ่มขนาด ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ผลของการทดสอบการหาขนาดโตะ 2 ระดับ และเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ในช่วงขนาด โดยวิธีการสุ่ม

ลำดับการทดสอบ	ขนาดความสูง	เหมาะสมรวม	ไม่เหมาะสม	โตะสูงเกินไป	โตะเตี้ยเกินไป	ไม่เหมาะสมทั้ง 2	
1	โตะ	63.52 และ 70.07	830(96.85%)	27 (3.15)	11(1.38%)	16 (1.87%)	0
	เก้าอี้	36.5 -45.11					
2	โตะ	62.3และ71.3	843(98.37%)	14 (1.63%)	7 (0.82%)	7 (0.82%)	0
	เก้าอี้	36.3 - 44.4					
3	โตะ	62 และ 72	835(97.43%)	22 (2.57%)	6 (0.7%)	6 (0.7%)	10 (1.17%)
	เก้าอี้	36.3 - 44.4					
4	โตะ	62 และ 72	845(98.60%)	12 (1.4)	6 (0.7%)	6 (0.7%)	0
	เก้าอี้	36 - 46					

จากตารางที่ 4.21 ผลที่ได้จากการสุ่มทั้งหมด 4 ครั้ง ทำให้ทราบค่าที่ทำให้เกิดความเหมาะสมรวมที่ดีที่สุด คือ โตะที่สามารถปรับความสูงได้ 2 ระดับ คือ 62 และ 72

เซนติเมตร และแก้อ้อสามารถปรับระดับความสูงได้ในหนึ่งช่วง คือ 36 ถึง 46 เซนติเมตร ทำให้เกิดความเหมาะสมรวมเท่ากับร้อยละ 98.60 ซึ่งมีค่าความเหมาะสมรวมมากกว่าโต๊ะและแก้อ้อที่มี 2 ขนาด และ 3 ขนาด และจากตาราง จะเห็นว่า ขนาดความสูงของโต๊ะและแก้อ้อที่ได้จากการสุ่มยังไม่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ดังนั้น โครงการนี้จึงได้ทำการพิจารณาเชิงลึกต่อ เพื่อหาว่าขนาดความสูงของโต๊ะและแก้อ้อไม่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างมากน้อยเพียงใด ซึ่งได้ผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 การทดสอบความไม่เหมาะสมเชิงลึกของโต๊ะและแก้อ้อ กรณีที่โต๊ะมี 2 ระดับ และแก้อ้อสามารถปรับระดับความสูงได้ในหนึ่งช่วงขนาด โดยวิธีการสุ่ม

วิธีการทดสอบ	การสุ่มจากค่าตั้งต้น
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	857
ความสูงโต๊ะ (ซม.)	62 และ 72
ความสูงแก้อ้อ (ซม.)	36-46
เหมาะสม	845 (98.60%)
ไม่เหมาะสม	12 (1.4%)
จำนวนโต๊ะต่ำเกิน	6 (50%)
0-1 ซม.	0
1-2 ซม.	4 (66.67%)
2-3 ซม.	1 (16.67%)
3-4 ซม.	1 (16.67%)
4-5 ซม.	0
> 5 ซม.	0
จำนวนโต๊ะสูงเกิน	6 (50%)
0-1 ซม.	5 (83.33%)
1-2 ซม.	1 (16.67%)
2-3 ซม.	0
3-4 ซม.	0
4-5 ซม.	0
> 5 ซม.	0

จากตารางที่ 4.22 เมื่อทำการทดสอบความไม่เหมาะสมแบบเชิงลึกแล้ว ทำให้ทราบว่าขนาดความสูงของแก้อ้อที่สามารถปรับระดับความสูงได้ในหนึ่งช่วงขนาดมีความเหมาะสมกับความสูงขาพับของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด แต่ขนาดความสูงของโต๊ะ 2 ระดับ ยังคงมีโต๊ะที่สูงเกินไปและที่ต่ำเกินไป ซึ่งจะเห็นว่าโต๊ะที่สูงเกินไปมีความสูงเกินเพียง 0 ถึง 2 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่น้อยมาก

ทำให้ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานไม่มากนัก ส่วนโตะที่ต่ำเกินไป ซึ่งต่ำเกิน 1 จนถึง 4 เซนติเมตร ตามหลักการยศาสตร์จึงมีคำแนะนำว่า ควรใช้อุปกรณ์สำหรับรองรับขาของโตะให้มีระดับที่เหมาะสมกับการทำงาน ซึ่งจะเห็นว่าระยะที่มากที่สุด คือ 3 ถึง 4 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่สามารถหาอุปกรณ์มาช่วยรองรับให้ขาโตะสูงขึ้น และยังคงความความเสถียรและความแข็งแรงได้ เนื่องจากเป็นระยะที่ไม่สูงมากจนเกินไป

4.4.4 การกำหนดมิติขนาดของโตะและเก้าอี้ในสำนักงานด้านอื่นๆ

การหามิติขนาดของโตะและเก้าอี้ในด้านอื่นๆ ให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน จะใช้กฎเกณฑ์และอสมการตรวจสอบความเหมาะสมในการแนะนำขนาดของด้านต่างๆ โดยขนาดที่ยังไม่ได้ทำการกำหนด ได้แก่ ความลึกของโตะ ความกว้างของโตะ ความลึกของที่นั่ง ความสูงของพนักพิง ความกว้างของที่นั่ง และความกว้าง ความยาว ความสูง ระยะห่างของที่พักแขน ซึ่งจะทำการกำหนด ดังนี้

4.4.4.1 การกำหนดขนาดความลึกของพื้นที่นั่ง (Seat Depth)

ความลึกของที่นั่ง (SD) จะแปรผันตรงกับความยาวของสะโพกถึงขาพับด้านใน (BPL) ถ้าพื้นที่นั่งมีความลึกมากเกินไป ทำให้หลังและสะโพกของผู้นั่งไม่ชิดกับพนักพิง ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าบริเวณต้นคอ และบริเวณหลัง ดังนั้น จึงมีการกำหนดค่าความลึกของพื้นที่นั่งให้อยู่ระหว่างร้อยละ 80-95 ของความยาวสะโพกถึงขาพับด้านใน (Milanese & Grimmer, 2004) ดังอสมการที่ 4.3

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

โดยที่ BPL คือ ความยาวของสะโพกถึงขาพับด้านใน

SD คือ ความลึกของที่นั่ง

ความยาวของสะโพกถึงขาพับจะใช้ ณ เเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 มาทำการทดสอบ เนื่องจากถ้าหากความลึกของที่นั่งมีความลึกที่มากเกินไปจะทำให้ผู้ใช้งาน ณ เเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ที่มีรูปร่างขนาดเล็กจะไม่สามารถใช้งานพนักพิงได้ เนื่องจากต้องขยับตัวมาทางด้านหน้า และอาจทำให้เกิดการกดทับที่บริเวณขาพับขึ้นได้ สำหรับคน ณ เเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ซึ่งมีรูปร่างขนาดใหญ่ ถ้าหากความลึกของที่นั่งมีระยะสั้นก็ยังสามารถที่จะใช้พนักพิงได้ โดยที่ขาพับไม่เกิดการกดทับขึ้นด้วย เมื่อนำความยาวของขาพับในเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ไปทำการทดสอบกับอสมการ 4.3 ได้ผลการหาขนาดความลึกของพื้นที่นั่ง ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ผลของการหาขนาดความลึกของพื่นที่นั่ง โดยใช้อสมการตรวจสอบความเหมาะสม

ความยาวสะโพก ถึงขาพับ (ซม.)	อสมการ	ค่าความลึกที่ เหมาะสม (ซม.)	ค่าความลึกที่แนะนำ สำหรับการผลิต (ซม.)
40	$0.8(40) \leq SD \leq 0.95(40)$	32 - 38	38

จากตารางที่ 4.23 จะเห็นว่า ช่วงความเหมาะสมของความลึกพื่นที่นั่ง (SD) คือ 32 ถึง 38 เซนติเมตร ซึ่งขนาดที่แนะนำที่ทำให้ความลึกของพื่นที่นั่งมีความเหมาะสมกับสัดส่วนความยาวสะโพกถึงขาพับมากที่สุด คือ 38 เซนติเมตร เนื่องจากการใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 นั้น ความลึกของพื่นที่นั่งจะมีระยะที่สั้นมาก ดังนั้น จึงเลือกขอบบนของช่วง เพื่อให้ผู้ใช้งานที่มีรูปร่างขนาดใหญ่ยังสามารถนั่งเก้าอี้ได้อย่างสะดวกสบาย

4.4.4.2 การกำหนดขนาดความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest)

การหาขนาดความสูงพนักพิง (UEB) ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกาย โดยสัดส่วนที่มีความสัมพันธ์กับความสูงของพนักพิง คือ ความสูงของไหล่ขณะนั่ง (SHS) ดังนั้น ความสูงของพนักพิงควรมีระดับที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับกระดูกสะบัก แต่เนื่องจากกระดูกสะบักเป็นตำแหน่งที่หาได้ยาก จึงมีการแนะนำตำแหน่งกระดูกสะบักอยู่ที่บริเวณร้อยละ 60-80 ของความสูงไหล่ขณะนั่ง (Gouvali and Boudolos, 2006) ดังอสมการที่ 4.4

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

โดยที่ SHS คือ ความสูงไหล่ขณะนั่ง

UEB คือ ความสูงของพนักพิง

ความสูงของไหล่ขณะนั่งจะใช้ ณ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มาทำการทดสอบ เนื่องจากถ้าพนักพิงมีความสูงที่น้อยเกินไปจะไม่สามารถรองรับหลังของผู้ใช้งานที่มีรูปร่างขนาดใหญ่ได้ ซึ่งสำหรับคน ณ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ซึ่งมีรูปร่างขนาดเล็ก ถ้าพนักพิงสูงเกินไปก็ยังสามารถใช้พนักพิงสำหรับรองรับหลังทั้งหมดได้ เมื่อนำความสูงความไหล่ขณะนั่ง ณ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ไปทำการทดสอบกับอสมการ 4.4 ได้ผลการหาขนาดความสูงของพนักพิง ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ผลของการหาขนาดความสูงของพนักพิง โดยใช้อสมการตรวจสอบความเหมาะสม

ความสูงไหล่ ขณะนั่ง (ซม.)	อสมการ	ค่าความสูง ที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าความสูงที่แนะนำ สำหรับการผลิต (ซม.)
62.26	$0.6(62.26) \leq UEB \leq 0.8(62.26)$	37.36 - 49.81	37.36

จากตารางที่ 4.24 ทำให้ทราบช่วงความเหมาะสมของความสูงพนักพิง คือ 37.36 ถึง 49.81 เซนติเมตร ซึ่งขนาดที่แนะนำที่ทำให้ความสูงของพนักพิงมีความเหมาะสมกับความสูงของไหล่ขณะนั่งมากที่สุด คือ 37.36 เซนติเมตร เนื่องจากการใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 นั้น ทำให้ความสูงของพนักพิงมีระยะที่สูงมาก ดังนั้น จึงเลือกขอบล่างของช่วง เพื่อให้ผู้ใช้งานที่มีรูปร่างขนาดเล็กสามารถใช้พนักพิงที่ไม่สูงเกินไปจนขัดขวางการเคลื่อนไหวขณะทำงาน

4.4.4.3 การกำหนดขนาดความกว้างของพื้นที่นั่ง (Seat Width)

การหาขนาดความกว้างของพื้นที่นั่ง (SW) ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกาย โดยสัดส่วนที่มีความสัมพันธ์กับความกว้างของพื้นที่นั่ง คือ ความกว้างของสะโพก (HW) ซึ่งความกว้างของพื้นที่นั่งจะต้องมีขนาดมากกว่าความกว้างของสะโพก เพื่อไม่ให้เกิดแรงกดทับบริเวณสะโพกที่เกินออกมาจากพื้นที่นั่ง ดังสมการที่ 4.5

$$SW > HW$$

(4.5)

โดยที่ SW คือ ความกว้างของพื้นที่นั่ง

HW คือ ความกว้างของสะโพก

การทดสอบความกว้างของพื้นที่นั่งจะใช้ความกว้างของสะโพก ณ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เนื่องจากถ้าขนาดความกว้างของพื้นที่นั่งมีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้ผู้ใช้งานที่มีรูปร่างขนาดใหญ่ไม่สามารถนั่งเก้าอี้ได้ ซึ่งได้ผลการหาขนาดความกว้างของพื้นที่นั่ง ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ผลของการหาขนาดความกว้างของพื้นที่นั่ง โดยใช้สมการตรวจสอบความเหมาะสม

ความกว้างสะโพก (ซม.)	อสมการ	ค่าความกว้าง ที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าความกว้างที่แนะนำ สำหรับการผลิต (ซม.)
44	$SW \geq 44$	≥ 44	48.40

จากตารางที่ 4.25 ทำให้ทราบขนาดที่น้อยที่สุดที่ทำให้ความกว้างของพื้นที่นั่งเหมาะสมกับความกว้างของสะโพก นั่นคือ 44 เซนติเมตร ซึ่งสำหรับโครงการนี้ขอแนะนำขนาดความกว้างของพื้นที่นั่งเพิ่มขึ้น 1.1 เท่า คือ 48.40 เซนติเมตร เพื่อให้พื้นที่นั่งมีขนาดกว้างมากพอสำหรับผู้ใช้งานทั้งหมด ซึ่งการกำหนดความกว้างไม่ควรมีระยะที่มากเกินไปเนื่องจากความกว้างของที่นั่งนั้นสัมพันธ์กับระยะของที่พักแขน เมื่อมีระยะกว้างมากๆ ก็จะส่งผลให้ผู้ใช้งานต้องกางแขนออกทำให้เกิดอาการเมื่อยลำแขนได้

4.4.4.4 การกำหนดขนาดความกว้างของที่พักแขน (Armrest Width)

ความกว้างของที่พักแขน (ARW) เป็นส่วนหนึ่งของเก้าอี้ที่ผู้รองรับช่วงของแขนท่อนล่างและข้อศอก เพื่อใช้เป็นที่สำหรับการผ่อนคลายระหว่างการทำงาน เพื่อให้บรรเทากล้ามเนื้อบริเวณแขน ไหล่ คอ และยังช่วยลดโพลดของน้ำหนักบนที่นั่งได้ด้วย (Nag et al,2008) ผลเสียเมื่อขนาดความกว้างของที่พักแขนไม่เหมาะสม คือ ถ้าหากที่พักแขนมีความกว้างที่น้อยเกินไปจะส่งผลให้ผู้ที่มิแขนขนาดใหญ่เกิดรอยจากการกดทับ แต่ถ้าหากมีขนาดที่ใหญ่เกินไปจะทำให้ช่วงของเก้าอี้ไม่พอดีกับความกว้างของโต๊ะ ดังนั้น จึงแนะนำว่าควรใช้ความกว้างแขนของกลุ่มตัวอย่าง ณ เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ในการกำหนดความกว้างของที่พักแขน แต่เนื่องจากไม่มีการเก็บข้อมูลสัดส่วนในด้านนี้ ดังนั้น โครงการนี้ขอเสนอขนาดความกว้างของที่พักแขนให้มีขนาดประมาณ 4 นิ้ว หรือ 10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดความกว้างแขนที่เปอร์เซ็นไทล์ 95 ของคนอเมริกัน

4.4.4.5 การกำหนดระยะห่างของที่พักแขน (Distance between Armrests)

การหาระยะห่างของที่พักแขน (DAR) ไม่ได้มีกฎในการกำหนดมาก่อน โครงการนี้จึงขอเสนอว่าระยะห่างของที่พักแขนควรจะมีระยะห่างอย่างน้อยเท่ากับความกว้างของเก้าอี้ (SW) แต่ไม่ควรกว้างจนเกินไป เนื่องจากถ้าระยะห่างของที่พักแขนมีระยะที่กว้างเกินไปจะทำให้ผู้ใช้งานที่มีรูปร่างขนาดเล็กต้องกางแขนออกมาก ทำให้เกิดอาการเมื่อยลำแขนได้ ดังนั้น จึงใช้ความยาวของแขนท่อนบน ณ เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 28 เซนติเมตร มาใช้ในการทดสอบ โดยมุมกางแขนที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าที่น้อยที่สุด คือ มุม 20 องศา ดังนั้น กฎของการหาระยะห่างของที่พักแขนที่จะนำเสนอในโครงการ คือ

$$SW \leq \text{ระยะห่างของที่พักแขน} \leq SW + 2(UA \cdot \sin 20^\circ)$$

$$SW \leq \text{ระยะห่างของที่พักแขน} \leq 48.40 + 2(28 \cdot 0.342)$$

$$48.40 \leq \text{ระยะห่างของที่พักแขน} \leq 67.55$$

ระยะห่างของที่พักแขนที่แนะนำสำหรับการผลิต คือ 48.40 เซนติเมตร และไม่ควรมีเกิน 67.55 เซนติเมตร

4.4.4.6 การกำหนดขนาดความสูงของที่พักแขน (Armrest Height)

การหาขนาดความสูงของที่พักแขน (ARH) ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายโดยสัดส่วนที่มีความสัมพันธ์กับการหาขนาดความสูงของที่พักแขน คือ ความสูงของศอก (EHS) และความสูงไหล่ (SHS) ณ เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 เนื่องจากถ้าความสูงของที่พักแขนมีความสูงมากเกินไปจะทำให้ผู้ใช้งานที่มีรูปร่างขนาดเล็กต้องยกแขนขึ้น ทำให้เกิดการเกร็งบริเวณไหล่ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าแทนที่จะเป็นการช่วยรองรับน้ำหนักโพลด แต่สำหรับคนที่มีค่าความสูงศอกสูง แม้ว่าที่พักแขนมีระดับต่ำก็ยังสามารถหย่อนแขนลงให้พอดีได้ ดังนั้น กฎของการหาความสูงของที่พักแขนที่จะนำเสนอในโครงการ คือ

$$EHS \leq ARH \leq 0.8517EHS + 0.14855SHS$$

$$19 \leq ARH \leq 0.8517(19) + 0.14855(53)$$

$$19 \leq ARH \leq 24.04$$

ความสูงของที่พักแขนที่แนะนำสำหรับการผลิต คือ 19 เซนติเมตร และไม่ควรมากเกิน 24.04 เซนติเมตร

4.4.4.7 การกำหนดขนาดความยาวของที่พักแขน (Armrest Length)

การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเขียนหนังสือ ผู้ใช้งานควรนั่งชิดกับโต๊ะทำงาน เพื่อให้ไม่มีการยืดแขนออก และสามารถนั่งหลังตรง โดยที่หลังชิดกับพนักพิงได้ ดังนั้น การออกแบบความยาวของที่พักแขนควรคำนึงถึงประเด็นนี้ด้วย เนื่องจากความสูงของที่พักแขนกับความสูงของโต๊ะควรมีระดับเดียวกัน เพื่อไม่ให้เกิดการยกข้อศอกในขณะทำงาน ดังนั้น ความยาวของที่พักแขนควรวายไม่เกินความหนาลำตัว เพราะถ้าหากมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ที่พักแขนชนกับโต๊ะ และทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถนั่งให้ลำตัวชิดกับโต๊ะ โดยที่หลังยังตั้งตรงและชิดกับพนักพิงได้ เนื่องจากสัดส่วนที่อยู่ในระดับเดียวกับโต๊ะ คือ ส่วนเอว ดังนั้น จึงใช้ความหนาเอว ณ เบอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ในการกำหนดความยาวของที่พักแขน (ARL) มีค่าเท่ากับ 27.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความยาวที่สามารถรองรับแขนท่อนล่างได้พอดี และยังเป็นระยะที่ผู้ใช้งานสามารถนั่งชิดกับโต๊ะทำงานได้โดยที่แขนไม่ต้องยืดออกและหลังชิดกับพนักพิงได้

4.4.4.8 การกำหนดขนาดความลึกของโต๊ะ (Desk Depth)

การทำงานในสำนักงานเป็นงานที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ ดังนั้น ความลึกของโต๊ะ (DD) ควรมีความเหมาะสมกับระยะดวงตาถึงจอคอมพิวเตอร์ โดยระยะสายตาที่ทำให้เกิดความสบายมากที่สุด เมื่อต้องทำงานที่ใช้สายตาเป็นเวลานานๆ ควรมีระยะห่างอย่างน้อย 18 ถึง 24 นิ้ว หรือ 50 ถึง 66 เซนติเมตร (www.healthtodaythailand.net)

4.4.4.9 การกำหนดขนาดกว้างของโต๊ะ (Desk Width)

การหาขนาดความกว้างของโต๊ะ (DW) ให้เหมาะสมกับการทำงานยังไม่มีกฎในการกำหนดมาก่อน ดังนั้น โครงการนี้จึงขอเสนอว่าขนาดความกว้างของโต๊ะอย่างน้อยควรมีความกว้างมากกว่าระยะห่างของที่พักแขน (DAR) เพื่อให้เก้าอี้สามารถเลื่อนเข้าไปอยู่ใต้โต๊ะในขณะที่ผู้ใช้งานนั่งปฏิบัติงานได้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 67.55 เซนติเมตร ดังนั้น โครงการนี้จึงขอแนะนำขนาดความกว้างของโต๊ะให้มีขนาดเท่ากับ 1.1 เท่าของระยะห่างที่พนักพิง คือ 74.31 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มความกว้างของโต๊ะให้ผู้ใช้งานสามารถเลื่อนเก้าอี้ให้ลำตัวชิดกับโต๊ะขณะทำงานได้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การสรุปผลของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อกำหนดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของคนวัยทำงานทั้งประเทศไทย ดังต่อไปนี้

5.1 ขนาดที่แนะนำของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน

ผลจากการตรวจสอบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน โดยใช้ข้อมูลการและกฎเกณฑ์ต่างๆ ในการตรวจสอบ พบว่า ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของคนวัยทำงานในประเทศไทยค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเป็นขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้สัดส่วนร่างกายของคนต่างประเทศในการกำหนด ดังนั้น โครงการนี้จึงขอแนะนำขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของคนวัยทำงานทั้งประเทศไทย โดยอาศัยหลักการต่างๆ ดังนี้

5.1.1 กำหนดขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ขนาดเดียว 2 ขนาด และ 3 ขนาด โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และวิธีจัดกลุ่มพีซีซีมีน ซึ่งในแต่ละวิธีจะมี 2 กรณี คือ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ และกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ และกำหนดขนาดความสูงของโต๊ะ 2 ระดับ และเก้าอี้ปรับความสูงได้หนึ่งช่วง โดยใช้วิธีการสุ่ม แสดงผลดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้แนะนำ

วิธีการทดสอบ	กลุ่ม	ความสูง โต๊ะ (ซม.)	ความสูง เก้าอี้ (ซม.)	ความเหมาะสม รวม (คน)	ความเหมาะสม รวมทั้งหมด (คน)
วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เก้าอี้ปรับไม่ได้)	-	66.84	40.78	502	502 (58.58%)
วิธีจัดกลุ่มพีซีซี มีน 2 ขนาด (เก้าอี้ปรับไม่ได้)	1 (S)	63.46	39.52	343	698 (81.45%)
	2 (L)	70.07	42.11	355	
วิธีจัดกลุ่มพีซีซี มีน 3 ขนาด (เก้าอี้ปรับไม่ได้)	1 (S)	62.35	39.19	231	766 (89.38%)
	2 (M)	66.76	40.69	305	
	3 (L)	71.34	42.68	230	

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) ขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้แนะนำ

วิธีการทดสอบ	กลุ่ม	ความสูง โต๊ะ (ซม.)	ความสูง เก้าอี้ (ซม.)	ความเหมาะสม รวม (คน)	ความเหมาะสม รวมทั้งหมด (คน)
วิธีเปอร์เซ็นไทล์ (เก้าอี้ปรับได้)	-	66.84	37.78-43.78	686	686 (80.05%)
วิธีจัดกลุ่มพีชชี ซีมีน 2 ขนาด (เก้าอี้ปรับได้)	1 (S)	63.46	36.52-42.52	421	830 (96.85%)
	2 (L)	70.07	39.11-45.11	409	
วิธีจัดกลุ่มพีชชี ซีมีน 3 ขนาด (เก้าอี้ปรับได้)	1 (S)	62.35	36.19-42.19	257	843 (98.37%)
	2 (M)	66.76	37.69-43.69	335	
	3 (L)	71.34	39.68-45.68	251	
วิธีการสุ่ม	-	62และ72	36-46	845	845 (98.60%)

จากตารางที่ 5.1 พบว่า กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ ทำให้ค่าความเหมาะสมรวมดีกว่ากรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ ซึ่งช่วงการปรับระดับ 6 เซนติเมตร เป็นช่วงการปรับที่เหมาะสมที่สุดแล้ว และการแบ่งกลุ่มแบบ 3 ขนาด ทำให้ค่าความเหมาะสมรวมดีกว่าการแบ่งกลุ่ม 2 ขนาด แต่สำหรับกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ร้อยละความเหมาะสมของทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย คือ ร้อยละ 1.52

เนื่องจากการผลิตโต๊ะและเก้าอี้เป็นการผลิตแบบจำนวนมาก (Mass Production) และเพื่อให้การผลิตโต๊ะและเก้าอี้เป็นการผลิตที่จำนวนมาก แต่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานมากขึ้น ดังนั้น โครงการนี้จึงขอเสนอโต๊ะที่สามารถปรับความสูงได้ 2 ระดับ ซึ่งขนาดที่เหมาะสม คือ 62 และ 72 เซนติเมตร และเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ในหนึ่งช่วงขนาด คือ 36 ถึง 46 เซนติเมตร

5.1.2 กำหนดมิติขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ด้านอื่นๆ โดยใช้กฎเกณฑ์และอสมการตรวจสอบความเหมาะสมในการแนะนำ แสดงผลดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 มิติขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ด้านอื่นๆ ที่แนะนำ

มิติขนาด	ขนาดปัจจุบัน (ซม.)	ขนาดแนะนำ (ซม.)
ความกว้างของที่นั่ง	47	48.4
ความลึกของที่นั่ง	44	38
ความสูงของพนักพิง	46	37.36

ตารางที่ 5.2 (ต่อ) มิติขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ด้านอื่นๆ ที่แนะนำ

มิติขนาด	ขนาดปัจจุบัน (ซม.)	ขนาดแนะนำ (ซม.)
ระห่างระหว่างที่พักแขน	47	67.55
ความสูงที่พักแขน	22	19
ความกว้างที่พักแขน	5	10
ความยาวที่พักแขน	38	27.5
ความกว้างโต๊ะ	120	อย่างน้อย 74.31
ความลึกโต๊ะ	60	อย่างน้อย 50-66

5.2 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันกับขนาดของโต๊ะและเก้าอี้แนะนำ

การเปรียบเทียบขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันกับขนาดที่แนะนำ เพื่อหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของคนวัยทำงานในประเทศไทยมากที่สุด โดยทำการเปรียบเทียบขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานโดยใช้วิธีการต่างๆ ซึ่งจะนำผลของการหาขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในปริภูมิตฤษฎีของนาตยา สุภาพล และอัจฉริยา โสมา มาทำการเปรียบเทียบด้วย เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมที่สุด แสดงผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 5.3 และตารางที่ 5.4



ตารางที่ 5.3 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้ปัจจุบันกับขนาดที่ได้จากวิธีการต่างๆ กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้

มิติขนาด (ซม.)	ขนาดปัจจุบัน	วิธี เปอร์เซ็นต์ ไทล์	วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ 2 ขนาด		วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ 3 ขนาด			วิธี K-Means 2 ขนาด		วิธี K-Means 3 ขนาด			วิธี Fuzzy C- Means 2 ขนาด		วิธี Fuzzy C-Means 3 ขนาด		
		ขนาดเดียว	(S)	(L)	(S)	(M)	(L)	(S)	(L)	(S)	(M)	(L)	(S)	(L)	(S)	(M)	(L)
ความสูงโต๊ะ	75	66.84	63.8	69.78	62.77	66.8	70.8	63.53	70.17	62.22	66.94	71.79	63.46	70.07	62.35	66.76	71.34
ความสูงเก้าอี้	40-51	40.78	39.39	42.23	38.91	40.79	42.73	39.53	42.14	39.09	40.74	42.9	39.52	42.11	39.19	40.69	42.68
ความเหมาะสม รวม (คน)	227	502	309	307	201	220	215	364	335	231	321	196	343	355	231	305	230
ความเหมาะสม รวมทั้งหมด	227 (26.46%)	502 (58.58%)	616 (71.88%)		636 (74.21%)			699 (81.56%)		748 (87.28%)			698 (81.45%)		766 (89.38%)		

ตารางที่ 5.4 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้ปัจจุบันกับขนาดที่ได้จากวิธีการต่างๆ กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้

มิติขนาด (ซม.)	ขนาด ปัจจุบัน	วิธีเปอร์ เซ็นต์ไทล์	วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ 2 ขนาด		วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ 3 ขนาด			วิธี K-Means 2 ขนาด		วิธี K-Means 3 ขนาด			วิธี Fuzzy C- Means 2 ขนาด		วิธี Fuzzy C-Means 3 ขนาด			วิธีการ สุ่ม
		ขนาด เดียว	(S)	(L)	(S)	(M)	(L)	(S)	(L)	(S)	(M)	(L)	(S)	(L)	(S)	(M)	(L)	
ความสูง โต๊ะ	75	66.84	63.8	69.78	62.77	66.8	70.8	63.53	70.17	62.22	66.94	71.79	63.46	70.07	62.35	66.76	71.34	62 และ 72
ความสูง เก้าอี้	40-51	37.78- 43.78	36.39- 42.39	39.23- 45.23	35.91- 41.91	37.79- 43.79	39.73- 45.73	36.53- 42.53	39.14- 45.14	36.09- 42.09	37.74- 43.74	39.9- 45.9	36.52- 42.52	39.11- 45.11	36.19- 42.19	37.69- 43.69	39.68- 45.68	36-46
ความ เหมาะสม รวม (คน)	227	686	401	397	272	278	272	424	405	261	354	228	421	409	257	335	251	845
ความ เหมาะสม รวม ทั้งหมด	227 (26.46%)	686 (80.05%)	798 (93.12%)		822 (95.92%)			829 (96.73%)		843 (98.37%)			830 (96.85%)		843 (98.37%)			845 (98.6%)

จากตารางที่ 5.3 และตารางที่ 5.4 เห็นได้ว่า ขนาดของโตะและเก้าอี้ที่แนะนำทุกแบบมีความเหมาะสมมากกว่าขนาดของโตะและเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์แยกตามจำนวนกลุ่ม และตามลักษณะของเก้าอี้ที่ปรับระดับความสูงได้และปรับระดับความสูงไม่ได้ ดังนี้

5.2.1 โตะและเก้าอี้มีขนาดเดียว กรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ การผสมของสัดส่วนร่างกาย ณ เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 50 ให้ค่าความเหมาะสมรวมทั้งหมดสูงสุด ซึ่งมากกว่าขนาดของโตะและเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นสัดส่วนร่างกาย ณ เปอร์เซนต์ไทล์ 95 โดยร้อยละความเหมาะสมทั้งหมดเพิ่มจาก 26.46 เป็น 58.58

5.2.2 โตะและเก้าอี้มีขนาดเดียว กรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร ทำให้น้ำหนักที่ได้จากการผสมของสัดส่วนร่างกาย ณ เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 50 มีร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดเพิ่มจาก 58.58 เป็น 80.05 เมื่อเทียบกับเก้าอี้ที่ปรับระดับความสูงไม่ได้

5.2.3 โตะและเก้าอี้มี 2 ขนาด เห็นได้ว่า ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดของ 2 ขนาดไม่ว่าจะใช้วิธีการใดๆ ในการจัดกลุ่ม ก็ยังทำให้ร้อยละความเหมาะสมดีกว่าขนาดเดียว ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 58.58 เป็น 71.88 81.56 และ 81.45 โดยวิธีเปอร์เซนต์ไทล์ วิธีจัดกลุ่มเคมีน และวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน ตามลำดับ และการจัดกลุ่มแบบเคมีนมีร้อยละความเหมาะสมทั้งหมดสูงสุด ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร ร้อยละความเหมาะสมทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 80.05 เป็น 93.12 96.73 และ 96.85 โดยวิธีเปอร์เซนต์ไทล์ วิธีจัดกลุ่มเคมีน และวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน ตามลำดับ และการจัดกลุ่มแบบพีชชีมีนมีร้อยละความเหมาะสมทั้งหมดสูงสุด

5.2.4 โตะและเก้าอี้มี 3 ขนาด เห็นได้ว่า ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดของ 3 ขนาดไม่ว่าจะใช้วิธีการใดๆ ในการจัดกลุ่ม ก็ยังทำให้ร้อยละความเหมาะสมดีกว่า 2 ขนาด แต่มีร้อยละที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 71.88 เป็น 74.21 โดยวิธีเปอร์เซนต์ไทล์ เพิ่มขึ้นจาก 81.56 เป็น 87.28 โดยวิธีจัดกลุ่มเคมีน และเพิ่มขึ้นจาก 81.45 เป็น 89.38 โดยวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 6 เซนติเมตร ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 93.12 เป็น 95.12 โดยวิธีเปอร์เซนต์ไทล์ เพิ่มขึ้นจาก 96.73 เป็น 98.37 โดยวิธีจัดกลุ่มเคมีน และเพิ่มขึ้นจาก 96.85 เป็น 98.37 โดยวิธีจัดกลุ่มพีชชีมีน

5.2.5 การผลิตโตะและเก้าอี้เป็นการผลิตแบบจำนวนมาก (Mass Production) และเพื่อให้การผลิตโตะและเก้าอี้เป็นการผลิตที่จำนวนมาก แต่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานมากขึ้น ดังนั้น ขนาดที่นำเสนอ คือ โตะที่สามารถปรับระดับความสูงได้ 2 ระดับ ซึ่งขนาดที่เหมาะสมคือ 62 และ 72 เซนติเมตร และเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ในหนึ่งช่วงขนาด คือ 36 ถึง 46 เซนติเมตร เห็นได้ว่าเป็นขนาดที่ให้ร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดมากที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีความไม่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายคนไทยอย่างมาก ดังนั้น ควรปรับเปลี่ยนขนาดที่ผลิตให้เหมาะสมกับสัดส่วนของคนไทยวัยทำงาน

5.3.2 ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ได้แนะนำไว้ในโครงการนี้ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนโต๊ะและเก้าอี้สำหรับใช้ในสถานประกอบการต่างๆ ทั่วประเทศ



เอกสารอ้างอิง

- กานต์ ลีวัฒนาบังยง. (2557). **สถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics)**. ภาควิชาวิศวกรรม
อุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จิตรา กล้าโพธิ์ศรี และนิสารัตน์ ปุริรัตน์. (2558). **การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรอง
เขียน โดยวิธีการวิเคราะห์สองตัวแปร**. ปรินญาณิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา
วิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ซ์ชวาล เรื่องประพันธ์. (2543). **สถิติพื้นฐาน พร้อมตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MINITAB
SPSS และ SAS**. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชาญวิทย์ สีใส และอานนท์ สุขสวัสดิ์. (2559). **การกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่
เหมาะสมโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ วงรีความคลาดเคลื่อน และการจัดกลุ่มแบบ K-mean**.
ปรินญาณิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ปรินญา สงวนสัตย์. (2550). **คู่มือ MATLAB ฉบับสมบูรณ์**. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.
- สุทธิ ศรีบูรพา. (2540). **เออร์กอนอมิกส์ : วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุทธิ ศรีบูรพา. (2544). **เออร์กอนอมิกส์ (การยศาสตร์) ว่าด้วยการนั่งและเก้าอี้**. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์
เซ็นเตอร์.
- Chaffin, D.B.,and Andersson, (1991). *Occupation Biomechanics*. Wiley.
- Rani Lueder, and Allie, P. (1999) *Chairs with Armrests: Ergonomic Design Issues*.
Human Factor and Ergonomics Society Annual Meeting, 579-583
- ค่าเฉลี่ยความสูงของคนไทย**. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2560, จาก
http://www.sizethailand.org/region_all.html
- ความหมายเออร์กอนอมิกส์**. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2560, จาก
<http://www.ergotrend.co.th/ergonomic-article/>
- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ**. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2560, จาก
<https://sites.google.com/site/mystatistics01/chapter1/population-and-sample>
- ตารางทาบไร่ ยามาเน่**. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2560, จาก
<http://www.watpon.com/table/yamane.pdf>
- วิธีป้องกันความเมื่อยล้าของสายตา**. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2561, จาก
<http://www.healthtodaythailand.net/ดวงตาเมื่อยล้า>