

อธิการบดีมหาวิทยาลัย



การกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์
วงรีความคลาดเคลื่อน และการจัดกลุ่มแบบ K-mean
Determination of the Appropriate Sizes for Chairs with Mounted
Desktop by using Percentile, Error Ellipses
and K-mean Clustering Techniques.

นายชาญวิทย์ สีสไ

รหัส 56361068

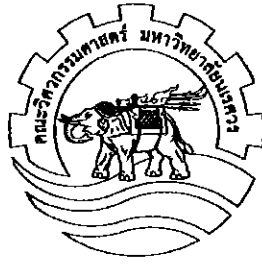
นายอานนท์ สุขสวัสดิ์

รหัส 56361808

1723512

สำนักการอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วันลงทะเบียน 27 ส.ค. 2561
เลขทะเบียน 172 3512 P
ปี 1
เลขเรียกหนังสือ 5.495.ก
2559

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปีการศึกษา 2559



ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงการงาน	การกำหนดขนาดของแก้อู่ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมโดยวิธี เปอร์เซ็นต์ไทล์ วงรีความคลาดเคลื่อน และการจัดกลุ่มแบบ K-mean	
ผู้ดำเนินโครงการงาน	นายชาญวิทย์ สีใส รหัส 56361068 นายอานนท์ สุขสวัสดิ์ รหัส 56361808	
ที่ปรึกษาโครงการงาน	ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2559	

.....
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
 ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงการงาน

(ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม)

.....กรรมการ

(อาจารย์กานต์ ศุภจิตกุล)

.....กรรมการ

(ดร.พิสุทธิ์ อภิษยกุล)

ชื่อหัวข้อโครงการ	การกำหนดขนาดของแก้วที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ วงรีความคลาดเคลื่อน และการจัดกลุ่มแบบ K-mean	
ผู้ดำเนินโครงการ	นายชาญวิทย์ สีใส	รหัส 56361068
	นายอานนท์ สุขสวัสดิ์	รหัส 56361808
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2559	

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของโครงการนี้ คือ การกำหนดมิติขนาดที่เหมาะสมที่สุดของแก้วที่มีแผ่นรองเขียนสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศไทย เนื่องจากมิติขนาดความสูงแก้ว (SH) และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) เป็นด้านที่มีความสำคัญมากที่สุด ดังนั้น มิติขนาดทั้งสองนี้จึงได้รับการตรวจสอบอย่างละเอียด วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดมิติขนาดสำหรับแก้วที่มีแผ่นรองเขียน มิติขนาดแนะนำที่ดีที่สุดโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน มีดังนี้ ความสูงของแก้ว (SH) เท่ากับ 39.10 เซนติเมตร และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) เท่ากับ 26.63 เซนติเมตร มิติขนาดแนะนำที่ดีที่สุดโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีดังนี้ ความสูงของแก้ว (SH) เท่ากับ 39.71 เซนติเมตร และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) เท่ากับ 25.24 เซนติเมตร โดยที่ร้อยละความเหมาะสมรวมของแก้วที่ใช้ในปัจจุบัน วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ เท่ากับ ร้อยละ 1.24 ร้อยละ 63.68 และร้อยละ 81.59 ตามลำดับ เห็นได้ชัดเจนว่ามิติขนาดที่แนะนำมีความเหมาะสมกับนักศึกษามากกว่าขนาดแก้วที่ใช้ในปัจจุบัน

ถ้าหากมีแก้วให้นักศึกษาได้เลือกใช้งาน 2 ขนาด โครงการนี้นำเสนอ 2 วิธี ในการกำหนดขนาดของแก้วที่มีแผ่นรองเขียน วิธีแรก คือ ใช้เพศในการแบ่งกลุ่ม และใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ในการกำหนดขนาด ขนาดที่แนะนำสำหรับนักศึกษาชาย มีดังนี้ ความสูงของแก้ว (SH) เท่ากับ 40.78 เซนติเมตร และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) เท่ากับ 25.9 เซนติเมตร ขนาดแนะนำสำหรับนักศึกษานหญิง มีดังนี้ ความสูงของแก้ว (SH) เท่ากับ 38.08 เซนติเมตร และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) เท่ากับ 24.27 เซนติเมตร วิธีที่สองใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ K-mean ในการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม และใช้ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนในการกำหนดขนาด ขนาดที่แนะนำสำหรับขนาดใหญ่ มีดังนี้ ความสูงของแก้ว (SH) เท่ากับ 41.15 เซนติเมตร และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) เท่ากับ 26.12 เซนติเมตร ขนาดที่แนะนำสำหรับขนาดเล็ก มีดังนี้ ความสูงของแก้ว (SH)

เท่ากับ 38.39 เซนติเมตร และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) เท่ากับ 24.29 เซนติเมตร ร้อยละความเหมาะสมรวมโดยใช้เพศในการแบ่งขนาด และใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ K-mean เท่ากับ ร้อยละ 93.28 และร้อยละ 94.28 ตามลำดับ

สำหรับมิติขนาดแนะนำที่เหลือ คือ ความลึกของที่นั่ง (SD) เท่ากับ 38.95 เซนติเมตร ความกว้างของที่นั่ง (SW) เท่ากับ 46.73 เซนติเมตร และความสูงของพนักพิง (UEB) เท่ากับ 37.92 เซนติเมตร ผลที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความลึกของที่นั่ง จากร้อยละ 25.62 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 92.79 ความกว้างของที่นั่ง จากร้อยละ 93.28 เพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 98.76 และความสูงของพนักพิง จากร้อยละ 55.97 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 96.02



Project title Determination of the appropriate sizes for chairs with mounted desktop by using Percentile, Error Ellipses and K-mean Clustering techniques.

Name Mr. Chanwit Seesai ID. 56361068
 Mr. Anon Suksawat ID. 56361808

Project advisor Sutanit Puttapanom, Ph.D.

Major Industrial Engineering

Department Industrial Engineering

Academic year 2016

.....

Abstract

The primary purposes of this project is to identify what are the best dimensions of chairs with mounted desktop for Thai University students. Since Seat height (SH) and Seat to desk height (SDH) are the most importance dimensions, thus these two dimensions are deeply investigated. The bi-variance error ellipses and percentiles were used to define new dimensions for the chair. The best suggested dimensions from the bi-variance error ellipse approach are SH = 39.10 cm. and SDH = 26.63 cm. The best dimensions from the percentiles approach are SH = 39.71 cm, and SDH = 25.24cm. The percentages of matches for current chair, bi-variance error ellipse approach and the percentiles approach were 1.24%, 63.68% and 81.59% respectively. Obviously, the suggested dimensions are more appropriated for students than the currently used chair.

Moreover, if there are two sizes available for students to choose, the two methods are used to identify the best dimensions of chairs with mounted desktop. The first method is using genders to group two sizes and then using the percentiles approaches to determine the dimensions. The suggested dimensions for male students are SH = 40.78 cm. and SDH = 25.91 cm. The suggested dimensions for female students are SH = 38.08 cm. and SDH = 24.27 cm. The second method is using K-mean clustering to group two sizes and then using the averages of anthropometric measurements to determine the dimensions. The suggested dimensions for big size are SH = 41.15 cm. and SDH = 26.12 cm... The suggested dimensions for female students are SH = 38.39

cm. and SDH = 24.29 cm. The percentages of matches for using genders method and using K-mean clustering method are 93.28% and 93.28% respectively.

For the rest of suggest dimensions are Seat depth (SD) = 38.95 cm., Seat width (SW) = 46.73 cm., and Upper edge of backrest (UEB) = 37.92 cm. Evaluation of the suggested dimensions showed a significant increase in the percentages of matches: SD from 25.62% to 92.79%, SW from 93.28% to 98.76%, and UEB from 55.97% to 96.02%.



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้เอาใจใส่กับโครงการของผู้ดำเนินโครงการด้วยดี และยังให้คำแนะนำรวมทั้งข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการวิจัยด้วยดี และขอขอบคุณคณะกรรมการปริญญาานิพนธ์ อันประกอบไปด้วย อาจารย์กานต์ ศุภจิตกุล และดร.พิสุทธิ์ อภิขยกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ทำยนี้ผู้ดำเนินโครงการใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ซึ่งให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในทุกๆ ด้าน แก่ผู้ดำเนินโครงการเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ผู้ดำเนินโครงการ
นายชาญวิทย์ สีใส
นายอานนท์ สุขสวัสดิ์
เมษายน 2560



สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract).....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มา และความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output).....	2
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome).....	2
1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงการ.....	2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ.....	2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ.....	2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	4
2.1 การยศาสตร์ (Ergonomics).....	4
2.1.1 การยศาสตร์ว่าด้วยการนั่ง.....	4
2.1.2 ทฤษฎีการนั่ง.....	4
2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Compilation).....	4
2.2.1 การจำแนกข้อมูลตามวิธีการเก็บรวบรวม.....	5
2.2.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	5
2.3 วิธีการสุ่มตัวอย่าง.....	5
2.3.1 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น.....	5
2.3.2 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น.....	6
2.4 การสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling).....	6
2.5 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล.....	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile).....	12
2.7 วงรีความคลาดเคลื่อน (Error Ellipse)	12
2.8 เทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-mean (K-mean Clustering Techniques).....	15
2.9 โปรแกรม MATLAB.....	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ	15
3.1 การศึกษาทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....	16
3.2 การเก็บข้อมูล.....	17
3.2.1 การวัดขนาดของเก้าอี้ที่จะศึกษาในการดำเนินโครงการ	17
3.2.2 การเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนของร่างกาย	18
3.3 การตรวจสอบข้อมูล	19
3.4 การหาขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน	19
3.5 การเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน	20
3.6 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	20
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	21
4.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล.....	21
4.2 อสมการที่ใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสม.....	21
4.2.1 อสมการตรวจสอบความสูงของที่นั่ง.....	22
4.2.2 อสมการตรวจสอบความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง	22
4.2.3 อสมการตรวจสอบความกว้างของพื้นที่นั่ง	22
4.2.4 อสมการตรวจสอบความลึกของที่นั่ง	22
4.2.5 อสมการตรวจสอบความสูงของพนักพิง.....	23
4.2.6 หลักการกำหนดความยาวแผ่นรองเขียน	23
4.2.7 หลักการกำหนดขนาดระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง.....	23
4.2.8 หลักการกำหนดขนาดความกว้างของแผ่นรองเขียน ณ บริเวณที่พักแขน.....	24
4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	24
4.3.1 ผลจากการเก็บข้อมูลวัดสัดส่วนของร่างกายนิติต.....	24
4.3.2 การเปรียบเทียบข้อมูล	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน	29
4.4.1 การเปรียบเทียบขนาดความสูงเก้าอี้และความสูงแผ่นรองเขียนระหว่างวิธีวงรี ความคลาดเคลื่อนกับวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	29
4.4.2 การกำหนดขนาดของเก้าอี้โดยการแบ่งออกเป็น 2 ขนาด.....	46
4.4.3 มิติขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนในด้านอื่นๆ	76
4.4.4 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน กับขนาดแนะนำ	80
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	85
5.1 ขนาดที่แนะนำของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	85
5.2 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน.....	87
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	89
เอกสารอ้างอิง.....	90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและการดำเนินโครงการ.....	3
2.1 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และความคลาดเคลื่อน	9
2.2 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของเครซี่ และมอร์แกน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5.....	10
4.1 ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด	25
4.2 ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย	25
4.3 ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง	26
4.4 ขนาดความสูงขาพับและความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด	31
4.5 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับและความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณี สำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน	32
4.6 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของทั้งหมด 12 กรณี โดยใช้วิธีวงรีความ คลาดเคลื่อน	34
4.7 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงข้อศอกขณะนั่ง ของกลุ่ม ตัวอย่างนิสิตทั้งหมด	37
4.8 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับและความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิต ทั้งหมดโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	38
4.9 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....	40
4.10 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณี โดยใช้วิธี เปอร์เซ็นต์ไทล์	41
4.11 การเปรียบเทียบวิธีวงรีความคลาดเคลื่อนกับวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์.....	44
4.12 ขนาดความสูงขาพับและความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายโดยใช้วิธีวงรีความ คลาดเคลื่อน.....	47
4.13 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับและความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณี สำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน	48
4.14 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของนิสิตชาย 12 กรณี โดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน	49
4.15 ขนาดความสูงขาพับและความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิงโดยใช้วิธีวงรีความ คลาดเคลื่อน	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.16 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับและความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่าง นิสิตหญิงโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน	53
4.17 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของนิสิตหญิง 12 กรณี โดยใช้ วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน	54
4.18 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงข้อศอกขณะนั่งของ นิสิตชาย	57
4.19 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับและความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่าง นิสิตชายโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	58
4.20 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย 12 กรณีศึกษาโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	60
4.21 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย 12 กรณี โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	61
4.22 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงข้อศอกขณะนั่งของ นิสิตหญิง	63
4.23 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับและความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่าง นิสิตหญิงโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	65
4.24 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง 12 กรณีศึกษา โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	67
4.25 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง 12 กรณี โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	68
4.26 ค่าเริ่มต้นของขนาดความสูงของขาพับ ความสูงไหล่ขณะนั่ง และความสูงข้อศอกสำหรับการจัด กลุ่มแบบ K-mean	70
4.27 ผลการวิเคราะห์จากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณี โดยใช้วิธีการ แบ่งกลุ่มแบบ K-mean	71
4.28 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณี โดยใช้วิธีการ แบ่งกลุ่มแบบ K-mean	72
4.29 การเปรียบเทียบของความสูงเก้าอี้และขนาดความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ระหว่างวิธี เปอร์เซ็นต์ไทล์กับวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean	74
4.30 ค่าความเหมาะสมจากการใช้สมการเพื่อกำหนดขนาดความลึกของที่นั่ง	76
4.31 ค่าความเหมาะสมจากการใช้สมการเพื่อกำหนดขนาดความกว้างของที่นั่ง	77
4.32 ผลการประเมินสมการเพื่อกำหนดขนาดความสูงพนักพิง	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.33 ผลการประเมินสมการเพื่อกำหนดขนาดความยาวของแผ่นรองเขียน	79
4.34 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน กับขนาดแนะนำ ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด.....	80
4.35 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน กับขนาดแนะนำ โดยการแบ่งขนาดออกเป็น 2 ขนาด	83
5.1 ขนาดเก้าอี้ที่แนะนำโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน	86
5.2 ขนาดเก้าอี้ที่แนะนำโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์	86
5.3 ขนาดเก้าอี้ที่แนะนำโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean	87
5.4 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันกับขนาด แนะนำ ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด	88
5.5 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันกับขนาด แนะนำ โดยการแบ่งขนาดออกเป็น 2 ขนาด	89

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง	7
2.2 ตัวอย่างการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ.....	12
2.3 วงรีความคลาดเคลื่อน.....	13
3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงการ	15
3.2 ภาพแสดงวิธีการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย	17
4.1 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด.....	26
4.2 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมดของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ.....	30
4.3 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ	46
4.4 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิงของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ	51



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของโครงการ

จากการใช้งาน และการสังเกตเก้าอี้ในมหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่า เก้าอี้ที่นิสิตใช้ในห้องเรียน ส่วนมากจะใช้เก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน (เก้าอี้เลคเชอร์) เนื่องจากเป็นเก้าอี้ที่มีขนาดเล็กสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ใช้พื้นที่น้อย และราคาถูก แต่จากประสบการณ์การใช้งาน และจากการสำรวจพบว่า ในขณะที่นั่งทำกิจกรรมเป็นระยะเวลาหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นการนั่งในขณะเรียนหรือขณะสอบ นิสิตส่วนใหญ่มีความรู้สึกถึงความปวดเมื่อยตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทั้งนี้มาจากการนั่งเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมตามขนาดสัดส่วนของร่างกาย เช่น ถ้าหากแผ่นรองเขียนต่ำเกินไป ผู้ใช้งานต้องก้มตัวหรือเอียงหลังมาก ในทางตรงกันข้ามถ้าสูงเกินไป ผู้ใช้งานต้องยกหัวไหล่อยู่ตลอดเวลาในการเขียน ความสูงทั้งสองลักษณะนี้ทำให้เกิดอาการปวดหลัง ต้นคอ และหัวไหล่ และถ้าเก้าอี้สูงเกินไป เฝ้าของผู้ใช้งานจะไม่ติดพื้น ในกลับกันถ้าหากเก้าอี้ต่ำเกินไป ต้นขาของผู้ใช้งานจะไม่ขนานกับพื้นที่นั่ง ความสูงทั้งสองลักษณะนี้จะทำให้เกิดอาการ ปวดต้นขา เป็นต้น (สุทธิ ศรีบุรพา, 2540)

ในปีการศึกษา 2558 นางสาวจิตรา กล้าโพธิ์ และนางสาวนิสาร์ตน์ ปุรัตน์ ได้ทำการศึกษาเพื่อกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน สำหรับนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 349 คน แต่โครงการงานนี้จะมีการขยายกลุ่มตัวอย่างเพื่อกำหนดขนาดเก้าอี้ที่เหมาะสมกับนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศไทย จำนวน 402 คน และการวิเคราะห์ความเหมาะสมจะพิจารณาระดับความไม่เหมาะสมร่วมด้วย รวมทั้งมีการนำเสนอขนาดของเก้าอี้ขนาดเล็ก (Size S) และขนาดใหญ่ (Size L)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 หาขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยของประเทศไทย โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) และวงกลมความคลาดเคลื่อน (Error Ellipses)

1.2.2 หาขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน 2 ขนาด ที่เหมาะสมสำหรับนักศึกษาชาย และขนาดที่เหมาะสมกับนักศึกษาหญิง

1.2.3 หาขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน 2 ขนาด (ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่) โดยใช้วิธีการจัดกลุ่ม K-mean

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของร่างกายนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยของประเทศไทย

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนขนาดแนะนำ และแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน มีร้อยละความเหมาะสมสูงขึ้น

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ

1.5.1 ลักษณะของเก้าอี้ที่จะนำมาศึกษาในโครงการ จะศึกษาเฉพาะขนาดโดยที่ไม่คำนึงถึงองค์ประกอบของเก้าอี้ เช่น มุมที่ใช้ต่างๆ แรงที่กระทำ วัสดุ รูปแบบ เป็นต้น ซึ่งขนาดที่ศึกษามีดังต่อไปนี้

1.5.1.1 ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH)

1.5.1.2 ความสูงของแผ่นรองเขียนจากแผ่นรองนั่ง (Seat Desk Height : SDH)

1.5.1.3 ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW)

1.5.1.4 ความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest : UEB)

1.5.1.5 ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD)

1.5.1.6 ความยาวของแผ่นรองเขียน (Desktop Length : DL)

1.5.2 สุ่มวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 โดยการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย ดังต่อไปนี้

1.5.2.1 ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH)

1.5.2.2 ความสูงของข้อศอกถึงแผ่นรองนั่ง (Elbow Height : EHS)

1.5.2.3 ความสูงตาขณะนั่ง (Eye Height Sitting : SEH)

1.5.2.4 ความยาวสะโพกถึงขาพับ (Buttock Popliteal Length : BPL)

1.5.2.5 ความกว้างสะโพก (Hip Width : HW)

1.5.2.6 ความสูงจากแผ่นรองนั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS)

1.5.2.7 แขนท่อนบน (Upper Arm : UA)

1.5.2.8 แขนท่อนล่าง (Forearm : FA)

1.5.2.9 ความหนาเอว (Waist Thickness Sitting : WTS)

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2560

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การยศาสตร์ (Ergonomics)

คำว่า Ergonomics มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ ergon แปลว่า งาน กับ nomos แปลว่า กฎ ดังนั้น Ergonomics จึงหมายถึงการศึกษากฎเกณฑ์ในการทำงาน โดยมีเป้าหมายที่ปรับปรุงงานหรือสภาวะการทำงานให้เข้ากับแต่ละคน

การยศาสตร์ คือ ศาสตร์ที่เกี่ยวกับการออกแบบสถานที่ทำงาน อุปกรณ์ เครื่องจักรกล เครื่องมือ ผลิตภัณฑ์ สิ่งแวดล้อม และระบบโดยการนำเอาความสามารถของมนุษย์ในลักษณะทางกายภาพ สรีรวิทยา กลศาสตร์ชีวภาพ และจิตวิทยามาเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ประสิทธิผลในระบบงาน การออกแบบนั้นควรต้องคำนึงถึงความปลอดภัย สุขภาพอนามัย และความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ปฏิบัติงานในระบบงานนั้นๆ ด้วย

2.1.1 การยศาสตร์ว่าด้วยการนั่ง (Ergonomics of Sitting)

การนั่งก่อให้เกิดแรงที่มากกระทำต่อแผ่นหลัง และหมอนรองกระดูกมากกว่าการยืนถึงร้อยละ 40-90 สาเหตุเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของโลกมากกระทำ การที่หลังโค้งค่อมจะก่อให้เกิดการโค้งงอของกระดูกสันหลังที่ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ (รูปทรงตัว S) ซึ่งการนั่งเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมนั้นทำให้แรงกดกระทำต่อกระดูกสันหลัง และกล้ามเนื้อหลังช่วงเอวมากถึง 10 เท่า

เก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ คือ เก้าอี้ที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับสรีระของผู้นั่ง ผู้นั่งได้สบายสูงสุด และผู้นั่งยังคงสามารถนั่งทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2 ทฤษฎีการนั่ง

ท่านั่งที่ถูกต้อง จะต้องนั่งหลังตรง 90 องศา กับพื้นที่นั่ง ซึ่งช่วยลดแรงที่กระทำกับข้อต่อของกระดูกสันหลังให้เหลือปริมาณน้อยที่สุด แต่จากการศึกษาของ อีเตียนเน่ แกรมต์จีน พบว่าผู้ใช้งานเก้าอี้มักชอบปรับมุมเอนของพนักพิงให้เอนไปจากแนวตั้งประมาณ 13-15 องศา ซึ่งช่วยลดแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังให้เหลือปริมาณน้อยที่สุด

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Compilation)

การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นกระบวนการหนึ่งทางสถิติที่มีความสำคัญ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์สอดคล้องกับแนวความคิด สมมติฐาน เทคนิคการวัด และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้เครื่องมือการสัมภาษณ์ การสำรวจ การสังเกต การกรอกแบบสอบถาม รายงาน และเอกสารต่างๆ

2.2.1 การจำแนกข้อมูลตามวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การจำแนกประเภทของข้อมูลตามวิธีการเก็บรวบรวมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

2.2.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) คือ ข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องเก็บรวบรวมจากผู้ให้ข้อมูล หรือแหล่งที่มาของข้อมูลโดยตรง ซึ่งอาจทำได้โดยการสัมภาษณ์ วัด นับ หรือสังเกตจากแหล่งข้อมูล โดยตรง

2.2.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) คือ ข้อมูลที่ผู้ใช้ไม่ต้องเก็บรวบรวมจากผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งที่มาของข้อมูลโดยตรง แต่ได้จากข้อมูลที่มีผู้อื่นเก็บรวบรวมไว้แล้ว

2.2.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การสำรวจด้วยตัวอย่าง (Sample Survey) หมายถึง การรวบรวมข้อมูลบางส่วนของ ประชากรต้องมีหลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแทนที่เหมาะสม เช่น ต้องการทราบรายได้เฉลี่ยของ ประชากร ซึ่งประกอบด้วยผู้มีรายได้สูง ปานกลาง และต่ำ การสุ่มตัวอย่างที่ดีควรได้ตัวแทนจาก ประชากรใน 3 กลุ่มดังกล่าว

2.3 วิธีการสุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มประชากรเป็นการเก็บข้อมูลที่อนุমানหรือประมาณการเนื่องจาก ประชากรมีจำนวนมากเกินกว่าที่จะทำการเก็บข้อมูลได้ทั้งหมด จึงจำเป็นต้องใช้หลักการหรือวิธี การเลือกกลุ่มตัวอย่างขึ้นมา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมตามที่ควรจะเป็น ถ้าคำนึงถึงปัจจัยทาง สถิติสามารถแบ่งวิธีการเลือกออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

2.3.1 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling)

เลือกตัวอย่างโดยไม่คำนึงถึงว่าตัวอย่างแต่ละตัวมีโอกาสถูกเลือกสูงมากน้อยเท่าไรจึง เหมาะสมกับฐานข้อมูลที่ทำการศึกษา เพราะไม่ทราบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลสถิตินั้น ซึ่งสามารถทำได้หลายแบบ ดังนี้

2.3.1.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ด้วยองค์ประกอบหลายๆ อย่างของประชากรที่มีคุณลักษณะคล้ายกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสม กับกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ทำการศึกษา

2.3.1.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นการเลือกกลุ่ม ตัวอย่างที่เกิดขึ้นโดยตัวผู้ทำโครงการเองเป็นคนเลือก ลักษณะของกลุ่มที่เลือกเป็นไปตามความ ต้องการของผู้ทำการศึกษา

2.3.1.3 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) เป็นการเลือกกลุ่ม ตัวอย่างเพื่อจะได้จำนวนที่ต้องการโดยไม่ใช้หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจ กลุ่มตัวอย่างที่ได้นั้นเป็นใคร

ก็ได้ที่สามารถให้ข้อมูลกับผู้ทำการศึกษาโครงการได้ครบ และถูกต้องตามหลักเกณฑ์ของผู้ทำการศึกษา

2.3.2 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

2.3.2.1 การสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) การสุ่มแบบนี้เป็นการสุ่มง่ายๆ เพื่อให้ได้จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ ให้ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างที่เกิดขึ้นมีโอกาสที่จะถูกเลือกเท่าๆ กัน การสุ่มตัวอย่างแบบนี้ต้องมีเลขกำกับ และมีรายชื่อของประชากรที่จะทำการเลือก

2.3.2.2 การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Sampling) การสุ่มตัวอย่างที่มีรายชื่อทุกหน่วยของประชากร ทำการเรียงเป็นระบบตามบัญชีข้อมูลที่ทำการศึกษา การสุ่มตัวอย่างจะทำการแบ่งประชากรออกเป็นช่วงๆ ที่เท่ากัน โดยมีการใช้ช่วงจากสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง และประชากร จะมีการสุ่มประชากรในกลุ่มแรกก่อน และถัดมาก็จะทำการสุ่มช่วงตามข้อมูลที่ผู้จัดทำโครงการได้ทำการคำนวณไว้

2.3.2.3 การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Sampling) การสุ่มตัวอย่างแบบนี้ ประชากรที่เลือกมาถูกนำมาแบ่งออกเป็นช่วงๆ ตามชั้นภูมิก่อน จากนั้นเมื่อแบ่งชั้นภูมิเสร็จ และหาขนาดความกว้างของชั้นภูมิแล้ว การเลือกตัวอย่างประชากรทำการเลือกชั้นภูมิอย่างเป็นอิสระต่อกัน เพื่อให้ได้ช่วงข้อมูลตามหลักเกณฑ์ของผู้ที่จะทำการศึกษา จึงทำให้สะดวกในการดำเนินงานภายใต้แต่ละชั้นภูมิ และผู้ทำการศึกษาสามารถถือให้ชั้นภูมิเหมือนกันเป็นประชากรย่อยที่แยกออกจากกันได้ด้วย

2.3.2.4 การเลือกตัวอย่างแบบกลุ่มชั้นเดียว หรือหลายชั้น (One or Multi – Stage Cluster Sampling) เป็นวิธีการเลือกในกรณีการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่มไม่สามารถใช้หน่วยประชากรที่ให้ข้อมูลเป็นหน่วยการเลือกตัวอย่างโดยตรงได้ การเลือกตัวอย่างจึงจำเป็นต้องเลือกกลุ่มของหน่วยที่ให้ข้อมูลก่อน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในระดับต่างกัน ทำการเลือกตัวอย่างของกลุ่มที่ระดับใหญ่สุดถัดมาก็จะเลือกกลุ่มตัวอย่างรองลงมาเป็นชั้นๆ ลงไป จนถึงระดับหน่วยที่ให้ข้อมูล

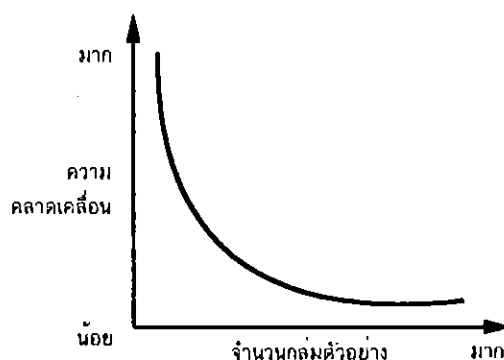
2.4 การสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling)

การสุ่มตัวอย่างเป็นวิธีการเลือกตัวอย่างให้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรโดยมีความเป็นกลางของข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะการแจกแจงปกติ ซึ่งทำให้ผลของการศึกษาค่าสถิติของประชากรจากค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างตรงกับความเป็นจริง และเชื่อถือได้

2.4.1 การกำหนดขนาดตัวอย่าง (Sample Size)

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างนั้นต้องคำนึงถึง ค่าใช้จ่าย เวลา แรงงาน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนั้นพอหรือไม่ คุ่มค่าเพียงใด มีผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนของผลการดำเนินโครงการมากน้อยเพียงใด ถ้าประชากรมีความเหมือนกันมาก

ใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กได้ แต่ถ้าประชากรมีความแตกต่างของสมาชิกมาก ความแปรปรวนมีมาก ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
ที่มา : เคอร์ลิงเจอร์ (Kerlinger, 1972)

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

2.4.1.1 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์

วิธีนี้จะต้องทราบจำนวนของประชากรทั้งหมด และจึงคำนวณหากลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์ ดังนี้

- ก. จำนวนหลักร้อยใช้กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 15-30 ของจำนวนประชากรทั้งหมด
- ข. จำนวนหลักพันใช้กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 10-15 ของจำนวนประชากรทั้งหมด
- ค. จำนวนหลักหมื่นใช้กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 5-10 ของจำนวนประชากรทั้งหมด
- ง. จำนวนหลักแสนใช้กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 1-5 ของจำนวนประชากรทั้งหมด

2.4.1.2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร

ก. ประชากรมีจำนวนที่แน่นอน โดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน่ และสูตรของเครซี และมอร์แกน

ก.1 สูตรการคำนวณของ ทาโร ยามาเน่ (Yamane, 1976) ดังสมการที่ 2.1

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

โดยที่ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ก.2 สูตรการคำนวณของ เครซี และมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970)

ดังสมการที่ 2.2

$$n = \frac{\chi^2 N p(1-p)}{e^2(N-1) + \chi^2 p(1-p)} \quad (2.2)$$

โดยที่ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

P = สัดส่วนของประชากรที่ต้องการ

χ^2 = ค่าไคสแควร์ที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 และความเชื่อมั่นอยู่ที่

ร้อยละ 95 มีค่าเท่ากับ 3.841

ข. กลุ่มประชากรที่มีจำนวนไม่แน่นอน ใช้สูตรการคำนวณของคอคแรน
สูตรการคำนวณของ คอคแรน (Cochran, 1953) ดังสมการที่ 2.3

$$n = \frac{p(1-p)Z^2}{e^2} \quad (2.3)$$

โดยที่ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

P = สัดส่วนของประชากรที่ต้องการ

e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

Z = ระดับความเชื่อมั่นหรือระดับนัยสำคัญ

2.4.1.3 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูป

ก. ตารางสำเร็จรูป ทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane) เป็นตารางที่ใช้หาขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อประมาณค่าสัดส่วนของประชากร ตารางที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังตารางที่ 2.1

ข. ตารางสำเร็จรูปของ เครซีและมอร์แกน (Krejcie and Morgan) จะพิจารณาตั้งแต่ ขนาดของประชากร 10-100,000 ระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ร้อยละ 95 ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
และความคลาดเคลื่อนต่างๆ

ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่างที่ระดับความคลาดเคลื่อน					
	±1%	±2%	±3%	±4%	±5%	±10%
500	-	-	-	-	222	83
1,000	-	-	-	385	586	91
1,500	-	-	638	441	316	94
2,000	-	-	714	476	333	95
2,500	-	1,250	769	500	345	96
3,000	-	1,364	811	517	353	97
3,500	-	1,458	843	530	359	97
4,000	-	1,538	870	541	364	98
4,500	-	1,607	891	549	367	98
5,000	-	1,667	909	556	370	98
6,000	-	1,765	938	566	375	99
7,000	-	1,824	959	574	378	99
8,000	-	1,905	976	580	381	99
9,000	-	1,957	989	584	383	99
10,000	5,000	2,000	1,000	588	385	99
15,000	6,000	2,143	1,034	600	390	99
20,000	6,667	2,222	1,053	606	392	100
25,000	7,143	2,273	1,064	610	394	100
50,000	8,333	2,381	1,087	617	397	100
100,000	9,091	2439	1,099	621	398	100
∞	10,000	2,500	1,111	625	400	100

ที่มา : Yamane, Taro (1970)

ตารางที่ 2.2 ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของเครซี่ และมอร์แกน ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 และความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5

จำนวน ประชากร	กลุ่ม ตัวอย่าง	จำนวน ประชากร	กลุ่ม ตัวอย่าง	จำนวน ประชากร	กลุ่ม ตัวอย่าง	จำนวน ประชากร	กลุ่ม ตัวอย่าง
10	10	140	103	420	201	1,800	317
15	14	150	108	440	205	1,900	320
20	19	160	113	460	210	2,000	322
25	24	170	118	480	214	2,200	327
30	28	180	123	500	217	2,400	331
35	32	190	127	550	226	2,600	335
40	36	200	132	600	234	2,800	338
45	40	210	136	650	242	3,000	341
50	44	220	140	700	248	3,500	346
55	48	230	144	750	254	4,000	351
60	52	240	148	800	260	4,500	354
65	56	250	152	850	265	5,000	357
70	59	260	155	900	269	5,500	359
75	63	270	159	950	274	6,000	361
80	66	280	162	1,000	278	7,000	364
85	70	290	165	1,100	285	8,000	367
90	73	300	169	1,200	291	9,000	368
95	76	320	175	1,300	297	10,000	370
100	80	340	181	1,400	302	15,000	375
110	86	360	186	1,500	306	20,000	377
120	92	380	191	1,600	310	30,000	379
130	97	400	196	1,700	313	40,000	380

ที่มา : Krejcie and Morgan, 1970

2.4.1.4 การทดสอบสมมติฐาน

การศึกษาว่าขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับนักศึกษามหาวิทยาลัยทั่วประเทศนั้น กลุ่มตัวอย่างควรมีสัดส่วนเฉลี่ยที่เท่ากับสัดส่วนเฉลี่ยของกลุ่มของประชากร เนื่องจากเป็นการทดสอบสมมติฐานของความเท่ากันของค่าเฉลี่ย และมีจำนวน n มากกว่า 30 ดังนั้น จึงใช้ทดสอบซี (z-test) และต้องเป็นการทดสอบสองหาง ซึ่งมีการทดสอบ ดังต่อไปนี้

ก. สมมติฐานที่ถูกต้องประกอบด้วยสมมติฐานหลัก (H_0) และสมมติฐานรอง (H_1) โดยให้ μ_0 คือ สัดส่วนเฉลี่ยของประชากร และ μ_1 สัดส่วนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1$$

$$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1$$

ข. กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มอย่างเป็นอิสระ และมีขนาดใหญ่ ($n > 30$) มีการแจกแจงแบบปกติ จึงใช้การตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นของการใช้วิธีแบบสถิติทดสอบซี (z-test) ดังสมการที่ 2.4

สูตรการคำนวณ (Z-test)

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (2.4)$$

เมื่อ μ_0 คือ ค่าเฉลี่ยประชากร

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง

Z คือ ค่ามาตรฐาน

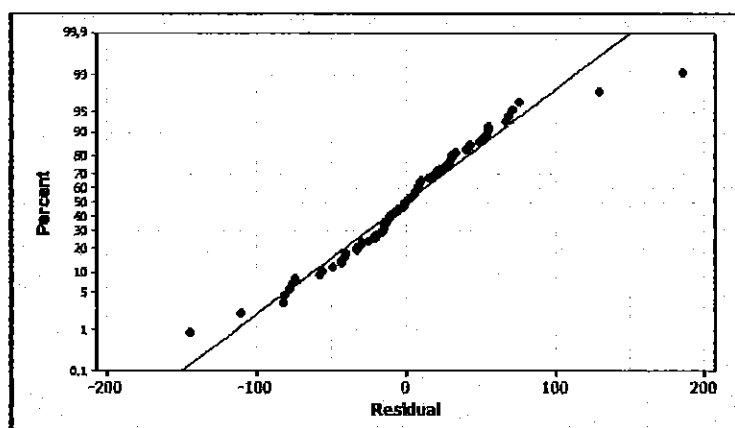
σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.5 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

การที่จะทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถนำมาอนุมานเป็นจำนวนประชากรทั้งหมดได้นั้น ต้องทำให้กลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงแบบปกติ โดยตรวจสอบได้จากกราฟการแจกแจงปกติของข้อมูล ซึ่งทำได้โดยการกำหนดให้แกน X คือ ส่วนตกค้างของข้อมูล (Residual) เป็นค่าที่ได้จากค่าสังเกตในแต่ละค่าลบค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด และแกน Y คือ ร้อยละของความน่าจะเป็นสะสม ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติจุดตัดจะเรียงตัวกันเป็นเส้นตรง และลักษณะการเกิดจุดตัดจะต้องไม่เป็นกระจุกหรือเป็นกลุ่มๆ โดยค่าที่อยู่ระหว่างจุด แต่ละจุดต้องใกล้เคียงกันเป็นส่วนมากแต่ค่าที่อยู่ห่างเส้นต้องมีค่ามากหรือน้อยต่างกันไป ดังรูปที่ 2.2

Normal Probability Plot of the Residuals



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ

ที่มา : <http://tex.stackexchange.com>

2.6 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile)

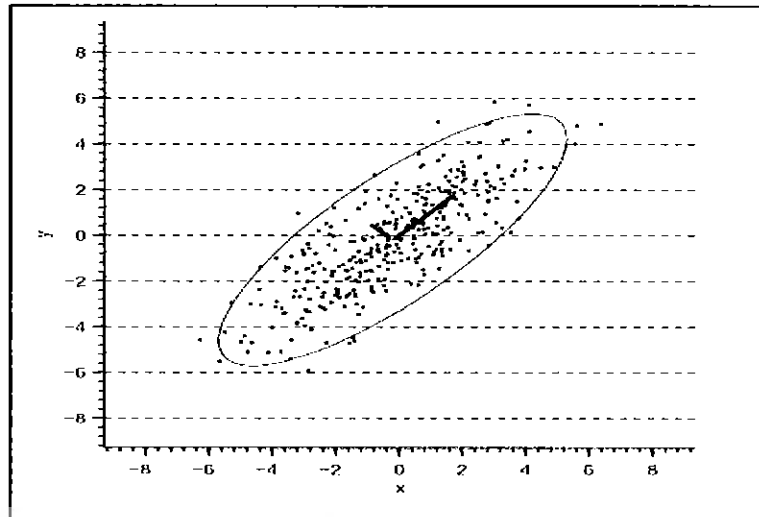
การวัดค่าตำแหน่งข้อมูล โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นร้อยละต่างๆ กัน โดยเรียงจากน้อยไปหามาก ทำให้ทราบจำนวนของข้อมูลว่ามีร้อยละเท่าไรที่อยู่สูงกว่า ต่ำกว่าหรือเท่ากับตำแหน่งที่กำหนด ตามปกติแล้วจะแบ่งข้อมูลเพื่อออกเป็น 2 ประเภท คือ จัดเป็นหมวดหมู่ และไม่ได้จัดเป็นหมวดหมู่ ในทางปฏิบัติมักใช้ข้อมูลแบบประเภทที่จัดเป็นหมวดหมู่แล้ว เพราะการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ยังไม่ได้เป็นหมวดหมู่จะไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์มากนักในทางปฏิบัติ หากข้อมูลที่นำมาคำนวณมีมากๆ การที่นำข้อมูลมาใช้งานได้นั้น จำเป็นต้องนำข้อมูลมาจัดเป็นหมวดหมู่ก่อน การหาค่าตำแหน่งข้อมูล หรือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (P_k) จากผลคูณของตำแหน่งที่ต้องการ (k) ดังสมการที่ 2.5

$$P_k = \frac{k(N+1)}{100} \quad (2.5)$$

โดยที่ $k = 1, 2, 3, \dots, 99$ $N =$ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.7 วงรีความคลาดเคลื่อน (Error Ellipse)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะการกระจายของข้อมูลสองตัวแปรพร้อมกันโดยแผนภาพการกระจายจุด (Scatters Plot) สำหรับวงรีความคลาดเคลื่อนนั้นเป็นการกำหนดพื้นที่ความเชื่อมั่นของข้อมูลสองตัวแปรโดยใช้วงรีมีลักษณะของกราฟ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 วงรีความคลาดเคลื่อน

ที่มา : <http://www.visiondummy.com/2014/04/draw-error-ellipse>

ในโครงการได้นำวงรีความคลาดเคลื่อนมาประยุกต์ใช้เนื่องจาก สมมติฐานที่ว่า หากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่อยู่บนเส้นวงรีถูกนำมาพิจารณาในการวิเคราะห์หาขนาดความสูงของแก๊อ และความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่บนเส้นวงรี แล้วขนาดของแก๊อก็จะมีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่อยู่ในวงรีด้วย

2.8 เทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-mean (K-mean Clustering Techniques)

เป็นการวิเคราะห์กลุ่มแบบไม่เป็นขั้นตอน เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การแบ่งส่วนซึ่งเป็นวิธีที่แตกต่างจากเทคนิคการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน โดยผู้จัดทำต้องกำหนดเองว่าต้องการแบ่งเป็นกี่กลุ่ม เช่น K กลุ่ม จึงเรียกวิธีนี้ว่า K-Means Clustering

ลำดับขั้นตอนในการทำเทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-mean มีดังนี้

2.8.1 กำหนดหรือสุ่มค่าเริ่มต้นจำนวน K กลุ่ม และกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้น K จุด เรียกจุดนี้ว่า จุดศูนย์กลางของกลุ่ม

2.8.2 นำวัตถุทั้งหมดจัดเข้ากลุ่ม และทำการหาค่าระยะห่างระหว่างข้อมูลถึงจุดศูนย์กลาง แล้วนำข้อมูลที่ใกล้ค่าจุดศูนย์กลางมากที่สุดอยู่กลุ่มนั้น

2.8.3 หาค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม ได้ค่าจุดศูนย์กลางใหม่

2.8.4 ทำเหมือนเดิมกับข้อ 2 ทำจนกว่าค่าเฉลี่ยหรือจุดศูนย์กลางในแต่ละกลุ่มไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

2.9 โปรแกรม MATLAB

เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดความยุ่งยากในการเขียนภาษาทางคอมพิวเตอร์ ภาษาเหล่านี้ค่อนข้างที่ยุ่งยาก ซับซ้อน เนื่องจากต้องใช้คำสั่งมากมาย และต้องมีรูปแบบที่แน่นอน โปรแกรม MATLAB จึงเป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อลดขั้นตอนเหล่านี้ลง พื้นฐานการคำนวณของโปรแกรม MATLAB จะอยู่ในรูปของเมตริกซ์ ซึ่งก็เป็นที่มาของชื่อโปรแกรมด้วย คือ MATLAB เป็นคำย่อของคำในภาษาอังกฤษ คือ Matrix Laboratory

คำสั่งพื้นฐานทั่วไปของโปรแกรม MATLAB ในการป้อนคำสั่งสำหรับการประมวลผลของโปรแกรม MATLAB สามารถแบ่งได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ

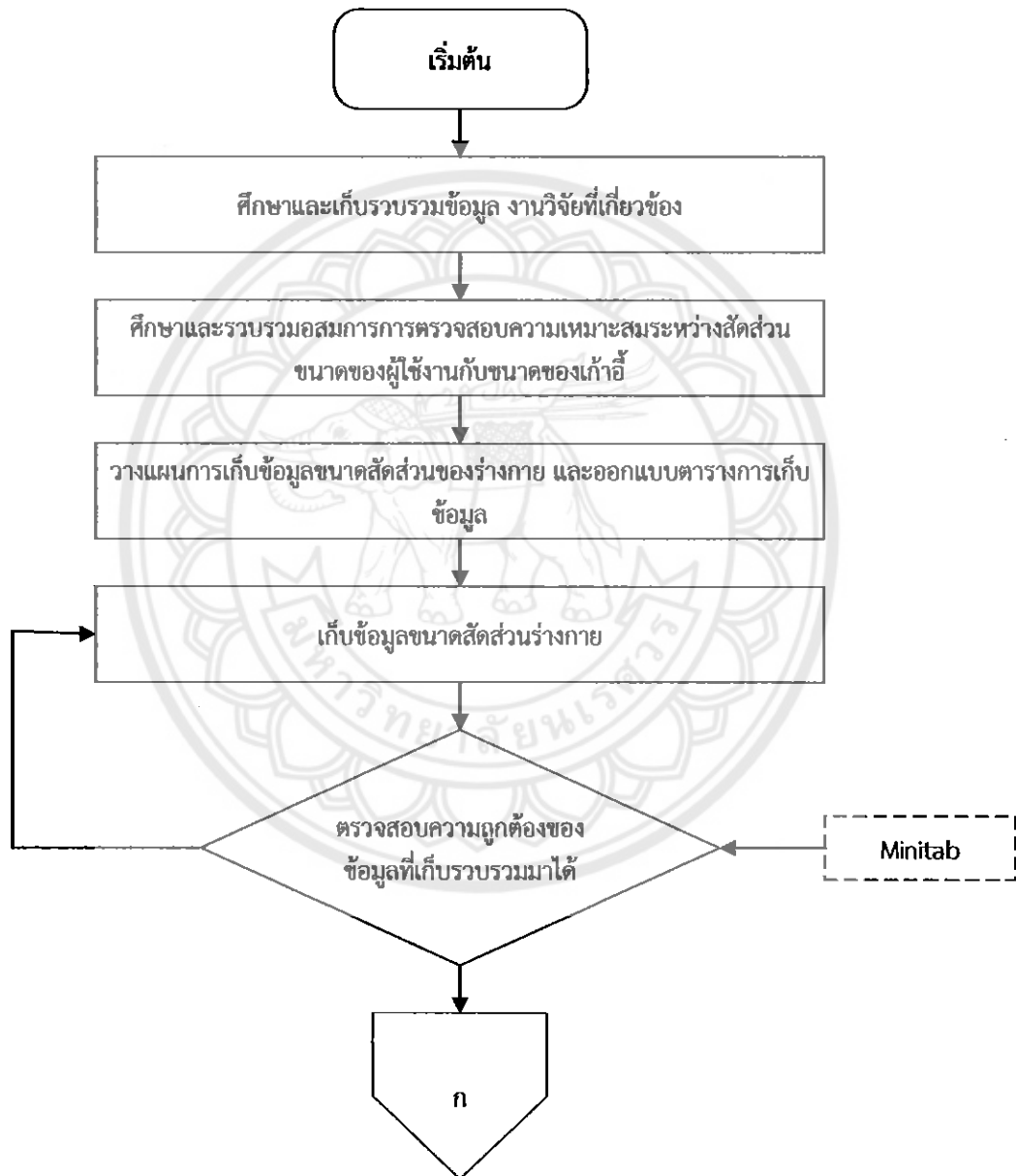
2.9.1 ฟังก์ชันไฟล์ (Function Files) คือ การป้อนคำสั่ง หรือค่าตัวแปรต่างๆ บนหน้าต่างคำสั่งที่ละคำสั่งตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา หากต้องการคำนวณค่า

2.9.2 สคริปต์ไฟล์ (Script Files) คือ การกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ และชุดคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ในการประมวลผลตามขั้นตอนของการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาลงในไฟล์

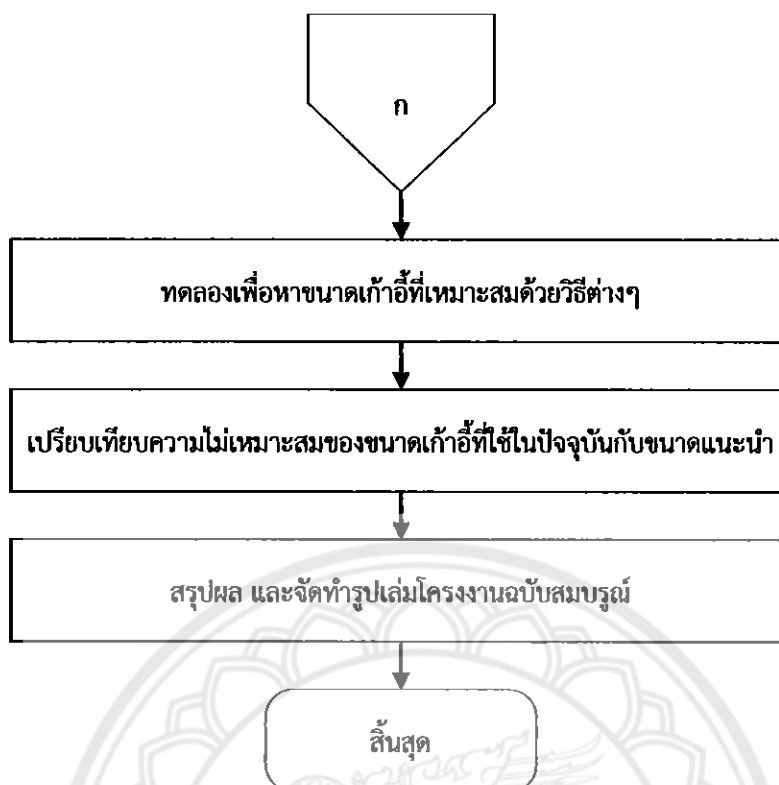


บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินโครงการในการกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับขนาด
ของผู้ใช้งานโดยวิธีการจัดกลุ่มของข้อมูล ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงการ



รูปที่ 3.1 (ต่อ) ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงการ

3.1 การศึกษาทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินโครงการจะมีการหาข้อมูลแล้วทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการตามหลักการยศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ประกอบไปด้วยเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน และการออกแบบโต๊ะเก้าอี้ เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการหาขนาดสัดส่วนของร่างกายที่เหมาะสมกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน เกิดแนวทางในการดำเนินโครงการ ดังนี้

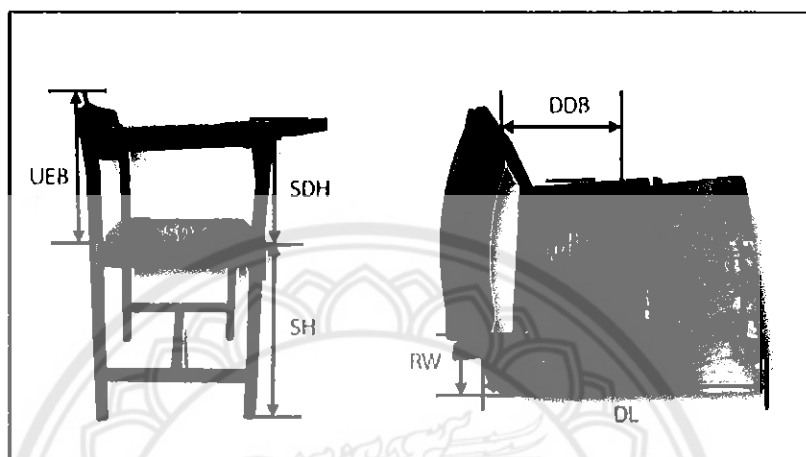
3.1.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนให้เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกาย ตามหลักการยศาสตร์

3.1.2 รวบรวมบทความวิชาการที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำหลักอสมการเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับผู้ใช้งาน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับอสมการที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของสัดส่วนของร่างกายกับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

3.2 การเก็บข้อมูล

3.2.1 การวัดขนาดของเก้าอี้ที่จะศึกษาในการดำเนินโครงการ

ในการวัดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน วัดจากเก้าอี้พลาสติกที่ใช้ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เนื่องจากเป็นเก้าอี้ที่ถูกใช้งานมากที่สุด ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงการวัดขนาดของเก้าอี้

3.2.1.1 ความสูงของเก้าอี้ (Seat Height : SH) วัดระยะตั้งฉากกับพื้นไปถึงผิวบนแผ่นรองนั่ง

3.2.1.2 ความสูงของแผ่นรองเขียนจากแผ่นรองนั่ง (Seat Desk Height : SDH) วัดจากพื้นที่นั่งถึงแผ่นรองเขียนในแนวตั้ง

3.2.1.3 ความกว้างของที่นั่ง (Seat Width : SW) วัดระยะจากด้านซ้ายไปด้านขวาของขอบที่นั่งของเก้าอี้

3.2.1.4 ความสูงของพนักพิง (Upper Edge of Backrest : UEB) วัดจากจุดกึ่งกลางของขอบบนสุดของพนักพิงถึงพื้นที่นั่งของเก้าอี้

3.2.1.5 ความยาวของแผ่นรองเขียน (Desktop Length : DL) วัดจากด้านในสุดของแผ่นรองเขียนไปถึงด้านหน้าของแผ่นรองเขียน

3.2.1.6 ความลึกของที่นั่ง (Seat Depth : SD) วัดจากด้านในสุดของแผ่นรองนั่งไปถึงด้านหน้าของแผ่นรองนั่ง

3.2.1.7 ความกว้าง (ระยะ) จากแผ่นรองเขียนถึงพนักพิง (Distance Desktop and Backrest : DDB)

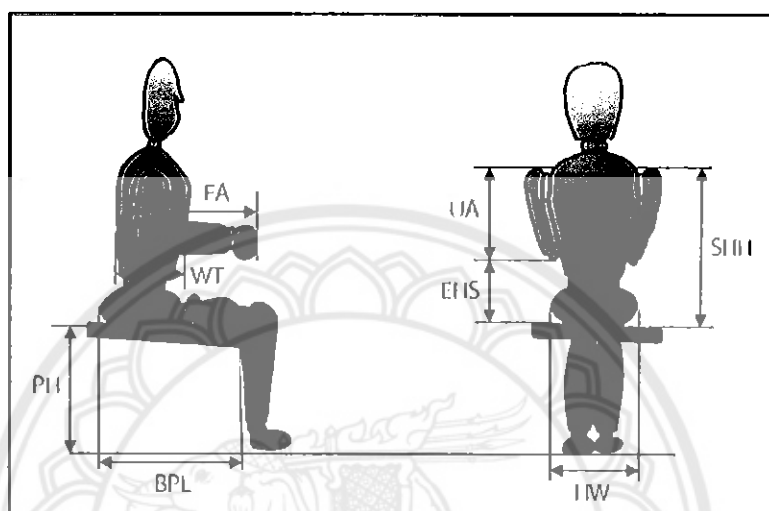
3.2.1.8 ความกว้างที่พนักพิง (Armrest Width : RW)

3.2.2 การเก็บข้อมูลการวัดสัดส่วนของร่างกาย

3.2.2.1 กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่จะวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย ด้วยตารางทายโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 402 คน ในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ก. วิธีวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร มีรายละเอียด

ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงวิธีการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย

ก.1 ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height : PH) วัดจากพื้นถึงขาพับด้านใน โดยทำนั่งมีลักษณะขาต้องตั้งฉากกับพื้น

ก.2 ความสูงของข้อศอกกับแผ่นรองนั่ง (Elbow Height : EHS) วัดจากผิวบนของแผ่นรองนั่งถึงข้อศอก โดยที่ทำแขนท่อนบนแนบติดกับลำตัว และยกแขนท่อนล่างขึ้นให้ตั้งฉากกับแขนท่อนบน และหลังตรง

ก.3 ความสูงตาขณะนั่ง (Seated Eye Height : SEH) วัดระยะจากพื้นถึงหางตาในดั่ง ทำนั่งหลังตรง

ก.4 ความยาวสะโพกถึงขาพับ (Buttock Popliteal Length : BPL) วัดระยะจากด้านหลังสะโพกถึงขาพับด้านใน ในทำนั่ง

ก.5 ความกว้างสะโพก (Hip Width : HW) วัดความหนาของสะโพก โดยวัดจากด้านซ้ายไปด้านขวาของสะโพกในขณะนั่ง

ก.6 ความสูงจากแผ่นรองนั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting : SHS) วัดระยะจากผิวบนแผ่นรองนั่งถึงหัวไหล่ในแนวตั้ง

ก.7 แขนท่อนบน (Upper Arm : UA) วัดระยะจากหัวไหล่ถึงข้อศอก โดยทำแขนท่อนบนแนบติดกับลำตัว และยกแขนท่อนล่างขึ้นให้ตั้งฉากกับแขนท่อนบน

ก.8 แขนท่อนล่าง (Forearm : FA) วัดระยะจากข้อศอกถึงปลายนิ้ว โดยทำ แขนท่อนบนแนบติดกับลำตัว และยกแขนท่อนล่างขึ้นให้ตั้งฉากกับแขนท่อนบน

ก.9 ความหนาเอว (Waist Thickness : WT) วัดความหนา โดยระยะจาก สะดือถึงหลังในท่านั่งหลังตรง

3.3 การตรวจสอบข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายนิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวร ชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่างถูกกำหนดโดยใช้ตารางทาร์โย มามานัน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือ จำนวน ตัวอย่าง 400 คนขึ้นไป ซึ่งเป็นจำนวนที่สามารถนำไปอนุมานเป็นกลุ่มประชากรนักศึกษาใน มหาวิทยาลัยทั่วทั้งประเทศได้ ในการดำเนินโครงการนี้ ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 402 คน โดยแบ่งเป็นนิสิตชาย 208 คน และนิสิตหญิง 194 คน และนำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง มา วิเคราะห์หาค่าทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์ไทล์ เพื่อใช้ในการประเมินผลเบื้องต้น

3.4 การหาขนาดที่เหมาะสมของแก้อีที่มีแผ่นรองเขียน

ในการหาขนาดที่เหมาะสมของแก้อีที่มีแผ่นรองเขียนนั้นจำเป็นต้องใช้ทฤษฎีความรู้อื่นๆ ที่ได้ ศึกษาจากงานวิจัยเข้ามาช่วย และซอฟต์แวร์ต่างๆ เพื่อใช้ในการหาคำตอบ โดยการกำหนดขนาดที่ เหมาะสมของแก้อีที่มีแผ่นรองเขียนในโครงการนี้มี ดังนี้

3.4.1 หลักการวงรีความคลาดเคลื่อนสองตัวแปร

วงรีความคลาดเคลื่อนนี้ สร้างมาจากโปรแกรม MATLAB เพื่อใช้ในการหาความสูง ของแก้อี และความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง โดยใช้ข้อมูลความสูงจากพื้นถึงขาพับขณะนั่ง และความสูงข้อศอกจากพื้นที่นั่ง โดยมีความเชื่อมั่นร้อยละ 90

ซึ่งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของข้อศอกกับความสูงขาพับขณะนั่งโดยใช้ ทฤษฎี Error Ellipse โดยเลือกจากกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมดมา 30 กรณี ที่อยู่ใกล้กับเส้นขอบของวงรี ทั้งหมด นำมาวิเคราะห์หาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งของแก้อี และความสูงของแก้อี ที่มี ความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด ถ้าขนาดของแก้อีที่หามาได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมานี้ แสดงว่าขนาดของแก้อีก็เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในวงรีนี้ด้วย ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด ถูกสร้างวงรีล้อมรอบข้อมูลร้อยละ 90

3.4.2 หลักการค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์

การผลิตโต๊ะแก้อีเพื่อสามารถใช้กับคนส่วนใหญ่ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของสัดส่วนด้าน ความยาวประชากรในการกำหนดขนาด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความไม่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานสูง ดังนั้น ในโครงการนี้ นอกจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของสัดส่วน เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50, 75 และ 90

ถูกทำการศึกษาด้วย ซึ่งสัดส่วนที่ใช้ในการกำหนดขนาดของความสูงแก้อี และความสูงของแผ่นรองเขียน คือ ความสูงของขาพับ ความสูงของข้อศอกจากพื้นที่นั่ง และความสูงไหล่ขณะนั่ง ในการพิจารณานั้น แทนที่จะพิจารณาเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวสำหรับทุกสัดส่วน การผสมเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ ของสัดส่วนต่างๆ ถูกนำมาศึกษา เพื่อหาค่าผสมที่ให้เหมาะสมรวมสูงสุด การผสมของเปอร์เซ็นต์ไทล์มีทั้งหมด $4 \times 4 \times 4 = 64$ กรณีศึกษา

3.4.3 หลักการการจัดกลุ่มเพื่อแบ่งขนาดเป็น 2 ขนาด

ในโครงการนี้มีการแบ่งกลุ่มขนาด 2 วิธี คือ การใช้เพศ และการใช้การจัดกลุ่มแบบ K-mean ซึ่งการใช้เพศการกำหนดขนาดของเก้าอี้จะใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อนสองตัวแปร และวิธีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ในการสร้างวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean ขึ้นมา เพื่อหาความสูงของแก้อี ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง โดยการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ โดยใช้ขนาดสัดส่วน 3 สัดส่วนคือ ความสูงขาพับความสูงข้อศอก และความสูงขาหัวไหล่ขณะนั่ง ซึ่งค่าเริ่มต้นจะถูกสุ่มจากนั้นนำค่าเริ่มต้นมาทำการแบ่งกลุ่ม โดยเริ่มจาก จัดข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนเข้ากลุ่ม โดยใช้ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของแต่ละกลุ่มเป็นตัวตัดสิน จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยสัดส่วนของแต่ละกลุ่ม และใช้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนนั้นเป็นจุดศูนย์กลางใหม่ของแต่ละกลุ่ม ทำการจัดข้อมูลเข้ากลุ่มโดยใช้ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางอีกครั้ง หาค่าเฉลี่ยสัดส่วนของแต่ละกลุ่ม และใช้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนนั้นเป็นจุดศูนย์กลางใหม่ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนค่าเฉลี่ยสัดส่วนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง จากนั้นนำค่าเฉลี่ยสัดส่วนสุดท้ายไปกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนในแต่ละกลุ่ม

3.5 การเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

เมื่อได้ขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายแล้ว นำขนาดที่ได้มาทำการเปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสม ของขนาดเก้าอี้ที่แนะนำ เปรียบเทียบขนาดของเก้าอี้ปัจจุบันที่ใช้ในมหาวิทยาลัยนเรศวร

3.6 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปแผนการดำเนินการหาขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกาย พร้อมจัดทำรูปเล่มโครงการ

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงการ

ตามแบบแผนการดำเนินโครงการ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกาย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผล รวบรวมผลการวิเคราะห์ที่ได้เพื่อกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับขนาดของร่างกายนักศึกษาทั้งประเทศไทย โดยการโปรแกรม Microsoft Excel, Minitab และโปรแกรม MatLab เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นในการกำหนดขนาดของเก้าอี้ผลการดำเนินโครงการการกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน มีดังนี้

4.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

สืบค้นรวบรวมข้อมูล ทำการศึกษางานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างนิสิตที่เป็นผู้ใช้งานกับขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1 ศึกษาปัญหาที่ก่อให้เกิดผลเสียและความเสี่ยงต่างๆ ที่มีต่อร่างกายในขณะที่ใช้งานเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

4.1.2 ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะนำมาตรวจสอบความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

4.1.3 ศึกษาการออกแบบโต๊ะ และเก้าอี้ตามหลักกายศาสตร์ที่ถูกต้อง

4.1.4 สืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ Size Thailand เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบกับหลักสถิติเพื่อใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานที่ว่าข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างสามารถนำมาเป็นตัวแทนของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยทั้งประเทศไทยได้

4.1.5 ทำการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.6 ใช้ Microsoft Excel, Minitab และ Matlab ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

4.2 อสมการที่ใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมสำหรับโครงการนี้ มีดังนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาขนาดโต๊ะ และเก้าอี้ที่เหมาะสม (Agha and Alnahal, 2012; Chung and Wong, 2007; Evans et al., 1988) ได้แสดงว่า มิติขนาดที่มีความสำคัญมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ความสูงเก้าอี้ และความสูงโต๊ะ (ซึ่งในโครงการนี้คือความสูงของแผ่นรองเขียน) อสมการที่ถูกเลือกมาใช้ในการตรวจสอบ มีดังนี้

4.2.1 อสมการการตรวจสอบความสูงของที่นั่ง

การออกแบบโต๊ะเก้าอี้จะต้องให้ความสูงของขาพับมีความสัมพันธ์กับความสูงของพื้นที่นั่งของเก้าอี้ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโต๊ะเก้าอี้จำเป็นต้องให้ความสูงของพื้นที่นั่งต่ำกว่าความสูงของขาพับ (Molenbroek, Kroon-Ramaekers, & Snijders, 2003) เพื่อให้ขาที่อ่อนล้าสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกตามต้องการ โดยให้ขาเหยียดออกทำมุม 5-30 องศา ตามแนวตั้ง และขณะนั่งนิสิตจะสวมรองเท้านักเรียนจึงต้องพิจารณาความสูงของรองเท้า (SC) เข้ามาร่วมด้วย ดังสมการที่ 4.1

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

4.2.2 อสมการตรวจสอบความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง

ตามหลักการยศาสตร์ พื้นผิวการทำงานควรอยู่ในระดับเดียวกับข้อศอก ดังนั้นความสูงของโต๊ะจากพื้นที่นั่ง (SDH) ควรมีความต่ำกว่าความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (EHS) ข้อเสนอแนะของ Chaffin and Anderson (1991) มุมกางแขนออก และมุมงอแขนที่มากที่สุด และทำให้เกิดความเมื่อยล้าอย่างน้อยที่สุดคือ 20 องศา และ 25 องศา ตามลำดับ ดังสมการที่ 4.2

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

4.2.3 อสมการการตรวจสอบความกว้างของพื้นที่นั่ง

ความกว้าง (SW) ต้องมากหรือเท่ากับความกว้างของสะโพก (HW) ดังสมการที่ 4.3 ถ้าความกว้างของสะโพกมากเกินไปทำให้เกิดการกดทับบริเวณสะโพกที่เกินออกมา

$$SW \geq HW \quad (4.3)$$

4.2.4 อสมการตรวจสอบความลึกของที่นั่ง

ความลึกของที่นั่ง (SD) แปรผันตรงกับความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับ ถ้าผู้นั่งเก้าอี้ที่ลึกเกินไป จะส่งผลให้หลังของผู้นั่งไม่สามารถพิงกับพนักพิงได้ ทำให้เกิดอาการปวดบริเวณต้นคอและบริเวณส่วนหลัง การออกแบบความลึกของแผ่นรองที่นั่งนั้น ควรกำหนดค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.80 – 0.95 เท่าของระยะระหว่างสะโพกถึงขาพับด้านใน (BPL) (Milanese & Grimmer, 2004) ดังสมการที่ 4.4

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

4.2.5 อสมการตรวจสอบความสูงของพนักงานฟิง

ความสูงของพนักงานฟิง (UEB) มีความสัมพันธ์ทางตรงกับความสูงไหล่ขณะนั่ง (SHH) ความสูงของพนักงานฟิงที่ตื้นขึ้นควรเอื้อต่อการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนบน ดังนั้น ความสูงของพนักงานฟิงควรให้ มีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับกระดูกสะบัก แต่เนื่องจากตำแหน่งของกระดูกสะบักนั้นระบุได้ยาก Gouvali และ Boudolos (2006) จึงแนะนำตำแหน่งของกระดูกสะบักอยู่ที่ประมาณร้อยละ 60-80 ของความสูงไหล่ขณะนั่ง ดังอสมการที่ 4.5

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

4.2.6 หลักการกำหนดความยาวของแผ่นรองเขียน

จากงานวิจัยของนางสาวณัฐธิดา แสนแก้ว (2559) ได้นำเสนอหลักการกำหนดความยาวของแผ่นรองเขียน (DL) โดยพิจารณาความเหมาะสมจากระยะระหว่างช่วงของแขน คือ แขนท่อนบน และแขนท่อนล่าง ในขณะที่มีการเหยียดแขนไปทางด้านหน้า ก็จะเกิดมุมงอของไหล่ และแขนท่อนบน ซึ่งหลักการเดียวกับ Chaffin and Anderson (1991) ที่กล่าวถึงมุมงอของไหล่ที่สามารถยอมรับได้ เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อความเมื่อยล้า และเกิดความสะดักสบายในการใช้งานไม่เกิน 25 องศา มาใช้ในการพิจารณาการสร้างสรรค์ที่ (4.6) โดยใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ความยาวแขนท่อนล่าง และแขนท่อนบนของกลุ่มประชากร ในการออกแบบความยาวแผ่นรองเขียนที่มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายนิสิต

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

เมื่อ UA = ความยาวของแผ่นรองเขียน (ระยะจากไหล่ถึงข้อศอก)

FA = ความยาวแขนท่อนล่าง (ระยะจากข้อศอกถึงปลายนิ้วกลาง)

4.2.7 หลักการกำหนดขนาดระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักงานฟิง

จากงานวิจัยของ นางสาวณัฐธิดา แสนแก้ว (2559) ได้กำหนดหลักการหาระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักงานฟิง (DDB) ซึ่งลักษณะของโต๊ะเก้าอี้ที่ถูกยึดติดเข้าด้วยกันจึงทำให้ไม่สามารถเลื่อนเข้า-ออกเหมือนโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปได้ ดังนั้นระยะห่างต้องมีขนาดที่เพียงพอที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนั่งได้อย่างสะดักสบายด้วย ดังนั้น ความหนาเอวจึงถูกนำมาพิจารณาในการกำหนดระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักงานฟิง เพื่อให้เกิดช่วงของการเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างสะดักสบาย โดยจะยึดหลักเปอร์เซ็นต์ไทล์ 95 ความหนาเอวของกลุ่มประชากร

4.2.8 หลักการการกำหนดขนาดความกว้างของแผ่นรองเขียน ณ บริเวณที่พักแขน

ความกว้างที่พักแขน (RW) ที่พักแขนเป็นส่วนที่รองรับสนับสนุนบริเวณข้อศอกและช่วงแขนท่อนล่าง เพื่อช่วยในการผ่อนแรง บรรเทากล้ามเนื้อไหลตที่บริเวณคอ ไหล่ และแขน และลดการไหลตของน้ำหนักบนที่นั่ง (Nag et al., 2008) อย่างไรก็ตามข้อเสียของการออกแบบที่ไม่ดีหรือกีดขวางตำแหน่งการใช้งาน ผู้ใช้งานอาจจะเกิดความอึดอัด ไม่สะดวกสบาย (งานวิจัยของ Rani Lueder and Allie (1999) จึงได้แนะนำว่าความกว้างของที่พักแขนควรมีขนาดความกว้างประมาณ 4 นิ้ว (10 เซนติเมตร)

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บได้จากการวัดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ในมหาวิทยาลัยนเรศวร และขนาดสัดส่วนของนิสิต มีดังนี้

4.3.1 ผลจากการเก็บข้อมูลวัดสัดส่วนของร่างกายนิสิต

ในการเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายนิสิต ในมหาวิทยาลัยนเรศวร ชั้นปีที่ 1 ถึง ชั้นปีที่ 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่างถูกกำหนดโดยใช้ตารางทาร์โรว์ ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือจำนวนตัวอย่าง 400 คนขึ้นไปซึ่งเป็นจำนวนที่สามารถนำไปอนุมานเป็นกลุ่มประชากรนิสิตในมหาวิทยาลัยทั่วทั้งประเทศได้ ในการดำเนินโครงการนี้ ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 402 คน โดยแบ่งเป็นนิสิตชาย 208 คน และนิสิตหญิง 194 คน ซึ่งการเก็บจำนวนกลุ่มตัวอย่างของนิสิตชายกับนิสิตหญิงให้ได้จำนวนที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมเหตุสมผล และนำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์ไทล์ เพื่อใช้ในการประเมินผลเบื้องต้น โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น นิสิตทั้งหมด นิสิตชาย และนิสิตหญิง แสดงดังตารางที่ 4.1 ตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 ตามลำดับ

17235124



ตารางที่ 4.1 ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด

สัดส่วนร่างกาย	ค่า มากที่สุด	ค่า น้อยสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์ไทล์		
					5.00	50.00	95.00
ความสูงยืน (ซม.)	186.00	146.00	164.89	7.90	152.00	165.00	178.00
ความสูงขาพับ (ซม.)	48.30	36.80	41.56	2.15	38.00	41.65	45.30
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	65.20	51.00	58.16	2.86	54.00	58.20	63.20
ความสูงข้อศอก (ซม.)	25.70	19.70	22.46	1.28	20.20	22.20	24.70
ความยาวสะโพก-ขาพับ (ซม.)	50.50	40.50	44.87	2.24	41.00	45.00	49.00
ความกว้างสะโพก (ซม.)	54.00	26.00	36.00	3.74	31.50	35.50	42.48
ความหนาเอว (ซม.)	32.00	13.00	20.89	3.00	16.50	20.50	26.50
ความยาวแขนท่อนล่าง (ซม.)	53.00	38.00	45.30	2.87	40.03	45.00	50.00
ความยาวแขนท่อนบน (ซม.)	42.00	25.80	35.92	2.87	30.33	36.50	40.00

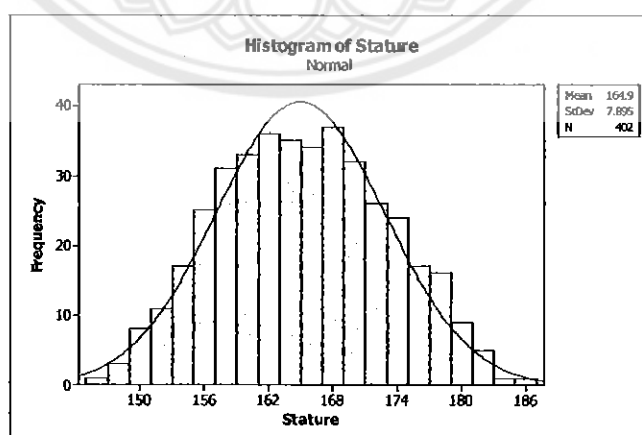
ตารางที่ 4.2 ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย

สัดส่วนร่างกาย	ค่า มากที่สุด	ค่า น้อยสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์ไทล์		
					5.00	50.00	95.00
ความสูงยืน (ซม.)	186.00	155.00	170.65	5.45	162.00	170.00	180.00
ความสูงขาพับ (ซม.)	48.30	37.50	42.81	1.82	39.80	42.80	45.80
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	65.20	53.00	59.88	2.42	56.00	59.70	64.20
ความสูงข้อศอก (ซม.)	25.70	20.20	23.13	1.19	21.20	23.20	25.20
ความยาวสะโพก-ขาพับ (ซม.)	50.50	41.00	46.11	1.97	43.00	46.00	49.50
ความกว้างสะโพก (ซม.)	47.00	29.00	36.04	2.98	32.00	36.00	41.00
ความหนาเอว (ซม.)	32.00	16.00	21.75	2.93	17.60	21.00	27.40
ความยาวแขนท่อนล่าง (ซม.)	53.00	41.50	46.89	2.20	43.00	47.00	50.33
ความยาวแขนท่อนบน (ซม.)	42.00	25.80	37.23	2.53	32.80	37.50	40.50

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง

สัดส่วนร่างกาย	ค่า	ค่า	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์ไทล์		
	มากที่สุด	น้อยสุด			5.00	50.00	95.00
ความสูงยืน (ซม.)	169.50	146.00	158.71	4.85	150.00	159.00	166.50
ความสูงขาพับ (ซม.)	44.30	36.80	40.21	1.59	37.80	39.90	42.80
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	60.20	51.00	56.31	2.01	52.72	56.35	59.20
ความสูงข้อศอก (ซม.)	25.00	19.70	21.74	0.93	20.20	21.70	23.20
ความยาวสะโพก-ขาพับ (ซม.)	48.00	40.50	43.54	1.66	41.00	43.50	46.18
ความกว้างสะโพก (ซม.)	54.00	26.00	35.96	4.42	30.83	35.00	44.00
ความหนาเอว (ซม.)	32.00	13.00	19.81	2.74	16.00	19.50	24.50
ความยาวแขนท่อนล่าง (ซม.)	50.50	38.00	43.03	2.04	40.00	43.00	46.50
ความยาวแขนท่อนบน (ซม.)	40.00	26.80	34.51	2.52	29.80	35.00	38.00

หลังจากทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสัดส่วนของนิสิต จากนั้นข้อมูลสัดส่วนของร่างกายของนิสิตกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดถูกนำมาตรวจสอบหาการกระจายของข้อมูล เพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีการแจกแจงแบบปกติ เนื่องจากข้อมูลขนาดสัดส่วนในด้านของความยาวมีความสัมพันธ์กับส่วนสูงของร่างกาย (Oyewole et al., 2010; Roebuck et al., 1975) ดังนั้น ในโครงการนี้จึงทำการตรวจสอบหาการกระจายของข้อมูลเฉพาะความสูงของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการตรวจสอบที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 ($P\text{-Value} > 0.05$) แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

4.3.2 การเปรียบเทียบข้อมูล

ทำการศึกษาว่าขนาดที่เหมาะสมมหาวิทยาลัยทั่วประเทศ กลุ่มตัวอย่างมีสัดส่วนที่เฉลี่ยแล้วเท่ากับสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง และเนื่องจากสัดส่วนที่ใช้กำหนดขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนในโครงการนี้สัดส่วนความยาวซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสูง (Oyewole et al., 2010; Roebuck et al., 1975) ดังนั้น จึงต้องพิสูจน์สมมติฐานที่ว่าความสูงเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับความสูงเฉลี่ยของประชากรไทยที่มีอายุระหว่าง 16-25 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุของนิสิตมหาวิทยาลัย

เนื่องจากข้อมูลของกรมอนามัยมีการรายงานข้อมูลเป็นข้อมูลเก่า (พ.ศ. 2542) แต่ข้อมูล (www.SizeThailand.org) ใหม่กว่า (พ.ศ.2550 - 2551) ดังนั้น ใช้ค่าเฉลี่ยความสูงจากเว็บไซต์ (www.SizeThailand.org) ช่วงอายุ 16-25 ปี และทำการทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติทดสอบซี (z-test) ในการทดสอบขนาดความสูง และด้วยเหตุที่ว่ารายงานทั้งจากกรมอนามัย และ (www.SizeThailand.org) เป็นการรายงานข้อมูลโดยแบ่งเพศชาย และหญิง ไม่มีการรายงานข้อมูลที่เป็นข้อมูลรวม ดังนั้น การทดสอบสมมติจึงต้องทำแยกเพศชายและหญิง

4.3.2.1 พิจารณากลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย พบว่าขนาดความสูงเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนิสิตมีค่าเท่ากับ 170.65 เซนติเมตร ขนาดความสูงเฉลี่ยของกลุ่มประชากรชายทั่วประเทศช่วงอายุระหว่าง 16-25 ปี มีขนาดความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 171.36 เซนติเมตร (www.SizeThailand.org) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มประชากรชายทั่วประเทศ เท่ากับ 5.33 (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2542) และกำหนดให้ระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จะทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้สมการที่ 2.4

การทดสอบสมมติฐานของนิสิตชาย

ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu_0 = \mu_1$ ค่าเฉลี่ยความสูงกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย เท่ากับค่าเฉลี่ยความสูงของกลุ่มประชากรชาย

$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1$ ค่าเฉลี่ยความสูงกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย ไม่เท่ากับค่าเฉลี่ยความสูงของกลุ่มประชากรชาย

โดยให้ μ_0 คือ ความสูงเฉลี่ยของประชากรชาย

μ_1 คือ ความสูงเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย

$$Z = \frac{\bar{x}_{ชาย} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n_{ชาย}}}}$$

กำหนดเขตวิกฤติ $Z_{\alpha/2} = \pm Z_{0.05/2} = \pm 1.96$

$$1.96 = \left(\frac{\bar{x}_{ชาย} - 171.36}{5.33} \right) \times \sqrt{208}$$

$$\bar{x}_{ชาย} = 172.08 \text{ เซนติเมตร}$$

$$-1.96 = \left(\frac{\bar{x}_{ชาย} - 171.36}{5.33} \right) \times \sqrt{208}$$

$$\bar{x}_{ชาย} = 170.64 \text{ เซนติเมตร}$$

ยอมรับ H_0 เพราะ ค่าความสูงเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายอยู่ในเขตวิกฤติ $Z_{0.05/2} = \pm 1.96$ ดังนั้น ขนาดความสูงเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายจึงสามารถใช้แทนขนาดความสูงของประชากรชายได้

4.3.2.2 พิจารณากลุ่มตัวอย่างนิสิตผู้หญิง พบว่าขนาดความสูงเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 158.71 เซนติเมตร ขนาดความสูงเฉลี่ยของกลุ่มประชากรหญิงทั่วประเทศช่วงอายุระหว่าง 16-25 ปี มีขนาดความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 159.32 เซนติเมตร (www.SizeThailand.com) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มประชากรหญิงทั่วประเทศ เท่ากับ 4.667 (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2542) และกำหนดให้ระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้สมการที่ 2.4

การทดสอบสมมติฐานของนิสิตหญิง

ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu_0 = \mu_1$ ค่าเฉลี่ยความสูงกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง เท่ากับ ค่าเฉลี่ยความสูงของกลุ่มประชากรหญิง

$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1$ ค่าเฉลี่ยความสูงกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง ไม่เท่ากับ ค่าเฉลี่ยความสูงของกลุ่มประชากรหญิง

โดยให้ μ_0 คือ ความสูงเฉลี่ยของประชากรหญิง

μ_1 คือ ความสูงเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง

$$Z = \frac{\bar{x}_{หญิง} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n_{หญิง}}}}$$

กำหนดเขตวิกฤติ $Z_{\alpha/2} = \pm Z_{0.05/2} = \pm 1.96$

$$1.96 = \left(\frac{\bar{x}_{หญิง} - 159.32}{4.67} \right) \times \sqrt{194}$$

$$\bar{x}_{หญิง} = 159.98 \text{ เซนติเมตร}$$

$$-1.96 = \left(\frac{\bar{x}_{หญิง} - 159.32}{4.67} \right) \times \sqrt{194}$$

$$\bar{x}_{หญิง} = 158.66 \text{ เซนติเมตร}$$

ยอมรับ H_0 เพราะ ค่าความสูงเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนิตินหญิงอยู่ในเขตวิกฤติ $Z_{0.05/2} = \pm 1.96$ ดังนั้นขนาดความสูงเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนิตินหญิงจึงสามารถใช้แทนขนาดความสูงของประชากรหญิงได้

4.4 การกำหนดขนาดที่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

อสมการตรวจสอบความไม่เหมาะสมถูกนำมาใช้เป็นหลักการกำหนดขนาดสำหรับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนในมิติขนาดความสูงเก้าอี้ และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ความลึกของที่นั่ง ความกว้างของที่นั่ง และความสูงของพนักพิง ในมิติขนาดที่เหลือนี้ หลักการกำหนดขนาดที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ของนางสาวณัฐธิดา แสนแก้ว (2559) ถูกนำมาใช้ คือ ความยาวแผ่นรองเขียน ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง และความกว้างที่พักแขน

โครงการนี้ให้ความสำคัญ และศึกษาเชิงลึกกับมิติขนาดความสูงเก้าอี้ และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง เนื่องจากงานวิจัยเกี่ยวโต๊ะเก้าอี้หลายๆ งานวิจัย (Castellucci et al., 2010) มีความคิดเห็นตรงกันว่ามิติขนาดความสูงเก้าอี้ และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง เป็นมิติขนาดที่ควรพิจารณาไปพร้อมๆ กัน และหากจะสรุปว่าเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีความเหมาะสม มิติขนาดทั้งสองควรจะเหมาะสมทั้งคู่ เพราะถ้าหากด้านใดด้านหนึ่งไม่เหมาะสมแล้วก็จะส่งผลให้ผู้ใช้งานนั่งไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ และจะส่งผลอีกด้านที่เหลือไม่เหมาะสมเช่นกัน ดังนั้น ความเหมาะสมรวมทั้งเป็นจำนวนที่นับเฉพาะผู้ใช้งานที่มีความเหมาะสมทั้งสองมิติขนาดจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนใดมีความเหมาะสมมากที่สุด

ถ้าหากมีเพียงโต๊ะเก้าอี้ขนาดเดียวสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานทั้งหมด ด้วยหลักการที่ว่า “ใหญ่เกินดีกว่าเล็กเกิน” และเพื่อให้คนส่วนใหญ่ใช้โต๊ะเก้าอี้ขนาดเดียวนี้ได้ สัดส่วนของผู้ใช้งานที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95-99 ถูกนำมาใช้เป็นค่ากำหนดขนาดสำหรับการผลิตโต๊ะเก้าอี้ทุกๆ ไป แต่ในโครงการนี้ วิจัยวีธีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ถูกนำมาใช้ในการกำหนดขนาดสำหรับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

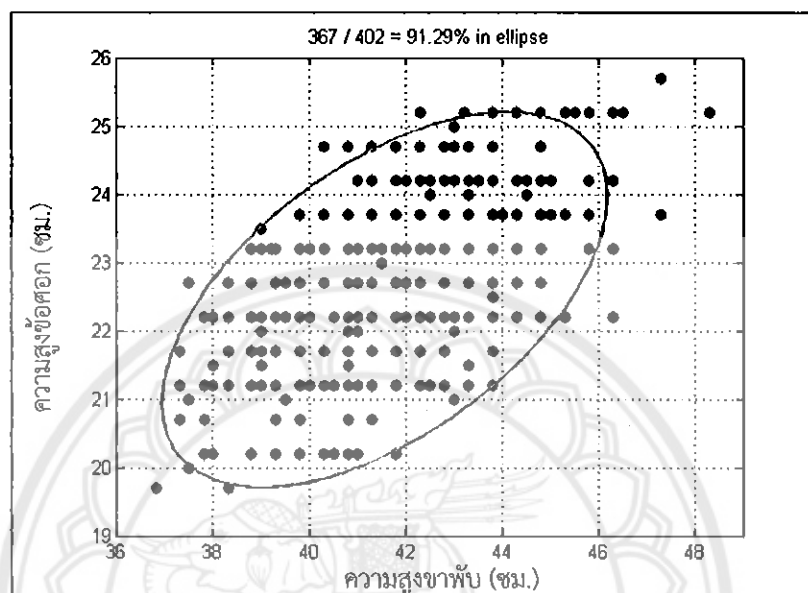
4.4.1 การเปรียบเทียบขนาดความสูงเก้าอี้และความสูงแผ่นรองเขียนระหว่างวิธีวีธีความคลาดเคลื่อนกับวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

ทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ขนาดความสูงเก้าอี้ และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งที่ได้จากวิธีวีธีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ สำหรับนิตินทั้งหมด

4.4.1.1 การกำหนดขนาดความสูงเก้าอี้และความสูงแผ่นรองเขียนโดยวิธีวีธีความคลาดเคลื่อน

โปรแกรม MATLAB ถูกเลือกนำมาใช้ในการสร้างกราฟวงรีที่ล้อมรอบข้อมูลร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของข้อศอกกับความสูงขา พบขณะนั่งโดยใช้ทฤษฎี Error Ellipse โดยเลือกจากกลุ่มตัวอย่างนิตินทั้งหมดมา 30 กรณี ที่อยู่ใกล้

กับเส้นขอบของวงรีทั้งหมด นำมาวิเคราะห์หาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งของเก้าอี้ และความสูงของเก้าอี้ ที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด ถ้าขนาดของเก้าอี้ที่หามาได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมานี้ แสดงว่าขนาดของเก้าอี้ก็จะเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในวงรีนี้ด้วย ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างนิตินี้ทั้งหมดถูกสร้างวงรีล้อมรอบข้อมูลร้อยละ 90 แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิตินี้ทั้งหมดของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ

จากรูปที่ 4.2 เมื่อทำการกำหนดวงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิตินี้ทั้งหมด ซึ่งจากการกระจายตัวของข้อมูลทำให้ได้วงรีล้อมรอบร้อยละ 91.29 จากนั้นเลือกจากกลุ่มตัวอย่างนิตินี้ทั้งหมดมา 30 กรณี ที่อยู่ใกล้กับเส้นขอบของวงรีทั้งหมด นำมาวิเคราะห์หาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งของเก้าอี้ และความสูงของเก้าอี้ ที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด ซึ่งข้อมูลทั้งหมด 30 กรณีที่นำมาวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ขนาดความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด

กรณี	ความสูง	ความสูง	กรณี	ความสูงขา	ความสูง	กรณี	ความสูงขา	ความสูง
ศึกษา	ขาพับ (ซม.)	ข้อศอก (ซม.)	ศึกษา	พับ (ซม.)	ข้อศอก (ซม.)	ศึกษา	พับ (ซม.)	ข้อศอก (ซม.)
1	39	23.5	11	40.5	20.2	21	44.8	25.2
2	38.8	23.5	12	41	20.2	22	44.3	25.2
3	38.3	22.7	13	41.8	20.2	23	43.8	25.2
4	37.8	22.2	14	43	21	24	43	25
5	37.3	21.7	15	43.3	21.2	25	42.3	24.7
6	37.3	21.2	16	43.8	21.2	26	41.8	24.7
7	37.3	20.7	17	44.8	22.2	27	41.3	24.7
8	37.8	20.2	18	45.8	23.2	28	41	24.2
9	38.8	20.2	19	45.8	23.7	29	40.3	23.7
10	39.8	20.2	20	45.8	24.2	30	39.8	23.7

จากตารางที่ 4.4 ได้กลุ่มตัวอย่างจากวงรีล้อมรอบร้อยละ 91.29 ของความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด เมื่อนำค่าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 กรณี มาคัดเลือก โดยจะพิจารณาจากค่าร้อยละความเหมาะสมรวม ค่ามากที่สุดก่อน และพิจารณาเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าร้อยละความเหมาะสมรวมอยู่ใกล้ขอบเขตที่ยอมรับได้ ทั้งหมด 12 กรณีศึกษา มาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน

กรณี	ศึกษา	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																							
		การนั่ง					การยืน																		
		PH	SH	SHH	SDH	รวม	PH	SH	SHH	SDH	รวม														
1	39	37.24	60.20	39.80	0.00	23.50	56.00	25.91	91.79	0.00	8.21	51.99	16	43.8	41.71	58.96	0.75	40.30	21.20	58.20	23.94	84.83	15.17	0.00	44.78
2	38.8	37.05	50.00	50.00	0.00	23.50	57.20	26.00	91.54	0.00	8.46	41.79	17	44.8	42.64	41.79	0.25	57.96	22.20	59.70	24.98	93.53	4.48	1.99	37.56
3	38.3	36.59	43.53	56.47	0.00	22.70	56.70	25.22	97.26	0.25	2.49	41.04	18	45.8	43.57	33.08	66.92	0.00	23.20	59.20	25.87	92.54	0.00	7.46	33.08
4	37.8	36.12	33.33	66.67	0.00	22.20	55.20	24.65	92.04	7.71	0.25	32.84	19	45.8	43.57	33.08	66.92	0.00	23.70	62.20	26.55	78.86	0.00	21.14	32.09
5	37.3	35.66	29.10	70.90	0.00	21.70	51.20	23.89	84.83	15.17	0.00	29.10	20	45.8	43.57	33.08	66.92	0.00	24.20	61.20	26.94	68.66	0.00	31.34	30.35
6	37.3	35.66	29.10	70.90	0.00	21.20	55.20	23.72	84.83	15.17	0.00	29.10	21	44.8	42.64	41.79	0.25	57.96	25.20	65.20	28.17	35.82	0.00	64.18	24.63
7	37.3	35.66	29.10	70.90	0.00	20.70	55.70	23.30	78.36	21.64	0.00	28.61	22	44.3	42.17	50.25	0.25	49.50	25.20	63.20	28.02	38.56	0.00	61.44	28.86
8	37.8	36.12	33.33	66.67	0.00	20.20	55.20	22.80	65.42	34.58	0.00	29.85	23	43.8	41.71	58.96	0.75	40.30	25.20	65.20	28.17	35.82	0.00	64.18	29.85
9	38.8	37.05	50.00	50.00	0.00	20.20	51.70	22.54	55.72	44.28	0.00	35.57	24	43	40.96	68.91	1.99	29.10	25.00	59.00	27.52	53.48	0.00	46.52	44.78
10	39.8	37.98	74.88	24.88	0.25	20.20	56.20	22.87	65.42	34.58	0.00	56.22	25	42.3	40.31	77.61	3.23	19.15	24.70	63.20	27.55	50.75	0.00	49.25	43.78
11	40.5	38.64	78.61	18.91	2.49	20.20	52.00	22.56	55.72	44.28	0.00	49.25	26	41.8	39.85	80.60	5.72	13.68	24.70	59.70	27.30	59.70	0.00	40.30	50.50
12	41	39.1	82.34	12.19	5.47	20.20	53.00	22.63	55.72	44.28	0.00	48.26	27	41.3	39.38	83.33	9.20	7.46	24.70	61.70	27.44	55.72	0.00	44.28	45.52
13	41.8	39.85	80.60	5.72	13.68	20.20	54.70	22.76	65.42	34.58	0.00	51.74	28	41	39.10	82.34	12.19	5.47	24.20	57.00	26.63	77.11	0.00	22.89	63.68
14	43	40.96	68.91	1.99	29.10	21.00	57.00	23.67	78.61	21.39	0.00	49.25	29	40.3	38.45	78.36	19.15	2.49	23.70	60.20	26.41	81.84	0.00	18.16	62.44
15	43.3	41.24	67.41	0.75	31.84	21.20	59.20	24.02	85.57	14.43	0.00	53.73	30	39.8	37.98	74.88	24.88	0.25	23.70	59.70	26.37	85.08	0.00	14.93	60.45

หมายเหตุ: PH ความสูงของขาพับขณะนั่ง, SH ความสูงกึ่งข้อ

EHS ความสูงข้อศอกขณะนั่ง, SHH ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่งของเก้าอี้, SDH ความสูงของแผ่นรองเขยีน

เนื่องจากการวิเคราะห์ความไม่เหมาะสม ถ้าหากค่าขนาดมิติของแก๊วที่มีแผ่นรองเขียนด้านใดด้านหนึ่งมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าเพียงเล็กน้อยก็ถือว่าไม่เหมาะสมแล้ว ดังนั้น ในโครงการนี้จึงมีการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อหาระดับความไม่เหมาะสม โดยแบ่งระดับเป็นช่วงๆ คือ (0,1] (1,2] (2,3] (3,4] และ (4,∞) ในการพิจารณาเลือกกรณีศึกษาที่ดีที่สุด นอกจากเลือกพิจารณาความเหมาะสมรวมที่มีค่าสูงๆ และยังใช้หลักการที่ว่า ถ้าหากแก๊วที่สูงเกินไปส่งผลให้เกิดผลเสียน้อยกว่าแก๊วที่ต่ำเกินไปเนื่องจากการนั่งแก๊วที่ต่ำเกินไปจะส่งผลให้กระดูกสะโพกรับน้ำหนักมากเกินไปเกิดแรงกด และบีบอัดบริเวณสะโพก แต่ถ้าหากแก๊วที่สูงเกินไปจะเกิดแรงกดทับบริเวณเฉพาะต้นขาด้านล่างซึ่งอาจหลีกเลี่ยงได้ โดยการใส่รองเท้าที่มีสันสูงขึ้นหรือมีที่ปักเท้าให้อยู่ที่ระดับที่พอดี และหลักการที่ว่าแผ่นรองเขียนสูงเกินไปส่งผลเสียน้อยกว่า แผ่นรองเขียนต่ำเกินไปเนื่องจากส่งผลแก๊วที่มีแผ่นรองเขียนต่ำเกินไปจะทำให้ผู้ใช้งานต้องก้มคอ และหลังตลอดเวลาที่ใช้แผ่นรองเขียนซึ่งเกิดความเมื่อยล้าปวดเมื่อยบริเวณคอ และหลังช่วงบน แต่ถ้าหากแผ่นรองเขียนสูงเกินไปก็จะเกิดความเมื่อยล้าปวดเมื่อยบริเวณต้นแขนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้น ในกรณีที่มีความเหมาะสมรวมสูงใกล้เคียงกันกรณีศึกษาที่มีร้อยละความไม่เหมาะสมของแก๊วที่สูงเกินไปหรือของแผ่นรองเขียนที่สูงเกินไปจะถูกเลือก แสดงดังตารางที่ 4.6



ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 12 กรณี โดยใช้วิธีความคลาดเคลื่อน

		กรณีศึกษา											
		28	29	30	15	26	14	27	16	24	25	17	23
หมายเหตุรวม		256 (63.68)	251 (62.44)	243 (60.45)	216 (53.73)	203 (50.50)	198 (49.25)	183 (45.52)	180 (44.78)	180 (44.78)	176 (43.78)	151 (37.56)	120 (29.85)
ความสูงขาพับ (ชม.)	41	40.3	38.45	37.98	41.24	39.85	40.96	41.3	43.8	43	42.3	44.8	43.8
ความสูงท้าย (ชม.)	39.1	38.45	37.98	41.24	39.85	40.96	41.71	39.38	41.71	40.96	40.31	42.64	41.71
หมายเหตุ		331 (82.34)	315 (78.36)	301 (74.88)	271 (67.41)	324 (80.60)	277 (68.91)	335 (83.33)	237 (58.96)	277 (68.91)	312 (77.61)	168 (41.79)	237 (58.96)
ต่ำเกินไป		49 (12.19)	77 (19.15)	100 (24.88)	3 (0.75)	23 (5.72)	8 (1.99)	37 (9.20)	3 (0.75)	8 (1.99)	13 (3.23)	1 (0.25)	3 (0.75)
0-1 ชม.		35 (71.43)	42 (54.55)	51 (51.00)	2 (66.67)	15 (65.22)	7 (87.50)	24 (64.86)	3 (100.00)	7 (37.50)	10 (76.92)	1 (100.00)	3 (100.00)
1-2 ชม.		10 (20.41)	22 (28.57)	26 (26.00)	1 (33.33)	7 (30.43)	1 (12.50)	10 (27.03)	0 (0.00)	1 (12.50)	2 (15.38)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ชม.		3 (6.12)	10 (12.99)	19 (19.00)	0 (0.00)	1 (4.35)	0 (0.00)	2 (5.41)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (7.69)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ชม.		1 (2.04)	2 (2.60)	3 (3.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (2.70)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ชม.		0 (0.00)	1 (1.30)	1 (1.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.92	1.12	1.12	1.30	0.88	0.81	0.46	0.90	0.41	0.46	0.77	0.05	0.41
ค่าสูงสุด	3.59	4.24	4.71	4.71	1.45	2.84	1.73	3.31	0.98	1.73	2.38	0.05	0.98
สูงเกินไป		22 (5.47)	10 (2.49)	1 (0.25)	128 (31.84)	55 (13.68)	117 (29.10)	30 (7.46)	162 (40.30)	117 (29.10)	77 (19.15)	233 (57.96)	162 (40.30)
0-1 ชม.		21 (95.45)	10 (100.00)	1 (100.00)	51 (39.84)	33 (60.00)	62 (52.99)	20 (66.67)	53 (32.72)	62 (52.99)	47 (61.04)	71 (30.47)	53 (32.72)
1-2 ชม.		1 (4.55)	0 (0.00)	0 (0.00)	47 (36.72)	21 (38.18)	33 (28.21)	10 (33.33)	64 (39.51)	33 (28.21)	25 (32.47)	53 (22.75)	64 (39.51)
2-3 ชม.		0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	25 (19.53)	1 (1.82)	21 (17.95)	0 (0.00)	28 (17.28)	21 (17.95)	5 (6.49)	79 (33.91)	28 (17.28)
3-4 ชม.		0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (3.91)	0 (0.00)	1 (0.85)	0 (0.00)	16 (9.88)	1 (0.85)	0 (0.00)	20 (8.58)	16 (9.88)
>4 ชม.		0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.62)	0 (0.00)	0 (0.00)	10 (4.29)	1 (0.62)
ค่าเฉลี่ย	0.61	0.25	0.33	0.33	1.29	0.71	1.12	0.72	1.42	1.12	0.88	1.73	1.42
ค่าสูงสุด	1.45	0.80	0.33	0.33	3.59	2.20	3.31	1.73	4.06	3.31	2.66	4.99	4.06

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 12 กรณี โดยใช้วิธีการความคลาดเคลื่อน

	กรณี											
	28	29	30	15	14	27	16	24	25	17	23	
เหมาะสมรวม	256 (63.68)	251 (62.44)	243 (60.45)	216 (53.73)	203 (50.50)	183 (45.52)	180 (44.78)	180 (44.78)	176 (43.78)	151 (37.56)	120 (29.85)	
ความสูงข้อศอก (ชม.)	24.2	23.7	23.7	21.2	24.7	24.7	21.2	25	24.7	22.2	25.2	
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ชม.)	57	60.2	59.7	59.2	57	61.7	58.2	59	63.2	59.7	65.2	
ความสูงแผ่นรองเขยิบ (ชม.)	26.63	26.41	26.37	24.02	23.67	27.44	23.94	27.52	27.55	24.98	28.17	
เหมาะสม	310 (77.11)	329 (81.84)	342 (85.07)	344 (85.57)	240 (59.70)	224 (55.72)	341 (84.83)	215 (53.48)	204 (50.75)	376 (93.53)	144 (35.82)	
ต่ำเกินไป	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	58 (14.43)	0 (0.00)	86 (21.39)	0 (0.00)	61 (15.17)	0 (0.00)	18 (4.48)	0 (0.00)	
0-1 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	41 (70.69)	0 (0.00)	55 (63.95)	0 (0.00)	43 (70.49)	0 (0.00)	18 (100.00)	0 (0.00)	
1-2 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	17 (29.31)	0 (0.00)	30 (34.88)	0 (0.00)	18 (29.51)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
2-3 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (1.16)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
3-4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
>4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	0.67	0.66	0.00	0.00	0.24	0.00	
ค่าสูงสุด	0.00	0.00	0.00	1.68	0.00	2.03	1.76	0.00	0.00	0.72	0.00	
สูงเกินไป	92 (22.89)	73 (18.16)	60 (14.93)	0 (0.00)	162 (40.30)	0 (0.00)	178 (44.28)	0 (0.00)	187 (46.52)	198 (49.25)	8 (1.99)	
0-1 ชม.	69 (75.00)	57 (78.08)	46 (76.67)	0 (0.00)	111 (68.52)	0 (0.00)	105 (58.99)	0 (0.00)	107 (57.22)	113 (57.07)	8 (100.00)	
1-2 ชม.	22 (23.91)	16 (21.92)	14 (23.33)	0 (0.00)	39 (24.07)	0 (0.00)	56 (31.46)	0 (0.00)	60 (32.09)	63 (31.82)	0 (0.00)	
2-3 ชม.	1 (1.09)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	12 (7.41)	0 (0.00)	17 (9.55)	0 (0.00)	19 (10.16)	21 (10.61)	0 (0.00)	
3-4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.53)	1 (0.51)	0 (0.00)	10 (3.88)	
>4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
ค่าเฉลี่ย	0.65	0.57	0.64	0.00	0.50	0.95	0.00	0.98	0.96	0.24	1.30	
ค่าสูงสุด	2.12	1.90	1.86	0.00	2.79	2.93	0.00	3.01	3.04	0.47	3.66	

หมายเหตุ: ตัวเลขร้อยละที่อยู่ในวงเล็บของช่วงต่างๆ คือ จำนวนร้อยละความไม่เหมาะสมเมื่อเทียบกับจำนวนที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป

จากตารางที่ 4.6 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างชนิดทั้งหมด 12 กรณีศึกษา มาทำการวิเคราะห์เชิงลึก เมื่อพิจารณาที่ร้อยละความเหมาะสมรวมมากที่สุด พบว่ากรณีศึกษาที่ 28 และกรณีศึกษาที่ 29 มีร้อยละความเหมาะสมรวมที่มากที่สุดสองกรณีนี้จึงจะถูกนำมาพิจารณา แต่เมื่อพิจารณาที่ความสูงของเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป กรณีศึกษาที่ 29 มีจำนวนที่เก้าอี้ต่ำเกินไปสูงถึง 77 คน (ร้อยละ 19.15) กรณีศึกษาที่ 28 ก็เช่นกัน มีจำนวนที่เก้าอี้ต่ำเกินไปสูงถึง 49 คน (ร้อยละ 12.19) การนั่งเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปจะทำให้กระดูกสะโพกรับน้ำหนักมากเกินไป เกิดแรงกด และการบีบอัดบริเวณนี้ ถึงแม้ว่า กรณีศึกษาที่ 15 มีความเหมาะสมร่นน้อยกว่ากรณีศึกษาที่ 28 ประมาณ ร้อยละ 10 แต่มีจำนวนที่เก้าอี้ต่ำเกินไปเพียง 3 คน (ร้อยละ 0.75) ก็ไม่ถือว่าเป็นกรณีศึกษาที่ดีที่สุด เพราะว่าถ้าพิจารณาจำนวนที่แผ่นรองเขียนต่ำเกินไป กรณีศึกษาที่ 15 มีสูงถึง 58 คน (ร้อยละ 14.43) แต่กรณีศึกษาที่ 28 ไม่มีเลย ทั้งนี้ระหว่างเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป และแผ่นรองเขียนที่ต่ำเกินไป แผ่นรองเขียนที่ต่ำเกินไปส่งผลความเมื่อยล้ามากกว่าเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป เพราะผู้ใช้งานต้องก้มในขณะที่ใช้งาน ทำให้ปวดเมื่อยคอ บ่า ไหล่ และหลัง ดังนั้น กรณีศึกษาที่ 28 จึงถูกเลือกให้เป็นกรณีศึกษาที่ดีที่สุด ถึงแม้จำนวนเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป 49 คน แต่ 35 คน เก้าอี้มีระดับต่ำเกินไปอยู่ช่วง 0-1 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าน้อยมากๆ

4.4.1.2 การกำหนดขนาดความสูงของเก้าอี้และความสูงแผ่นรองเขียนโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

การผลิตโต๊ะเก้าอี้เพื่อสามารถใช้กับคนส่วนใหญ่จะใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของสัดส่วนด้านความยาวประชากรในการกำหนดขนาด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีความไม่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานสูง ดังนั้น ในโครงการนี้ นอกจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของสัดส่วน เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50, 75 และ 90 ถูกทำการศึกษาด้วย ซึ่งสัดส่วนที่ใช้ในการกำหนดขนาดของความสูงเก้าอี้ และความสูงของแผ่นรองเขียน คือ ความสูงของขาพับ ความสูงของข้อศอกจากพื้นที่นั่ง และความสูงไหล่ขณะนั่ง ในการพิจารณานั้น แทนที่จะพิจารณาเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวสำหรับทุกสัดส่วน การผสมเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆของสัดส่วนต่างๆถูกนำศึกษา เพื่อหาค่าผสมที่ให้ความเหมาะสมรวมสูงสุด การผสมของเปอร์เซ็นต์ไทล์มีทั้งหมด $4 \times 4 \times 4 = 64$ กรณีศึกษา และค่าสัดส่วนในแต่ละกรณีศึกษาถูกนำเสนอแสดงดังตารางที่ 4.7 และแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงคอขณะนั่งของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด

No.	Percentile	PH	Percentile	SHH	Percentile	ESH	No.	Percentile	PH	Percentile	SHH	Percentile	ESH	No.	Percentile	PH	Percentile	SHH	Percentile	ESH							
1	50	41.7	50	58.2	50	22.2	17	75	42.8	50	58.2	50	22.2	33	90	44.3	50	58.2	50	22.2	49	95	45.3	50	58.2	50	22.2
2	50	41.7	50	58.2	75	23.2	18	75	42.8	50	58.2	75	23.2	34	90	44.3	50	58.2	75	23.2	50	95	45.3	50	58.2	75	23.2
3	50	41.7	50	58.2	90	24.2	19	75	42.8	50	58.2	90	24.2	35	90	44.3	50	58.2	90	24.2	51	95	45.3	50	58.2	90	24.2
4	50	41.7	50	58.2	95	24.7	20	75	42.8	50	58.2	95	24.7	36	90	44.3	50	58.2	95	24.7	52	95	45.3	50	58.2	95	24.7
5	50	41.7	75	60.2	50	22.2	21	75	42.8	75	60.2	50	22.2	37	90	44.3	75	60.2	50	22.2	53	95	45.3	75	60.2	50	22.2
6	50	41.7	75	60.2	75	23.2	22	75	42.8	75	60.2	75	23.2	38	90	44.3	75	60.2	75	23.2	54	95	45.3	75	60.2	75	23.2
7	50	41.7	75	60.2	90	24.2	23	75	42.8	75	60.2	90	24.2	39	90	44.3	75	60.2	90	24.2	55	95	45.3	75	60.2	90	24.2
8	50	41.7	75	60.2	95	24.7	24	75	42.8	75	60.2	95	24.7	40	90	44.3	75	60.2	95	24.7	56	95	45.3	75	60.2	95	24.7
9	50	41.7	90	61.7	50	22.2	25	75	42.8	90	61.7	50	22.2	41	90	44.3	90	61.7	50	22.2	57	95	45.3	90	61.7	50	22.2
10	50	41.7	90	61.7	75	23.2	26	75	42.8	90	61.7	75	23.2	42	90	44.3	90	61.7	75	23.2	58	95	45.3	90	61.7	75	23.2
11	50	41.7	90	61.7	90	24.2	27	75	42.8	90	61.7	90	24.2	43	90	44.3	90	61.7	90	24.2	59	95	45.3	90	61.7	90	24.2
12	50	41.7	90	61.7	95	24.7	28	75	42.8	90	61.7	95	24.7	44	90	44.3	90	61.7	95	24.7	60	95	45.3	90	61.7	95	24.7
13	50	41.7	95	63.2	50	22.2	29	75	42.8	95	63.2	50	22.2	45	90	44.3	95	63.2	50	22.2	61	95	45.3	95	63.2	50	22.2
14	50	41.7	95	63.2	75	23.2	30	75	42.8	95	63.2	75	23.2	46	90	44.3	95	63.2	75	23.2	62	95	45.3	95	63.2	75	23.2
15	50	41.7	95	63.2	90	24.2	31	75	42.8	95	63.2	90	24.2	47	90	44.3	95	63.2	90	24.2	63	95	45.3	95	63.2	90	24.2
16	50	41.7	95	63.2	95	24.7	32	75	42.8	95	63.2	95	24.7	48	90	44.3	95	63.2	95	24.7	64	95	45.3	95	63.2	95	24.7

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับ และความสูงข้อต่อขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมดที่ใช้วิธีเบอร์เซ็นต์เทล์

กรณี	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)										การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)														
	กรณี					กรณี					กรณี					กรณี									
	PH	SH	เหมาะ	ไม่เหมาะสม	รวม	PH	SH	เหมาะ	ไม่เหมาะสม	รวม	PH	SH	เหมาะ	ไม่เหมาะสม	รวม	PH	SH	เหมาะ	ไม่เหมาะสม	รวม					
1	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	22.2	58.2	24.87	93.78	4.48	1.74	80.6	17	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	22.2	58.2	24.87	93.78	4.48	1.74	67.41
2	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	23.2	58.2	25.8	93.03	0	6.97	78.86	18	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	23.2	58.2	25.8	93.03	0	6.97	69.65
3	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	24.2	58.2	26.72	75.12	0	24.88	63.93	19	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	24.2	58.2	26.72	75.12	0	24.88	58.46
4	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	24.7	58.2	27.18	62.19	0	37.81	51.99	20	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	24.7	58.2	27.18	62.19	0	37.81	49.5
5	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	22.2	60.2	25.02	93.78	4.23	1.99	80.6	21	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	22.2	60.2	25.02	93.78	4.23	1.99	67.41
6	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	23.2	60.2	25.94	91.54	0	8.46	78.11	22	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	23.2	60.2	25.94	91.54	0	8.46	69.15
7	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	24.2	60.2	26.87	70.9	0	29.1	59.95	23	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	24.2	60.2	26.87	70.9	0	29.1	55.47
8	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	24.7	60.2	27.33	58.71	0	41.29	50	24	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	24.7	60.2	27.33	58.71	0	41.29	48.26
9	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	22.2	61.7	25.13	93.28	4.23	2.49	80.35	25	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	22.2	61.7	25.13	93.28	4.23	2.49	67.16
10	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	23.2	61.7	26.05	91.54	0	8.46	78.11	26	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	23.2	61.7	26.05	91.54	0	8.46	69.15
11	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	24.2	61.7	26.98	67.16	0	32.84	56.22	27	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	24.2	61.7	26.98	67.16	0	32.84	52.49
12	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	24.7	61.7	27.44	55.72	0	44.28	47.01	28	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	24.7	61.7	27.44	55.72	0	44.28	46.02
13	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	22.2	63.2	25.24	96.77	0.25	2.98	81.59	29	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	22.2	63.2	25.24	96.77	0.25	2.98	70.15
14	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	23.2	63.2	26.17	89.05	0	10.95	76.12	30	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	23.2	63.2	26.17	89.05	0	10.95	67.66
15	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	24.2	63.2	27.09	64.18	0	35.82	53.73	31	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	24.2	63.2	27.09	64.18	0	35.82	50.75
16	41.65	39.71	82.59	6.22	11.19	24.7	63.2	27.55	50.75	0	49.25	42.29	32	42.8	40.78	70.9	1.99	27.11	24.7	63.2	27.55	50.75	0	49.25	42.79

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมดโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

กรณี	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																								
	กรณี							การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																	
	PH	SH	ไม่เหมาะสม		เหมาะสม		รวม	ศึกษา	PH	SH	ไม่เหมาะสม		เหมาะสม		รวม										
		ต่ำ	สูง	ต่ำ	สูง					ต่ำ	สูง	ต่ำ	สูง												
33	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	22.2	58.2	24.87	93.78	4.48	1.74	46.02	49	45.3	43.11	39.8	0	60.2	22.2	58.2	24.87	93.8	4.48	1.74	35.32
34	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	23.2	58.2	25.8	93.03	0	6.97	50	50	45.3	43.11	39.8	0	60.2	23.2	58.2	25.8	93	0	6.97	39.8
35	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	24.2	58.2	26.72	75.12	0	24.88	44.03	51	45.3	43.11	39.8	0	60.2	24.2	58.2	26.72	75.1	0	24.88	36.82
36	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	24.7	58.2	27.18	62.19	0	37.81	39.3	52	45.3	43.11	39.8	0	60.2	24.7	58.2	27.18	62.2	0	37.81	33.58
37	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	22.2	60.2	25.02	93.78	4.23	1.99	46.27	53	45.3	43.11	39.8	0	60.2	22.2	60.2	25.02	93.8	4.23	1.99	35.57
38	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	23.2	60.2	25.94	91.54	0	8.46	50	54	45.3	43.11	39.8	0	60.2	23.2	60.2	25.94	91.5	0	8.46	39.8
39	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	24.2	60.2	26.87	70.9	0	29.1	42.54	55	45.3	43.11	39.8	0	60.2	24.2	60.2	26.87	70.9	0	29.1	35.82
40	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	24.7	60.2	27.33	58.71	0	41.29	39.05	56	45.3	43.11	39.8	0	60.2	24.7	60.2	27.33	58.7	0	41.29	33.58
41	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	22.2	61.7	25.13	93.28	4.23	2.49	46.27	57	45.3	43.11	39.8	0	60.2	22.2	61.7	25.13	93.3	4.23	2.49	35.57
42	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	23.2	61.7	26.05	91.54	0	8.46	50	58	45.3	43.11	39.8	0	60.2	23.2	61.7	26.05	91.5	0	8.46	39.8
43	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	24.2	61.7	26.98	67.16	0	32.84	41.04	59	45.3	43.11	39.8	0	60.2	24.2	61.7	26.98	67.2	0	32.84	34.83
44	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	24.7	61.7	27.44	55.72	0	44.28	37.31	60	45.3	43.11	39.8	0	60.2	24.7	61.7	27.44	55.7	0	44.28	32.09
45	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	22.2	63.2	25.24	96.77	0.25	2.98	50	61	45.3	43.11	39.8	0	60.2	22.2	63.2	25.24	96.8	0.25	2.98	39.55
46	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	23.2	63.2	26.17	89.05	0	10.95	49.25	62	45.3	43.11	39.8	0	60.2	23.2	63.2	26.17	89.1	0	10.95	39.55
47	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	24.2	63.2	27.09	64.18	0	35.82	40.05	63	45.3	43.11	39.8	0	60.2	24.2	63.2	27.09	64.2	0	35.82	34.08
48	44.3	42.17	50.3	0.25	49.5	24.7	63.2	27.55	50.75	0	49.25	35.57	64	45.3	43.11	39.8	0	60.2	24.7	63.2	27.55	50.8	0	49.25	30.85

จากตารางที่ 4.7 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของความสูงขาพับ ความสูงข้อศอก และความสูงไหล่ขณะนั่งของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด ถูกนำมากำหนดความสูงเก้าอี้ และความสูงของแผ่นรองเขียน จากนั้นนำมาทำการตรวจสอบหาความไม่เหมาะสมเพื่อหาความเหมาะสมรวมของแต่ละกรณีศึกษา โดยจะทำการตรวจสอบจากอสมการความสูงของเก้าอี้ จากอสมการ (4.1) และความสูงของแผ่นรองเขียน จากอสมการที่ (4.2) ซึ่งตารางที่ 4.8 แสดงความเหมาะสมรวมในแต่ละกรณีศึกษา จากนั้นพิจารณากรณีศึกษาที่มีความเหมาะสมรวมที่สูงมาๆ มาทั้งหมด 12 กรณีศึกษา แสดงดังตารางที่ 4.9 แล้วนำมาวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 แสดงการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณีศึกษา โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

กรณีศึกษา	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงขาพับ (ซม.)	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงข้อศอก (ซม.)	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)
13	50	41.65	50	22.2	95	63.2
5	50	41.65	50	22.2	75	60.2
9	50	41.65	50	22.2	90	61.7
2	50	41.65	75	23.2	50	58.2
6	50	41.65	75	23.2	75	60.2
14	50	41.65	75	23.2	95	63.2
29	75	42.8	50	22.2	95	63.2
18	75	42.8	75	23.2	50	58.2
22	75	42.8	75	23.2	75	60.2
30	75	42.8	75	23.2	95	63.2
17	75	42.8	50	22.2	50	58.2
25	75	42.8	50	22.2	90	61.7

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณี โดยใช้วิธีเบอร์เซ็นติเกิ้ล

	13	5	9	2	6	14	18	22	30	17	25
เฉพาะสมรวม	328 (81.59)	324 (80.60)	323 (80.35)	317 (78.86)	314 (78.11)	306 (76.12)	282 (70.15)	278 (69.15)	272 (67.66)	271 (67.41)	270 (67.16)
ความสูงขาพับ (ซม.)	41.65	41.65	41.65	41.65	41.65	41.65	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8
ความสูงแกว้ (ซม.)	39.71	39.71	39.71	39.71	39.71	39.71	40.78	40.78	40.78	40.78	40.78
เฉพาะสม	332 (82.59)	332 (82.59)	332 (82.59)	332 (82.59)	332 (82.59)	332 (82.59)	285 (70.90)	285 (70.90)	285 (70.90)	285 (70.90)	285 (70.90)
ต่ำเกินไป	25 (6.22)	25 (6.22)	25 (6.22)	25 (6.22)	25 (6.22)	25 (6.22)	8 (1.99)	8 (8.00)	8 (0.00)	8 (0.00)	8 (0.00)
0-1 ซม.	17 (68.00)	17 (68.00)	17 (68.00)	17 (68.00)	17 (68.00)	17 (68.00)	5 (62.50)	5 (62.50)	5 (0.00)	5 (0.00)	5 (0.00)
1-2 ซม.	5 (20.00)	5 (20.00)	5 (20.00)	5 (20.00)	5 (20.00)	5 (20.00)	3 (37.50)	3 (0.00)	3 (0.00)	3 (0.00)	3 (0.00)
2-3 ซม.	3 (12.00)	3 (12.00)	3 (12.00)	3 (12.00)	3 (12.00)	3 (12.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
ค่าสูงสุด	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
สูงเกินไป	45 (11.19)	45 (11.19)	45 (11.19)	45 (0.00)	45 (11.19)	45 (11.19)	109 (0.00)	109 (27.11)	109 (27.11)	109 (27.11)	109 (27.11)
0-1 ซม.	28 (62.22)	28 (62.22)	28 (62.22)	5 (4.59)	28 (62.22)	28 (62.22)	64 (58.72)	64 (58.72)	64 (58.72)	64 (58.72)	64 (58.72)
1-2 ซม.	16 (35.56)	16 (35.56)	3 (2.75)	3 (2.75)	16 (35.56)	16 (14.68)	28 (25.69)	28 (25.69)	28 (25.69)	28 (25.69)	28 (25.69)
2-3 ซม.	1 (2.22)	1 (2.22)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (2.22)	1 (0.92)	16 (14.68)	16 (14.68)	16 (14.68)	16 (14.68)	16 (14.68)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.92)	1 (0.92)	1 (0.92)	1 (0.92)	1 (0.92)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.72	0.72	0.72	0.64	0.72	0.72	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
ค่าสูงสุด	2.06	2.06	2.06	1.91	2.06	2.06	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13

ตารางที่ 4.10 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิติทั้งหมด 12 กรณี โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

	13	5	9	2	6	14	29	18	22	30	17	25
กรณีศึกษา												
เหมาะสมรวม	328 (81.59)	324 (80.60)	323 (80.35)	317 (78.86)	314 (78.11)	306 (76.12)	282 (70.15)	280 (69.65)	278 (69.15)	272 (67.66)	271 (67.41)	270 (67.16)
ความสูงข้อออก (ชม.)	22.2	22.2	22.2	23.2	23.2	23.2	22.2	23.2	23.2	23.2	22.2	22.2
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ชม.)	63.2	60.2	61.7	58.2	60.2	63.2	63.2	58.2	60.2	63.2	58.2	61.7
ความสูงหน้ารองเขิน (ชม.)	25.24	25.02	25.13	25.8	25.94	26.17	25.24	25.8	25.94	26.17	24.87	25.13
เหมาะสม	389 (96.77)	377 (93.78)	375 (93.28)	374 (95.03)	368 (91.54)	358 (89.05)	389 (96.77)	374 (95.03)	368 (91.54)	358 (89.05)	377 (93.78)	375 (93.28)
ต่ำเกินไป	1 (0.25)	17 (4.23)	17 (4.23)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.25)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	18 (4.48)	17 (4.23)
0-1 ชม.	1 (100.00)	17 (100.00)	17 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	18 (100.00)	17 (100.00)
1-2 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.46	0.21	0.10	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.35	0.10
ค่าสูงสุด	0.46	0.68	0.57	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.83	0.57
สูงเกินไป												
0-1 ชม.	12 (2.98)	8 (1.99)	10 (2.49)	28 (6.97)	34 (8.46)	44 (10.95)	12 (2.98)	28 (6.97)	34 (8.46)	44 (10.95)	7 (1.74)	10 (2.49)
1-2 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (1.86)	8 (2.53)	10 (2.73)	0 (0.00)	5 (1.86)	8 (2.53)	10 (2.73)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.36	0.28	0.32	0.55	0.58	0.65	0.36	0.55	0.58	0.65	0.15	0.32
ค่าสูงสุด	0.73	0.51	0.62	1.29	1.43	1.66	0.73	1.29	1.43	1.66	0.36	0.62

จากตารางที่ 4.10 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณีศึกษา มาทำการวิเคราะห์ เมื่อพิจารณาร้อยละความเหมาะสมรวมที่มากที่สุดแล้ว พบว่ากรณีศึกษาที่ 13 และกรณีศึกษาที่ 1 มีร้อยละความเหมาะสมรวมที่มากที่สุดสองอันดับแรก สองกรณีนี้จึงถูกนำมาพิจารณา เมื่อพิจารณาที่ความสูงของเก้าอี้ที่มีค่าเท่ากันจึงทำให้มีร้อยละความไม่เหมาะสมเท่ากัน ดังนั้นจึงเลือกพิจารณาที่ความสูงของแผ่นรองเขียนที่ต่ำเกินไป กรณีศึกษาที่ 1 มีจำนวนที่ความสูงของแผ่นรองเขียนต่ำเกินไปสูงถึง 17 คน (ร้อยละ 4.23) แต่กรณีศึกษาที่ 13 มีจำนวนที่ความสูงของแผ่นรองเขียนต่ำเกินไปเพียง 1 คน (ร้อยละ 0.25) และต่ำเกินไปอยู่ในช่วง 0-1 เซนติเมตร ซึ่งน้อยมากๆ ทั้งนี้จึงเลือกกรณีศึกษาที่ 13 เป็นกรณีศึกษาที่ดีที่สุด เพราะแผ่นรองเขียนที่ต่ำเกินไปส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้ามากกว่าแผ่นรองเขียนที่สูงเกินไป เนื่องจากผู้ใช้งานต้องก้มในขณะที่ใช้งานทำให้ปวดเมื่อยคอ บ่า ไหล่ และหลัง



4.4.1.3 ผลการเปรียบเทียบขนาดของความเสี่ยงแก้อื้อและขนาดความเสี่ยงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ระหว่างวิธีวงรีความคลาดเคลื่อนกับวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

ทำการเลือกขนาดที่ดีที่สุดของแต่ละวิธีมาทำการเปรียบเทียบเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้กำหนดขนาดแก้อื้อที่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบวิธีวงรีความคลาดเคลื่อนกับวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

	วงรีความคลาดเคลื่อน		เปอร์เซ็นต์ไทล์	
	กรณีศึกษาที่ 28		กรณีศึกษาที่ 13	
เหมาะสมรวม	256	(63.68)	328	(81.59)
ความสูงขาพับ (ซม.)	41		41.65	
ความสูงแก้อื้อ (ซม.)	39.1		39.71	
เหมาะสม	331	(82.34)	332	(82.59)
ต่ำเกินไป	49	(12.19)	25	(6.22)
0-1 ซม.	35	(71.43)	17	(68.00)
1-2 ซม.	10	(20.41)	5	(20.00)
2-3 ซม.	3	(6.12)	3	(12.00)
3-4 ซม.	1	(2.04)	0	(0.00)
>4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.92		0.88	
ค่าสูงสุด	3.59		2.98	
สูงเกินไป	22	(5.47)	45	(11.19)
0-1 ซม.	21	(95.45)	28	(62.22)
1-2 ซม.	1	(4.55)	16	(35.56)
2-3 ซม.	0	(0.00)	1	(2.22)
3-4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)
>4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.61		0.72	
ค่าสูงสุด	1.45		2.06	

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) การเปรียบเทียบวิธีวงรีความคลาดเคลื่อนกับวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

	วงรีความคลาดเคลื่อน		เปอร์เซ็นต์ไทล์	
	กรณีศึกษาที่ 28		กรณีศึกษาที่ 13	
เหมาะสมรวม	256	(63.68)	328	(81.59)
ความสูงข้อศอก (ชม.)	24.2		22.2	
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ชม.)	57		63.2	
ความสูงแผ่นรองเขียน (ชม.)	26.63		25.24	
เหมาะสม	310	(77.11)	389	(96.77)
ต่ำเกินไป	0	(0.00)	1	(0.25)
0-1 ชม.	0	(0.00)	1	(100.00)
1-2 ชม.	0	(0.00)	0	(0.00)
2-3 ชม.	0	(0.00)	0	(0.00)
3-4 ชม.	0	(0.00)	0	(0.00)
>4 ชม.	0	(0.00)	0	(0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.00		0.46	
ค่าสูงสุด	0.00		0.46	
สูงเกินไป	92	(22.89)	12	(2.98)
0-1 ชม.	69	(75.00)	12	(100.00)
1-2 ชม.	22	(23.91)	0	(0.00)
2-3 ชม.	1	(1.09)	0	(0.00)
3-4 ชม.	0	(0.00)	0	(0.00)
>4 ชม.	0	(0.00)	0	(0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.65		0.36	
ค่าสูงสุด	2.12		0.73	

จากตารางที่ 4.11 เมื่อพิจารณาที่ร้อยละความเหมาะสมรวมวงรีความคลาดเคลื่อนกับวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ เท่ากับ ร้อยละ 63.68 และร้อยละ 81.59 ตามลำดับ จะเห็นว่า การใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์มีร้อยละความเหมาะสมรวมที่มากกว่า เหตุที่ทำให้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ดีกว่า น่าจะเป็นเพราะว่าข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งหากกำหนดขนาดโดยใช้ค่าเฉลี่ยน่าจะส่งผลให้ความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งกรณีศึกษาที่ 13 ของวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ได้มาจากค่า เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของความสูงขาพับ และความสูงข้อศอก และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความสูงไหล่ขณะนั่ง (กรณีศึกษาที่ 1 ของวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ได้มาจากค่า เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของทุกค่า มีความเหมาะสมรวมใกล้เคียงกับกรณีศึกษาที่ 13) เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของการแจกแจงแบบปกติมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ย แต่สำหรับวิธีวงรีความคลาดเคลื่อนจะใช้ได้ดีก็ต่อเมื่อกลุ่มตัวอย่างมี

การกระจายตัวแบบไม่เป็นปกติหรือข้อมูลเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง (Evans, W. A., Courtney, A. J., and Fok, K. F., 1988)

4.4.2 การกำหนดขนาดความสูงของแก้อีและความสูงแผ่นรองเขียนโดยการแบ่งออกเป็น 2 ขนาด

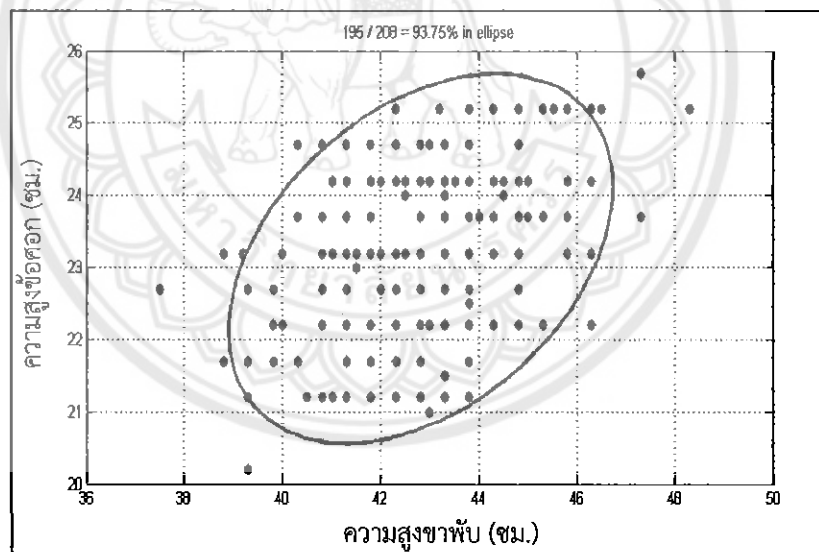
หากต้องการหาขนาดที่เหมาะสม 2 ขนาด สามารถแบ่งกลุ่มได้ 2 วิธี คือ แบ่งเป็นขนาดสำหรับเพศชาย และขนาดสำหรับเพศหญิง หรือไม่ก็แบ่งขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ โดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

4.4.2.1 การแบ่งขนาดสำหรับเพศชาย และขนาดสำหรับเพศหญิง

วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ในถูกนำมาใช้ในการกำหนดขนาดความสูงแก้อีและความสูงแผ่นรองเขียน ได้ดังต่อไปนี้

ก. การกำหนดขนาดความสูงแก้อีและความสูงแผ่นรองเขียนโดยวิธีวงรีความคลาดเคลื่อน

ก.1 ขนาดสำหรับเพศชาย แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ

จากรูปที่ 4.3 เมื่อทำการกำหนดวงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย ซึ่งจากการกระจายตัวของข้อมูลทำให้ได้วงรีล้อมรอบร้อยละ 93.75 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย จากนั้นเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมดมา 30 กรณี ที่อยู่บริเวณใกล้กับเส้นขอบของวงรีทั้งหมด นำมาวิเคราะห์หาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งของแก้อี และความสูงของแก้อี ที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด ซึ่งข้อมูลทั้งหมด 30 กรณีที่นำมาวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ขนาดความสูงขาพับและความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย
โดยใช้วงรีความคลาดเคลื่อน

กรณี	ความสูง	ความสูง	กรณี	ความสูงขา	ความสูง	กรณี	ความสูงขา	ความสูง
ศึกษา	ขาพับ (ซม.)	ข้อศอก (ซม.)	ศึกษา	พับ (ซม.)	ข้อศอก (ซม.)	ศึกษา	พับ (ซม.)	ข้อศอก (ซม.)
1	39.2	23.2	11	43.8	21.2	21	45.8	25.2
2	40.0	23.2	12	43.8	21.7	22	45.3	25.2
3	39.3	22.7	13	44.8	22.2	23	44.8	25.2
4	39.8	22.2	14	45.3	22.2	24	44.3	25.2
5	39.3	21.7	15	44.8	22.7	25	43.2	25.2
6	39.3	21.2	16	45.8	23.2	26	42.3	25.2
7	40.5	21.2	17	46.3	23.2	27	41.8	24.7
8	41.3	21.2	18	45.8	23.7	28	41.3	24.7
9	42.3	21.2	19	46.3	24.2	29	41.0	24.2
10	43.0	21	20	46.3	25.2	30	40.3	23.7

จากตารางที่ 4.12 ได้กลุ่มตัวอย่างจากวงรีล้อมรอบร้อยละ 93.75 ของความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย เพื่อนำค่าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 กรณี มาตรวจสอบหาความไม่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้ และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง โดยพิจารณาจากค่าร้อยละความเหมาะสมรวมค่ามากที่สุดก่อน และพิจารณาเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าร้อยละความเหมาะสมในแต่ละด้านหรือมีค่าที่อยู่ใกล้ขอบเขตที่ยอมรับได้ ทั้งหมด 12 กรณีศึกษา มาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย แสดงดังตารางที่ 4.13 และการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับและความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน

กรณี	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																								
	กรณี					กรณี					กรณี														
	ศึกษา	PH	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ศึกษา	PH	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ศึกษา	PH	SH	SDH	EHS	SHH	SDH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	รวม					
1	39.2	37.43	35.58	64.42	0	23.2	61	26	99.52	0	0.48	35.1	16	45.8	43.57	55.77	0	44.23	23.2	59.2	25.87	99.52	0	0.48	55.77
2	40	38.17	56.73	43.27	0	23.2	58	25.78	99.52	0	0.48	56.25	17	46.3	44.04	42.79	0	57.21	23.2	61.2	26.02	99.52	0	0.48	42.79
3	39.3	37.52	42.31	57.69	0	22.7	59.7	25.44	99.04	0.48	0.48	41.83	18	45.8	43.57	55.77	0	44.23	23.7	62.2	26.55	95.19	0	4.81	54.81
4	39.8	37.98	54.81	45.19	0	22.2	57.7	24.83	91.83	8.17	0	53.85	19	46.3	44.04	42.79	0	57.21	24.2	63.7	27.13	83.65	0	16.35	40.38
5	39.3	37.52	42.31	57.69	0	21.7	56.7	24.3	85.58	14.42	0	38.46	20	46.3	44.04	42.79	0	57.21	25.2	64.2	28.09	62.5	0	37.5	33.17
6	39.3	37.52	42.31	57.69	0	21.2	55.2	23.72	71.63	28.37	0	35.1	21	45.8	43.57	55.77	0	44.23	25.2	58.7	27.68	72.6	0	27.4	45.67
7	40.5	38.64	63.94	35.58	0.48	21.2	57	23.85	71.63	28.37	0	49.52	22	45.3	43.11	64.42	0	35.58	25.2	62.7	27.98	65.38	0	34.62	47.12
8	41.3	39.38	81.73	17.79	0.48	21.2	60.2	24.09	73.08	26.92	0	63.94	23	44.8	42.64	66.83	0.48	32.69	25.2	65.2	28.17	61.54	0	38.46	46.15
9	42.3	40.31	89.9	6.25	3.85	21.2	57.7	23.91	71.63	28.37	0	65.38	24	44.3	42.17	74.04	0.48	25.48	25.2	63.2	28.02	65.38	0	34.62	52.4
10	43	40.96	89.42	3.85	6.73	21	57	23.67	61.06	38.94	0	53.37	25	43.2	41.15	89.42	1.44	9.14	25.2	62.2	27.94	66.83	0	33.17	62.02
11	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	21.2	58.2	23.94	71.63	28.37	0	56.73	26	42.3	40.31	89.9	6.25	3.85	25.2	64.7	28.13	61.54	0	38.46	54.33
12	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	21.7	61.2	24.63	85.58	14.42	0	70.67	27	41.8	39.85	87.5	11.06	1.44	24.7	59.7	27.3	82.69	0	17.31	70.67
13	44.8	42.64	66.83	0.48	32.69	22.2	59.7	24.98	91.83	8.17	0	59.13	28	41.3	39.38	81.73	17.79	0.48	24.7	61.7	27.44	81.25	0	18.75	62.98
14	45.3	43.11	64.42	0	35.58	22.2	60.7	25.05	91.83	8.17	0	56.25	29	41	39.1	76.44	23.08	0.48	24.2	57	26.63	94.23	0	5.77	70.67
15	44.8	42.64	66.83	0.48	32.69	22.7	60.7	25.52	99.04	0.48	0.48	66.35	30	40.3	38.45	63.46	36.06	0.48	23.7	60.2	26.41	96.15	0	3.85	59.62

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของนิสิตชาย 12 กรม โดยใช้วิธีความคลาดเคลื่อน

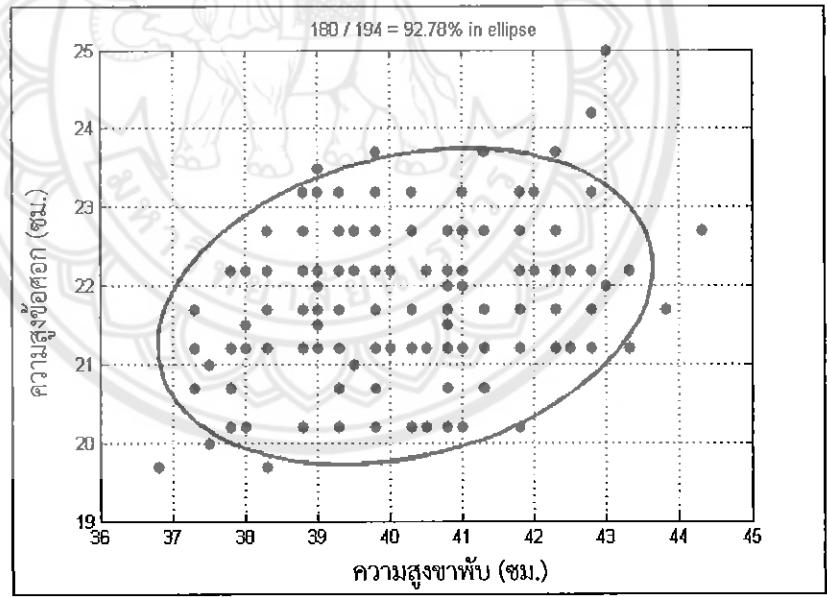
		กรณีศึกษา											
		12	27	15	28	25	13	14	16	24	26	22	23
เหมาะสมรวม	147 (70.67)	147 (70.67)	138 (66.35)	131 (62.98)	129 (62.02)	123 (59.13)	117 (56.25)	116 (55.77)	113 (54.33)	109 (52.40)	98 (47.12)	102 (49.04)	
ความสูงขาพับ (ชม.)	43.8	41.8	44.8	41.3	43.2	44.8	45.3	45.8	42.3	44.3	45.3	44.8	
ความสูงเข่า (ชม.)	41.71	39.85	42.64	39.38	41.15	42.64	43.11	43.57	40.31	42.17	43.11	42.64	
เหมาะสม	173 (83.17)	182 (87.50)	139 (66.83)	170 (81.73)	186 (89.42)	139 (66.83)	134 (64.42)	116 (55.77)	187 (89.90)	154 (74.04)	134 (64.42)	139 (66.83)	
ต่ำเกินไป	3 (1.44)	23 (11.06)	1 (0.48)	37 (17.79)	3 (1.44)	1 (0.48)	0 (0.00)	0 (0.00)	13 (6.25)	1 (0.48)	0 (0.00)	1 (0.48)	
0-1 ชม.	3 (100.00)	15 (65.22)	1 (100.00)	24 (64.86)	2 (66.67)	1 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	10 (76.92)	1 (100.00)	0 (0.00)	1 (100.00)	
1-2 ชม.	0 (0.00)	7 (30.43)	0 (0.00)	10 (27.03)	1 (33.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
2-3 ชม.	0 (0.00)	1 (4.35)	0 (0.00)	2 (5.41)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
3-4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (2.70)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
>4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
ค่าเฉลี่ย	0.41	0.81	0.05	0.90	0.97	0.05	0.00	0.00	0.77	0.52	0.00	0.05	
ค่าสูงสุด	0.98	2.84	0.05	3.31	1.54	0.05	0.00	0.00	2.38	0.52	0.00	0.05	
สูงเกินไป	32 (15.39)	3 (1.44)	68 (32.69)	1 (0.00)	19 (9.14)	68 (32.69)	74 (0.00)	92 (44.23)	8 (3.85)	53 (25.48)	74 (35.58)	68 (32.69)	
0-1 ชม.	20 (62.50)	2 (66.67)	36 (52.94)	0 (0.00)	11 (57.89)	36 (52.94)	37 (50.00)	37 (40.22)	7 (87.50)	34 (64.15)	37 (50.00)	36 (52.94)	
1-2 ชม.	9 (28.13)	1 (33.33)	20 (21.74)	1 (100.00)	7 (36.84)	20 (27.03)	23 (31.08)	35 (38.04)	1 (12.50)	11 (20.75)	23 (31.08)	20 (29.41)	
2-3 ชม.	2 (6.25)	0 (0.00)	11 (11.96)	0 (0.00)	1 (5.26)	11 (14.86)	10 (13.51)	12 (13.04)	0 (0.00)	7 (13.21)	10 (13.51)	11 (16.18)	
3-4 ชม.	1 (3.13)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (4.05)	7 (7.61)	0 (0.00)	1 (1.89)	3 (4.05)	0 (0.00)	
>4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (1.09)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (1.35)	1 (1.35)	1 (1.09)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (1.35)	1 (1.47)	
ค่าเฉลี่ย	1.04	0.64	1.01	1.03	0.72	1.01	1.38	1.56	0.53	0.81	1.38	1.01	
ค่าสูงสุด	3.36	1.50	4.29	1.03	2.80	4.29	4.76	5.22	1.96	3.82	4.76	4.29	

ตารางที่ 4.14 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของนิติชาย 12 กรณี โดยใช้วิธีความคลาดเคลื่อน

	case												
	12	15	13	14	16	24	22	23	26	24	26	22	23
เฉพาะสมรรม	147 (70.67)	138 (66.95)	131 (62.98)	129 (62.02)	123 (59.13)	117 (56.25)	116 (55.77)	113 (54.33)	109 (52.40)	98 (47.12)	102 (49.04)		
ความสูงข้อศอก (ซม.)	21.7	22.7	24.7	25.2	22.2	22.2	23.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2
ความสูงไหล่บวม (ซม.)	61.2	60.7	61.7	62.2	59.7	60.7	59.2	64.7	63.2	62.7	65.2	62.7	65.2
ความสูงแขนงอ้อม (ซม.)	24.63	25.52	27.44	27.94	24.98	25.05	25.87	28.13	28.02	27.98	28.17	27.98	28.17
เฉพาะสม	178 (85.58)	206 (99.04)	169 (81.25)	139 (66.83)	191 (91.83)	191 (91.83)	207 (99.52)	128 (61.54)	136 (65.38)	136 (65.38)	128 (61.54)	136 (65.38)	128 (61.54)
ต่ำเกินไป	30 (14.42)	1 (0.48)	0 (0.00)	0 (0.00)	17 (8.17)	17 (8.17)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
0-1 ซม.	29 (96.67)	1 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	17 (100.00)	17 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
1-2 ซม.	1 (3.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.37	0.18	0.00	0.00	0.25	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าสูงสุด	1.07	0.18	0.00	0.00	0.72	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
สูงเกินไป	0 (0.00)	1 (0.48)	39 (18.75)	69 (33.17)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.48)	80 (38.46)	72 (34.62)	72 (34.62)	80 (38.46)	72 (34.62)	80 (38.46)
0-1 ซม.	0 (0.00)	1 (100.00)	31 (79.49)	44 (63.77)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (100.00)	46 (57.50)	43 (59.72)	44 (61.11)	46 (57.50)	44 (61.11)	46 (57.50)
1-2 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	7 (17.95)	24 (34.78)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	33 (41.25)	28 (38.89)	27 (37.50)	33 (41.25)	27 (37.50)	33 (41.25)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (2.56)	1 (1.45)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (1.25)	1 (1.39)	1 (1.39)	1 (1.25)	1 (1.39)	1 (1.25)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.14	0.67	0.78	0.00	0.00	0.49	0.85	0.82	0.78	0.89	0.78	0.89
ค่าสูงสุด	0.00	0.14	2.06	2.56	0.00	0.00	0.49	2.75	2.64	2.60	2.79	2.60	2.79

จากตารางที่ 4.14 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายมาจำนวน 12 กรณีศึกษาเพื่อการวิเคราะห์เชิงลึก เมื่อพิจารณาที่ร้อยละความเหมาะสมรวมมากที่สุดทั้งสองกรณีพบว่ากรณีศึกษาที่ 12 และ 27 มีความเหมาะสมรวมมากที่สุดเท่ากัน จึงเลือกพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมในแต่ละด้านแทน เมื่อพิจารณาด้านความสูงของเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป กรณีศึกษาที่ 27 มีจำนวนที่เก้าอี้ต่ำเกินไปสูงถึง 23 คน (ร้อยละ 11.06) กรณีศึกษาที่ 12 มีจำนวนที่เก้าอี้ต่ำเกินไป 3 คน (ร้อยละ 1.44) การนั่งเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปจะทำให้กระดูกสะโพกรับน้ำหนักมากเกินไป เกิดแรงกดและการบีบอัดบริเวณนี้ ถึงแม้กรณีศึกษาที่ 27 จะมีจำนวนที่เก้าอี้ต่ำเกินไปมากกว่ากรณีศึกษาที่ 12 แต่เมื่อพิจารณาจำนวนที่แผ่นรองเขียนต่ำเกินไป กรณีศึกษาที่ 27 ไม่มีเลย แต่กรณีศึกษาที่ 12 มีจำนวนที่แผ่นรองเขียนต่ำเกินไปถึง 30 คน (ร้อยละ 14.42) ทั้งนี้ระหว่างเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปและแผ่นรองเขียนที่ต่ำเกินไป แผ่นรองเขียนที่ต่ำเกินไปส่งผลความเมื่อยล้ามากกว่าเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปเพราะผู้ใช้งานต้องก้มในขณะที่ใช้งานทำให้ปวดเมื่อยคอ บ่า ไหล่ และหลัง ดังนั้นกรณีศึกษาที่ 27 จึงถูกเลือกให้เป็นกรณีศึกษาที่ดีที่สุด ถึงแม้ว่าเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป 23 คน แต่ 15 คน เก้าอี้ที่ต่ำเกินไปอยู่ในช่วง 0-1 เซนติเมตร และ 7 คน เก้าอี้ที่ต่ำเกินไปอยู่ในช่วง 1-2 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าน้อยมากๆ

ก.2 ขนาดสำหรับเพศหญิง แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 วงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิงของความสูงข้อศอกกับความสูงขาพับ

จากรูปที่ 4.4 เมื่อทำการกำหนดวงรีล้อมรอบร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง ซึ่งจากกระจายตัวของข้อมูลทำให้ได้วงรีล้อมรอบร้อยละ 92.78 ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง จากนั้นเลือกกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมา 30 กรณี ที่อยู่ใกล้กับเส้นวงรี นำมาวิเคราะห์หาความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งของเก้าอี้ และความสูงของเก้าอี้ ที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด ซึ่งข้อมูลทั้งหมด 30 กรณีที่นำมาวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ขนาดความสูงขาพับและความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง
โดยใช้วงรีความคลาดเคลื่อน

กรณี	ความสูง	ความสูง	กรณี	ความสูงขา	ความสูง	กรณี	ความสูงขา	ความสูง
ศึกษา	ขาพับ (ซม.)	ข้อศอก (ซม.)	ศึกษา	พับ (ซม.)	ข้อศอก (ซม.)	ศึกษา	พับ (ซม.)	ข้อศอก (ซม.)
1	39.8	23.7	11	37.8	20.2	21	42.8	21.7
2	39.3	23.2	12	38.8	20.2	22	43.0	22.0
3	39.0	23.2	13	39.3	20.2	23	42.0	22.2
4	38.8	23.2	14	39.8	20.2	24	43.3	22.2
5	38.3	22.7	15	40.3	20.2	25	42.8	23.2
6	37.8	22.2	16	40.8	20.2	26	42.0	23.2
7	37.3	21.7	17	41.0	20.2	27	41.8	23.2
8	37.3	21.2	18	41.8	20.2	28	41.3	23.7
9	37.5	21.0	19	42.5	21.2	29	41.0	23.2
10	37.3	20.7	20	42.8	21.2	30	40.3	23.2

จากตารางที่ 4.15 ได้กลุ่มตัวอย่างจากวงรีล้อมรอบร้อยละ 92.78 ของความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง เพื่อนำค่าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 กรณี มาตรวจสอบหาความไม่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้ และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง โดยจะพิจารณาจากค่าร้อยละความเหมาะสมรวมค่ามากที่สุดก่อน และพิจารณาเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าร้อยละความเหมาะสมในแต่ละด้านหรือมีค่าที่อยู่ใกล้ขอบเขตที่ยอมรับได้ ทั้งหมด 12 กรณีศึกษา มาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง แสดงดังตารางที่ 4.16 และการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง แสดงดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับและความสูงข้อต่อขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิงโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน

กรณี	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)										การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)														
	กรณี					กรณี					กรณี					กรณี									
	ศึกษา	PH	SH	เหมาะสม ไม่เหมาะสม		ศึกษา	PH	SH	เหมาะสม ไม่เหมาะสม		ศึกษา	PH	SH	เหมาะสม ไม่เหมาะสม		ศึกษา	PH	SH	เหมาะสม ไม่เหมาะสม						
			สม	ต่ำ	สูง				สม	ต่ำ	สูง				สม	ต่ำ	สูง				สม	ต่ำ	สูง	รวม	
1	39.8	37.98	96.39	3.09	0.52	23.7	59.7	26.37	71.65	0	28.35	68.56	16	40.8	38.92	88.7	0.52	10.82	20.2	57.2	22.94	90.21	9.79	0	78.87
2	39.3	37.52	90.21	9.79	0	23.2	59.2	25.87	85.05	0	14.95	75.26	17	41	39.1	88.7	0.52	10.82	20.2	53	22.63	80.41	19.59	0	69.59
3	39	37.24	86.6	13.4	0	23.2	54	25.48	90.21	0	9.79	76.8	18	41.8	39.85	73.2	0	26.8	20.2	54.7	22.76	90.21	9.79	0	64.95
4	38.8	37.05	75.26	24.74	0	23.2	57.2	25.72	87.63	0	12.37	63.4	19	42.5	40.5	61.9	0	38.14	21.2	54	23.63	97.42	2.58	0	59.28
5	38.3	36.59	71.13	28.87	0	22.7	56.7	25.22	94.85	0	5.15	65.98	20	42.8	40.78	50	0	50	21.2	56.7	23.83	98.97	1.03	0	48.97
6	37.8	36.12	58.76	41.24	0	22.2	56.7	24.76	96.91	0.52	2.57	56.19	21	42.8	40.78	50	0	50	21.7	56.2	24.26	99.48	0.52	0	49.48
7	37.3	35.66	53.09	46.91	0	21.7	51.2	23.89	98.97	1.03	0	53.09	22	43	40.96	46.9	0	53.09	22	58.5	24.71	98.45	0.52	1.03	46.39
8	37.3	35.66	53.09	46.91	0	21.2	55.2	23.72	98.97	1.03	0	53.09	23	42	40.03	73.2	0	26.8	22.2	58	24.85	96.39	0.52	3.09	72.68
9	37.5	35.84	56.19	43.81	0	21	51	23.22	96.91	3.09	0	55.15	24	43.3	41.24	43.8	0	56.19	22.2	59.2	24.94	95.36	0.52	4.12	42.78
10	37.3	35.66	53.09	46.91	0	20.7	54.7	23.22	96.91	3.09	0	52.06	25	42.8	40.78	50	0	50	23.2	56.7	25.68	87.63	0	12.37	47.42
11	37.8	36.12	58.76	41.24	0	20.2	55.2	22.8	90.21	9.79	0	54.64	26	42	40.03	73.2	0	26.8	23.2	54	25.48	90.21	0	9.79	69.07
12	38.8	37.05	75.26	24.74	0	20.2	51.7	22.54	80.41	19.59	0	61.34	27	41.8	39.85	73.2	0	26.8	23.2	57.7	25.76	86.08	0	13.92	66.49
13	39.3	37.52	90.21	9.79	0	20.2	54.2	22.72	90.21	9.79	0	81.96	28	41.3	39.38	85.1	0	14.95	23.7	58.7	26.3	74.74	0	25.26	68.56
14	39.8	37.98	96.39	3.09	0.52	20.2	56.2	22.87	90.21	9.79	0	87.11	29	41	39.1	88.7	0.52	10.82	23.2	60	25.93	83.51	0	16.49	77.84
15	40.3	38.45	94.33	1.03	4.64	20.2	54.2	22.72	90.21	9.79	0	84.54	30	40.3	38.45	94.3	1.03	4.64	23.2	58.2	25.8	86.08	0	13.92	82.99

ตารางที่ 4.17 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของนิติหญิง 12 กรณี โดยใช้วิธีความคลาดเคลื่อน

	14	15	30	13	16	29	2	23	26	27	18
หมายเหตุ	169 (87.11)	164 (84.54)	161 (82.99)	159 (81.96)	153 (78.87)	151 (77.84)	146 (75.26)	141 (72.68)	134 (69.07)	129 (66.49)	126 (64.95)
ความสูงข้อศอก (ซม.)	20.2	20.2	23.2	20.2	20.2	23.2	23.2	22.2	23.2	23.2	20.2
ความสูงไหล่ข้อมือ (ซม.)	56.2	54.2	58.2	54.2	57.2	60	59.2	58	54	57.7	54.7
ความสูงหน้ารองเขี้ยว (ซม.)	22.87	22.72	25.8	22.72	22.94	25.93	25.87	24.85	25.48	25.76	22.76
หมายเหตุ	175 (90.21)	175 (90.21)	167 (86.08)	175 (90.21)	175 (90.21)	162 (83.51)	165 (85.05)	187 (96.59)	175 (90.21)	145 (74.74)	175 (90.21)
ค่าเกินไป	19 (9.79)	19 (9.79)	0 (0.00)	19 (9.79)	19 (9.79)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.52)	0 (0.00)	0 (0.00)	19 (9.79)
0-1 ซม.	17 (89.47)	17 (89.47)	0 (0.00)	17 (89.47)	17 (89.47)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	17 (89.47)
1-2 ซม.	1 (5.26)	1 (5.26)	0 (0.00)	1 (5.26)	1 (5.26)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (5.26)
2-3 ซม.	1 (5.26)	1 (5.26)	0 (0.00)	1 (5.26)	1 (5.26)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (5.26)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.57	0.72	0.00	0.72	0.50	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.68
ค่าสูงสุด	2.13	2.28	0.00	2.28	2.06	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	2.24
สูงเกินไป	0 (0.00)	0 (0.00)	27 (13.92)	0 (0.00)	0 (0.00)	32 (16.49)	29 (14.95)	6 (3.09)	19 (9.79)	49 (25.26)	27 (13.92)
0-1 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	22 (81.48)	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (75.00)	22 (75.86)	6 (100.00)	19 (100.00)	37 (75.51)	22 (81.48)
1-2 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (9.62)	0 (0.00)	0 (0.00)	8 (25.00)	7 (24.14)	0 (0.00)	0 (0.00)	12 (41.36)	5 (18.52)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.59	0.59	0.15	0.41	0.69	0.51
ค่าสูงสุด	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	1.42	1.36	0.34	0.97	1.79	1.25

จากตารางที่ 4.17 กลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิงมาจำนวน 12 กรณีศึกษาถูกคัดเลือกมาเพื่อทำการวิเคราะห์เชิงลึก เมื่อพิจารณาที่ร้อยละความเหมาะสมรวมมากที่สุด พบว่ากรณีศึกษาที่ 14 และกรณีศึกษาที่ 15 มีร้อยละความเหมาะสมรวมที่มากที่สุดสองอันดับแรก สองกรณีนี้จึงถูกนำมาพิจารณา แต่เมื่อพิจารณาที่ความสูงของเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป กรณีศึกษาที่ 14 มีจำนวนที่เก้าอี้ต่ำเกินไป 6 คน (ร้อยละ 3.09) กรณีศึกษาที่ 15 มีจำนวนที่เก้าอี้ที่ต่ำเกินไป 2 คน (ร้อยละ 1.03) และ เนื่องจากความสูงของแผ่นรองเขียนทั้งสองกรณีเท่ากัน จึงไม่พิจารณาในด้านนี้ ดังนั้นกรณีศึกษาที่ 15 จึงถูกเลือกให้เป็นกรณีศึกษาที่ดีที่สุด เพราะถึงแม้จำนวนเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป 2 คน แต่ 2 คน เก้าอี้ที่ต่ำเกินไปอยู่ช่วง 0-1 เซนติเมตรซึ่งมีค่าน้อยมากๆ

ข. การกำหนดขนาดความสูงเก้าอี้และความสูงแผ่นรองเขียนโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

ข.1 ขนาดสำหรับเพศชาย

การหาขนาดความสูงเก้าอี้และความสูงแผ่นรองเขียนของนิสิตชาย โดยจะใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95, 50, 75 และ 90 ของสัดส่วน ซึ่งสัดส่วนที่ใช้ในการกำหนดขนาดของความสูงเก้าอี้และความสูงของแผ่นรองเขียน คือ ความสูงของขาพับ ความสูงของข้อศอกจากพื้นที่นั่ง และความสูงไหล่ขณะนั่ง ในการพิจารณานั้น การผสมเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ ของสัดส่วนต่างๆ ถูกนำมาศึกษา เพื่อหาค่าผสมที่ให้ความเหมาะสมรวมสูงสุด การผสมของเปอร์เซ็นต์ไทล์มีทั้งหมด $4 \times 4 \times 4 = 64$ กรณีศึกษา และค่าสัดส่วนในแต่ละกรณีศึกษา แสดงตารางที่ 4.18 และวิเคราะห์เพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย แสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.18 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกของที่นั่งของนิสิตชาย

No.	Percentile	PH	Percentile	SHH	Percentile	SHH	Percentile	PH	Percentile	ESH	No.	Percentile	ESH	No.	Percentile	PH	Percentile	SHH	Percentile	ESH							
1	50	42.8	50	59.7	50	23.2	17	75	43.8	50	59.7	50	23.2	33	90	45.3	50	59.7	50	23.2	49	95	45.8	50	59.7	50	23.2
2	50	42.8	50	59.7	75	43.8	18	75	43.8	50	59.7	75	24.2	34	90	45.3	50	59.7	75	24.2	50	95	45.8	50	59.7	75	24.2
3	50	42.8	50	59.7	90	43.8	19	75	43.8	50	59.7	90	24.7	35	90	45.3	50	59.7	90	24.7	51	95	45.8	50	59.7	90	24.7
4	50	42.8	50	59.7	95	43.8	20	75	43.8	50	59.7	95	25.2	36	90	45.3	50	59.7	95	25.2	52	95	45.8	50	59.7	95	25.2
5	50	42.8	75	61.2	50	43.8	21	75	43.8	75	61.2	50	23.2	37	90	45.3	75	61.2	50	23.2	53	95	45.8	75	61.2	50	23.2
6	50	42.8	75	61.2	75	43.8	22	75	43.8	75	61.2	75	24.2	38	90	45.3	75	61.2	75	24.2	54	95	45.8	75	61.2	75	24.2
7	50	42.8	75	61.2	90	43.8	23	75	43.8	75	61.2	90	24.7	39	90	45.3	75	61.2	90	24.7	55	95	45.8	75	61.2	90	24.7
8	50	42.8	75	61.2	95	43.8	24	75	43.8	75	61.2	95	25.2	40	90	45.3	75	61.2	95	25.2	56	95	45.8	75	61.2	95	25.2
9	50	42.8	90	63.2	50	43.8	25	75	43.8	90	63.2	50	23.2	41	90	45.3	90	63.2	50	23.2	57	95	45.8	90	63.2	50	23.2
10	50	42.8	90	63.2	75	43.8	26	75	43.8	90	63.2	75	24.2	42	90	45.3	90	63.2	75	24.2	58	95	45.8	90	63.2	75	24.2
11	50	42.8	90	63.2	90	43.8	27	75	43.8	90	63.2	90	24.7	43	90	45.3	90	63.2	90	24.7	59	95	45.8	90	63.2	90	24.7
12	50	42.8	90	63.2	95	43.8	28	75	43.8	90	63.2	95	25.2	44	90	45.3	90	63.2	95	25.2	60	95	45.8	90	63.2	95	25.2
13	50	42.8	95	64.2	50	43.8	29	75	43.8	95	64.2	50	23.2	45	90	45.3	95	64.2	50	23.2	61	95	45.8	95	64.2	50	23.2
14	50	42.8	95	64.2	75	43.8	30	75	43.8	95	64.2	75	24.2	46	90	45.3	95	64.2	75	24.2	62	95	45.8	95	64.2	75	24.2
15	50	42.8	95	64.2	90	43.8	31	75	43.8	95	64.2	90	24.7	47	90	45.3	95	64.2	90	24.7	63	95	45.8	95	64.2	90	24.7
16	50	42.8	95	64.2	95	43.8	32	75	43.8	95	64.2	95	25.2	48	90	45.3	95	64.2	95	25.2	64	95	45.8	95	64.2	95	25.2

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

กรณี	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																								
	กรณี								การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																
	PH	SH	SHH	SDH	EHS	SHH	SDH	SHH	SHH	SHH	SHH	SHH	SHH	SHH	SHH	SHH									
1	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	23.2	59.7	25.91	99.52	0	0.48	90.38	17	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	23.2	59.7	25.91	99.52	0	0.48	83.17
2	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	24.2	59.7	26.83	90.38	0	9.62	82.21	18	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	24.2	59.7	26.83	90.38	0	9.62	76.44
3	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	24.7	59.7	27.3	82.69	0	17.31	75.96	19	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	24.7	59.7	27.3	82.69	0	17.31	71.15
4	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	25.2	59.7	27.76	70.19	0	29.81	65.38	20	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	25.2	59.7	27.76	70.19	0	29.81	61.54
5	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	23.2	61.2	26.02	99.52	0	0.48	90.38	21	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	23.2	61.2	26.02	99.52	0	0.48	83.17
6	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	24.2	61.2	26.94	87.98	0	12.02	80.29	22	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	24.2	61.2	26.94	87.98	0	12.02	75.48
7	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	24.7	61.2	27.41	81.25	0	18.75	74.52	23	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	24.7	61.2	27.41	81.25	0	18.75	70.19
8	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	25.2	61.2	27.87	69.71	0	30.29	64.9	24	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	25.2	61.2	27.87	69.71	0	30.29	61.06
9	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	23.2	63.2	26.17	99.52	0	0.48	90.38	25	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	23.2	63.2	26.17	99.52	0	0.48	83.17
10	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	24.2	63.2	27.09	84.13	0	15.87	77.4	26	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	24.2	63.2	27.09	84.13	0	15.87	72.6
11	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	24.7	63.2	27.55	77.88	0	22.12	72.12	27	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	24.7	63.2	27.55	77.88	0	22.12	68.27
12	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	25.2	63.2	28.02	65.38	0	34.62	60.58	28	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	25.2	63.2	28.02	65.38	0	34.62	57.21
13	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	23.2	64.2	26.24	99.04	0	0.96	90.38	29	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	23.2	64.2	26.24	99.04	0	0.96	83.17
14	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	24.2	64.2	27.17	83.65	0	16.35	76.92	30	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	24.2	64.2	27.17	83.65	0	16.35	72.12
15	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	24.7	64.2	27.63	74.04	0	25.96	68.27	31	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	24.7	64.2	27.63	74.04	0	25.96	64.9
16	42.8	40.78	90.38	3.85	5.77	25.2	64.2	28.09	62.5	0	37.5	57.69	32	43.8	41.71	83.17	1.44	15.39	25.2	64.2	28.09	62.5	0	37.5	54.33

ตารางที่ 4.19 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

กรณี	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																								
	กรณี							การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																	
	PH	SH	ไม่เหมาะสม		เหมาะสม		PH	SH	ไม่เหมาะสม		เหมาะสม		SHH	SDH	ไม่เหมาะสม		เหมาะสม								
ค่า	สูง	ต่ำ	สูง	ต่ำ	สูง	รวม	ค่า	สูง	ต่ำ	สูง	รวม	ค่า	สูง	ต่ำ	สูง	รวม	ค่า	สูง	รวม						
33	45.3	43.11	64.42	0	35.58	23.2	59.7	25.91	99.52	0	0.48	64.42	49	45.8	43.57	55.77	0	44.23	23.2	59.7	25.91	99.52	0	0.48	55.77
34	45.3	43.11	64.42	0	35.58	24.2	59.7	26.83	90.38	0	9.62	61.06	50	45.8	43.57	55.77	0	44.23	24.2	59.7	26.83	90.38	0	9.62	53.37
35	45.3	43.11	64.42	0	35.58	24.7	59.7	27.3	82.69	0	17.31	58.17	51	45.8	43.57	55.77	0	44.23	24.7	59.7	27.3	82.69	0	17.31	50.48
36	45.3	43.11	64.42	0	35.58	25.2	59.7	27.76	70.19	0	29.81	50.48	52	45.8	43.57	55.77	0	44.23	25.2	59.7	27.76	70.19	0	29.81	43.75
37	45.3	43.11	64.42	0	35.58	23.2	61.2	26.02	99.52	0	0.48	64.42	53	45.8	43.57	55.77	0	44.23	23.2	61.2	26.02	99.52	0	0.48	55.77
38	45.3	43.11	64.42	0	35.58	24.2	61.2	26.94	87.98	0	12.02	60.1	54	45.8	43.57	55.77	0	44.23	24.2	61.2	26.94	87.98	0	12.02	52.4
39	45.3	43.11	64.42	0	35.58	24.7	61.2	27.41	81.25	0	18.75	57.21	55	45.8	43.57	55.77	0	44.23	24.7	61.2	27.41	81.25	0	18.75	50
40	45.3	43.11	64.42	0	35.58	25.2	61.2	27.87	69.71	0	30.29	50	56	45.8	43.57	55.77	0	44.23	25.2	61.2	27.87	69.71	0	30.29	43.27
41	45.3	43.11	64.42	0	35.58	23.2	63.2	26.17	99.52	0	0.48	64.42	57	45.8	43.57	55.77	0	44.23	23.2	63.2	26.17	99.52	0	0.48	55.77
42	45.3	43.11	64.42	0	35.58	24.2	63.2	27.09	84.13	0	15.87	58.65	58	45.8	43.57	55.77	0	44.23	24.2	63.2	27.09	84.13	0	15.87	50.96
43	45.3	43.11	64.42	0	35.58	24.7	63.2	27.55	77.88	0	22.12	55.77	59	45.8	43.57	55.77	0	44.23	24.7	63.2	27.55	77.88	0	22.12	48.56
44	45.3	43.11	64.42	0	35.58	25.2	63.2	28.02	65.38	0	34.62	47.12	60	45.8	43.57	55.77	0	44.23	25.2	63.2	28.02	65.38	0	34.62	40.87
45	45.3	43.11	64.42	0	35.58	23.2	64.2	26.24	99.04	0	0.96	64.42	61	45.8	43.57	55.77	0	44.23	23.2	64.2	26.24	99.04	0	0.96	55.77
46	45.3	43.11	64.42	0	35.58	24.2	64.2	27.17	83.65	0	16.35	58.17	62	45.8	43.57	55.77	0	44.23	24.2	64.2	27.17	83.65	0	16.35	50.48
47	45.3	43.11	64.42	0	35.58	24.7	64.2	27.63	74.04	0	25.96	53.85	63	45.8	43.57	55.77	0	44.23	24.7	64.2	27.63	74.04	0	25.96	47.12
48	45.3	43.11	64.42	0	35.58	25.2	64.2	28.09	62.5	0	37.5	46.15	64	45.8	43.57	55.77	0	44.23	25.2	64.2	28.09	62.5	0	37.5	40.87

จากตารางที่ 4.18 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของความสูงขาพับ ความสูงข้อศอก และความสูงไหล่ขณะนั่งของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย แจกแจงกรณีศึกษาออกเป็นทั้งหมด 64 กรณีศึกษา แล้วนำมาทำการตรวจสอบหาความไม่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้ และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งของแต่ละกรณีศึกษา โดยทำการตรวจสอบจากอสมการความสูงของเก้าอี้จากอสมการ (4.1) และความสูงของแผ่นรองเขียน จากอสมการที่ (4.2) แสดงในตารางที่ 4.19 จากนั้นจะพิจารณากลุ่มตัวอย่างที่มีความเหมาะสมรวมที่มากที่สุด และพิจารณาเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าร้อยละความเหมาะสมของแต่ละด้านหรือมีค่าที่อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ โดยทำการคัดเลือกมาทั้งหมด 12 กรณีศึกษา แสดงดังตารางที่ 4.20 แล้วนำมาวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตชาย แสดงดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.20 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย 12 กรณีศึกษา โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

กรณีศึกษา	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงขาพับ (ซม.)	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงข้อศอก (ซม.)	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)
1	50	42.8	50	23.2	50	59.7
29	75	43.8	50	23.2	95	64.2
2	50	42.8	75	24.2	50	59.7
6	50	42.8	75	24.2	75	61.2
10	50	42.8	75	24.2	90	63.2
14	50	42.8	75	24.2	95	64.2
18	75	43.8	75	24.2	50	59.7
3	50	42.8	90	24.7	50	59.7
22	75	43.8	75	24.2	75	61.2
7	50	42.8	90	24.7	75	61.2
26	75	43.8	75	24.2	90	63.2
11	50	42.8	90	24.7	90	63.2

ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิติชาย 12 กรณี โดยใช้วิธีเบอร์เซ็นต์เทล์

	case											
	1	29	2	6	10	14	18	3	22	7	26	11
เฉพาะรวม	188 (90.38)	173 (83.17)	171 (82.21)	167 (80.29)	161 (77.40)	160 (76.92)	159 (76.44)	158 (75.96)	157 (75.48)	155 (74.52)	151 (72.60)	150 (72.12)
ความสูงขาพับ (ซม.)	42.8	43.8	42.8	42.8	42.8	42.8	43.8	42.8	43.8	42.8	43.8	42.8
ความสูงน่อง (ซม.)	40.78	41.71	40.78	40.78	40.78	40.78	41.71	40.78	41.71	40.78	41.71	40.78
เฉพาะสม	188 (90.38)	173 (83.17)	188 (90.38)	188 (90.38)	188 (90.38)	188 (90.38)	173 (83.17)	188 (90.38)	173 (83.17)	188 (90.38)	173 (83.17)	188 (90.38)
ต่ำเกินไป	8 (3.85)	3 (1.44)	8 (3.85)	8 (3.85)	8 (3.85)	8 (3.85)	3 (1.44)	8 (8.00)	3 (0.00)	8 (0.00)	3 (0.00)	8 (0.00)
0-1 ซม.	5 (62.50)	3 (100.00)	5 (62.50)	5 (62.50)	5 (62.50)	5 (62.50)	3 (100.00)	5 (62.50)	3 (100.00)	5 (62.50)	3 (100.00)	5 (62.50)
1-2 ซม.	3 (37.50)	0 (0.00)	3 (37.50)	3 (37.50)	3 (37.50)	3 (37.50)	0 (0.00)	3 (37.50)	0 (0.00)	3 (37.50)	0 (0.00)	3 (37.50)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.64	0.41	0.64	0.64	0.64	0.64	0.41	0.64	0.41	0.64	0.41	0.64
ค่าสูงสุด	1.91	0.98	1.91	1.91	1.91	1.91	0.98	1.91	0.98	1.91	0.98	1.91
สูงเกินไป	12 (5.77)	32 (15.39)	12 (5.77)	12 (5.77)	12 (5.77)	12 (5.77)	32 (0.00)	12 (5.77)	32 (15.39)	12 (5.77)	32 (15.39)	12 (5.77)
0-1 ซม.	9 (75.00)	20 (62.50)	9 (75.00)	9 (75.00)	9 (75.00)	9 (75.00)	20 (62.50)	9 (75.00)	20 (62.50)	9 (75.00)	20 (62.50)	9 (75.00)
1-2 ซม.	2 (16.67)	9 (28.13)	3 (25.00)	2 (16.67)	2 (16.67)	2 (16.67)	9 (28.13)	2 (16.67)	9 (28.13)	2 (16.67)	9 (28.13)	2 (16.67)
2-3 ซม.	1 (8.33)	2 (6.25)	0 (0.00)	1 (8.33)	1 (8.33)	1 (8.33)	2 (6.25)	1 (8.33)	2 (6.25)	1 (8.33)	2 (6.25)	1 (8.33)
3-4 ซม.	0 (0.00)	1 (3.13)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (3.13)	0 (0.00)	1 (3.13)	0 (0.00)	1 (3.13)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.72	0.80	0.72	0.72	0.72	0.72	0.80	0.72	0.80	0.72	0.80	0.72
ค่าสูงสุด	2.43	3.36	2.43	2.43	2.43	2.43	3.36	2.43	3.36	2.43	3.36	2.43

ตารางที่ 4.21 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยใช้อัลเบอริเซนทัล

case	case																								
	1	29	2	6	10	14	18	3	22	7	26	11													
เหมาะสมรวม	188	(90.38)	173	(83.17)	171	(82.21)	167	(80.29)	161	(77.40)	160	(76.92)	159	(76.44)	158	(75.96)	157	(75.48)	155	(74.52)	151	(72.60)	150	(72.12)	
ความสูงข้อศอก (ซม.)	23.2		23.2		24.2		24.2		24.2		24.2		24.2		24.7		24.2		24.7		24.2		24.2		24.7
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	59.7		64.2		59.7		61.2		63.2		64.2		59.7		59.7		61.2		61.2		63.2		63.2		63.2
ความสูงแนวทรองเขียน (ซม.)	25.91		26.24		26.83		26.94		27.09		27.17		26.83		27.3		26.94		27.41		27.09		27.55		27.55
เหมาะสม	207	(99.52)	206	(99.04)	188	(90.38)	183	(87.98)	175	(84.13)	174	(83.65)	188	(90.38)	172	(82.69)	183	(87.98)	169	(81.25)	175	(84.13)	162	(77.88)	
ต่ำเกินไป	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	
0-1 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	
1-2 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	
2-3 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	
3-4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	
>4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	
ค่าเฉลี่ย	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
ค่าสูงสุด	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
สูงเกินไป	1	(0.48)	2	(0.96)	20	(9.62)	25	(12.02)	33	(15.87)	34	(16.35)	20	(9.62)	36	(17.31)	25	(12.02)	39	(18.75)	33	(15.87)	46	(22.12)	
0-1 ซม.	1	(100.00)	2	(100.00)	19	(95.00)	24	(96.00)	32	(96.97)	33	(97.06)	19	(95.00)	34	(94.44)	24	(96.00)	31	(79.49)	32	(96.97)	36	(78.26)	
1-2 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	1	(5.00)	1	(4.00)	1	(3.03)	1	(2.94)	1	(5.00)	2	(5.56)	1	(4.00)	7	(17.95)	1	(3.03)	9	(19.57)	
2-3 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	1	(2.56)	0	(0.00)	1	(2.17)	
3-4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	
>4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	
ค่าเฉลี่ย	0.53		0.44		0.34		0.37		0.41		0.48		0.34		0.58		0.37		0.64		0.41		0.67		
ค่าสูงสุด	0.53		0.86		1.45		1.56		1.71		1.79		1.45		1.92		1.56		2.03		1.71		2.17		

จากตารางที่ 4.21 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายทั้งหมด 12 ภาควิชา มาทำการวิเคราะห์เชิงลึก เมื่อพิจารณาที่ร้อยละความเหมาะสมรวมที่มากที่สุด พบว่า ภาควิชาที่ 1 และ 29 มีร้อยละความเหมาะสมรวมที่สองอันดับแรก เมื่อพิจารณาความสูงเก้าอี้ พบว่าภาควิชาที่ 1 มีจำนวนเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป 8 คน (ร้อยละ 3.5) ซึ่งมากกว่าภาควิชาที่ 29 มีจำนวนเก้าอี้ที่ต่ำเกินไป 3 คน (ร้อยละ 1.44) และหากจึงต้องไปพิจารณาที่ความสูงแผ่นรองเขียน พบว่าทั้ง 2 ภาควิชาไม่มีจำนวนที่ความสูงของแผ่นรองเขียนต่ำเกินไปเลย แต่ภาควิชาที่ 1 ยังถูกเลือกให้เป็นภาควิชาที่ดีที่สุด ถึงแม้ว่าจำนวนเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปมีมากกว่าภาควิชาที่ 29 ก็ตาม แต่ก็อยู่ในช่วง 0-2 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าน้อยมาก

ข.2 ขนาดสำหรับเพศหญิง

การหาขนาดความสูงเก้าอี้และความสูงแผ่นรองเขียนของนิสิตหญิง โดยจะใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95, 50, 75 และ 90 ของสัดส่วน การผสมเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ ของสัดส่วนต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.22 แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง แสดงดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.22 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอกขณะนั่ง ของนิสิตหญิง

No.	Percentile	PH	Percentile	SHH	Percentile	ESH	No.	Percentile	PH	Percentile	SHH	Percentile	ESH
1	50	39.9	50	56.35	50	21.7	17	75	41.3	50	56.35	50	21.7
2	50	39.9	50	56.35	75	22.2	18	75	41.3	50	56.35	75	22.2
3	50	39.9	50	56.35	90	22.7	19	75	41.3	50	56.35	90	22.7
4	50	39.9	50	56.35	95	23.2	20	75	41.3	50	56.35	95	23.2
5	50	39.9	75	57.7	50	21.7	21	75	41.3	75	57.7	50	21.7
6	50	39.9	75	57.7	75	22.2	22	75	41.3	75	57.7	75	22.2
7	50	39.9	75	57.7	90	22.7	23	75	41.3	75	57.7	90	22.7
8	50	39.9	75	57.7	95	23.2	24	75	41.3	75	57.7	95	23.2
9	50	39.9	90	58.91	50	21.7	25	75	41.3	90	58.91	50	21.7
10	50	39.9	90	58.91	75	22.2	26	75	41.3	90	58.91	75	22.2
11	50	39.9	90	58.91	90	22.7	27	75	41.3	90	58.91	90	22.7
12	50	39.9	90	58.91	95	23.2	28	75	41.3	90	58.91	95	23.2
13	50	39.9	95	59.2	50	21.7	29	75	41.3	95	59.2	50	21.7
14	50	39.9	95	59.2	75	22.2	30	75	41.3	95	59.2	75	22.2
15	50	39.9	95	59.2	90	22.7	31	75	41.3	95	59.2	90	22.7
16	50	39.9	95	59.2	95	23.2	32	75	41.3	95	59.2	95	23.2

ตารางที่ 4.22 (ต่อ) ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ความสูงขาพับ ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และความสูงศอก
ขณะนั่งของนิสิตหญิง

No.	Percentile	PH	Percentile	SHH	Percentile	ESH	No.	Percentile	PH	Percentile	SHH	Percentile	ESH
33	90	42.3	50	56.35	50	21.7	49	95	42.8	50	56.35	50	21.7
34	90	42.3	50	56.35	75	22.2	50	95	42.8	50	56.35	75	22.2
35	90	42.3	50	56.35	90	22.7	51	95	42.8	50	56.35	90	22.7
36	90	42.3	50	56.35	95	23.2	52	95	42.8	50	56.35	95	23.2
37	90	42.3	75	57.7	50	21.7	53	95	42.8	75	57.7	50	21.7
38	90	42.3	75	57.7	75	22.2	54	95	42.8	75	57.7	75	22.2
39	90	42.3	75	57.7	90	22.7	55	95	42.8	75	57.7	90	22.7
40	90	42.3	75	57.7	95	23.2	56	95	42.8	75	57.7	95	23.2
41	90	42.3	90	58.91	50	21.7	57	95	42.8	90	58.91	50	21.7
42	90	42.3	90	58.91	75	22.2	58	95	42.8	90	58.91	75	22.2
43	90	42.3	90	58.91	90	22.7	59	95	42.8	90	58.91	90	22.7
44	90	42.3	90	58.91	95	23.2	60	95	42.8	90	58.91	95	23.2
45	90	42.3	95	59.2	50	21.7	61	95	42.8	95	59.2	50	21.7
46	90	42.3	95	59.2	75	22.2	62	95	42.8	95	59.2	75	22.2
47	90	42.3	95	59.2	90	22.7	63	95	42.8	95	59.2	90	22.7
48	90	42.3	95	59.2	95	23.2	64	95	42.8	95	59.2	95	23.2

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์ความสูงข้อศอกขณะนั่งและการนั่งแต่ละการันสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิงโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

กรณี	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																									
	กรณี								การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																	
	ศึกษา	PH	SH	เหมาะสม	ต่ำ	สูง	EHS	SHH	SDH	เหมาะสม	ต่ำ	สูง	PH	SH	เหมาะสม	ต่ำ	สูง	EHS	SHH	SDH	เหมาะสม	ต่ำ	สูง	รวม		
1	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	21.7	56.35	24.27	99.48	0.52	0	14.95	21.7	56.35	24.27	99.48	0.52	0	14.95	21.7	56.35	24.27	99.48	0.52	0	84.54
2	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	22.2	56.35	24.73	98.45	0.52	1.03	14.95	22.2	56.35	24.73	98.45	0.52	1.03	14.95	22.2	56.35	24.73	98.45	0.52	1.03	84.54
3	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	22.7	56.35	25.2	94.85	0	5.15	14.95	22.7	56.35	25.2	94.85	0	5.15	14.95	22.7	56.35	25.2	94.85	0	5.15	83.51
4	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	23.2	56.35	25.66	88.66	0	11.34	14.95	23.2	56.35	25.66	88.66	0	11.34	14.95	23.2	56.35	25.66	88.66	0	11.34	78.87
5	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	21.7	57.7	24.37	99.48	0.52	0	14.95	21.7	57.7	24.37	99.48	0.52	0	14.95	21.7	57.7	24.37	99.48	0.52	0	84.54
6	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	22.2	57.7	24.83	96.39	0.52	3.09	14.95	22.2	57.7	24.83	96.39	0.52	3.09	14.95	22.2	57.7	24.83	96.39	0.52	3.09	84.54
7	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	22.7	57.7	25.3	93.81	0	6.19	14.95	22.7	57.7	25.3	93.81	0	6.19	14.95	22.7	57.7	25.3	93.81	0	6.19	82.47
8	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	23.2	57.7	25.76	86.08	0	13.92	14.95	23.2	57.7	25.76	86.08	0	13.92	14.95	23.2	57.7	25.76	86.08	0	13.92	76.8
9	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	21.7	58.91	24.46	99.48	0.52	0	14.95	21.7	58.91	24.46	99.48	0.52	0	14.95	21.7	58.91	24.46	99.48	0.52	0	84.54
10	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	22.2	58.91	24.92	95.36	0.52	4.12	14.95	22.2	58.91	24.92	95.36	0.52	4.12	14.95	22.2	58.91	24.92	95.36	0.52	4.12	83.51
11	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	22.7	58.91	25.38	92.27	0	7.73	14.95	22.7	58.91	25.38	92.27	0	7.73	14.95	22.7	58.91	25.38	92.27	0	7.73	81.96
12	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	23.2	58.91	25.85	85.05	0	14.95	14.95	23.2	58.91	25.85	85.05	0	14.95	14.95	23.2	58.91	25.85	85.05	0	14.95	75.
13	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	21.7	59.2	24.48	99.48	0.52	0	14.95	21.7	59.2	24.48	99.48	0.52	0	14.95	21.7	59.2	24.48	99.48	0.52	0	84.
14	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	22.2	59.2	24.94	95.36	0.52	4.12	14.95	22.2	59.2	24.94	95.36	0.52	4.12	14.95	22.2	59.2	24.94	95.36	0.52	4.12	83.51
15	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	22.7	59.2	25.41	92.27	0	7.73	14.95	22.7	59.2	25.41	92.27	0	7.73	14.95	22.7	59.2	25.41	92.27	0	7.73	81.96
16	39.9	38.08	96.39	3.09	0.52	23.2	59.2	25.87	85.05	0	14.95	14.95	23.2	59.2	25.87	85.05	0	14.95	14.95	23.2	59.2	25.87	85.05	0	14.95	75.77

ตารางที่ 4.23. (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความสูงขาพับ และความสูงข้อศอกขณะนั่งแต่ละกรณีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิงโดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

กรณี	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																								
	กรณี							การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)																	
	PH	SH	SHH	SDH	SHH	SDH	SHH	PH	SH	SHH	SDH	SHH	SDH	SHH	รวม										
33	42.3	40.31	64.43	0	35.57	21.7	56.35	24.27	99.48	0.52	0	63.92	49	42.8	40.78	50	0	50	21.7	56.35	24.27	99.48	0.52	0	49.48
34	42.3	40.31	64.43	0	35.57	22.2	56.35	24.73	98.45	0.52	1.03	63.92	50	42.8	40.78	50	0	50	22.2	56.35	24.73	98.45	0.52	1.03	49.48
35	42.3	40.31	64.43	0	35.57	22.7	56.35	25.2	94.85	0	5.15	63.4	51	42.8	40.78	50	0	50	22.7	56.35	25.2	94.85	0	5.15	48.97
36	42.3	40.31	64.43	0	35.57	23.2	56.35	25.66	88.66	0	11.34	61.34	52	42.8	40.78	50	0	50	23.2	56.35	25.66	88.66	0	11.34	47.94
37	42.3	40.31	64.43	0	35.57	21.7	57.7	24.37	99.48	0.52	0	63.92	53	42.8	40.78	50	0	50	21.7	57.7	24.37	99.48	0.52	0	49.48
38	42.3	40.31	64.43	0	35.57	22.2	57.7	24.83	96.39	0.52	3.09	63.92	54	42.8	40.78	50	0	50	22.2	57.7	24.83	96.39	0.52	3.09	49.48
39	42.3	40.31	64.43	0	35.57	22.7	57.7	25.3	93.81	0	6.19	62.89	55	42.8	40.78	50	0	50	22.7	57.7	25.3	93.81	0	6.19	48.45
40	42.3	40.31	64.43	0	35.57	23.2	57.7	25.76	86.08	0	13.92	60.82	56	42.8	40.78	50	0	50	23.2	57.7	25.76	86.08	0	13.92	47.42
41	42.3	40.31	64.43	0	35.57	21.7	58.91	24.46	99.48	0.52	0	63.92	57	42.8	40.78	50	0	50	21.7	58.91	24.46	99.48	0.52	0	49.48
42	42.3	40.31	64.43	0	35.57	22.2	58.91	24.92	95.36	0.52	4.12	63.4	58	42.8	40.78	50	0	50	22.2	58.91	24.92	95.36	0.52	4.12	48.97
43	42.3	40.31	64.43	0	35.57	22.7	58.91	25.38	92.27	0	7.73	62.37	59	42.8	40.78	50	0	50	22.7	58.91	25.38	92.27	0	7.73	47.94
44	42.3	40.31	64.43	0	35.57	23.2	58.91	25.85	85.05	0	14.95	59.79	60	42.8	40.78	50	0	50	23.2	58.91	25.85	85.05	0	14.95	46.91
45	42.3	40.31	64.43	0	35.57	21.7	59.2	24.48	99.48	0.52	0	63.92	61	42.8	40.78	50	0	50	21.7	59.2	24.48	99.48	0.52	0	49.48
46	42.3	40.31	64.43	0	35.57	22.2	59.2	24.94	95.36	0.52	4.12	63.4	62	42.8	40.78	50	0	50	22.2	59.2	24.94	95.36	0.52	4.12	48.97
47	42.3	40.31	64.43	0	35.57	22.7	59.2	25.41	92.27	0	7.73	62.37	63	42.8	40.78	50	0	50	22.7	59.2	25.41	92.27	0	7.73	47.94
48	42.3	40.31	64.43	0	35.57	23.2	59.2	25.87	85.05	0	14.95	59.79	64	42.8	40.78	50	0	50	23.2	59.2	25.87	85.05	0	14.95	46.91

จากตารางที่ 4.22 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของความสูงขาพับ ความสูงข้อศอก และความสูงไหล่ขณะนั่งของกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง ซึ่งแจกแจงกรณีศึกษาออกเป็นทั้งหมด 64 กรณีศึกษา แล้วนำมาทำการตรวจสอบหาความไม่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้ และความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งของแต่ละกรณีศึกษา โดยทำการตรวจสอบจากอสมการความสูงของเก้าอี้จากอสมการ (4.1) และความสูงของแผ่นรองเขียน จากอสมการที่ (4.2) แสดงในตารางที่ 4.23 จากนั้นพิจารณากลุ่มตัวอย่างที่มีความเหมาะสมรวมที่มากที่สุด และเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าร้อยละความเหมาะสมของแต่ละด้านหรือมีค่าที่อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ โดยคัดเลือกมาทั้งหมด 12 กรณีศึกษา แสดงดังตารางที่ 4.24 แล้วนำมาวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตหญิง แสดงดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.24 แสดงการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง 12 กรณีศึกษา โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

กรณีศึกษา	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงขาพับ (ซม.)	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงข้อศอก (ซม.)	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)
1	50	39.9	50	21.7	50	56.35
2	50	39.9	75	22.2	50	56.35
6	50	39.9	75	22.2	75	57.7
10	50	39.9	75	22.2	90	58.91
3	50	39.9	90	22.7	50	56.35
7	50	39.9	90	22.7	75	57.7
11	50	39.9	90	22.7	90	58.91
4	50	39.9	95	23.2	50	56.35
17	75	41.3	50	21.7	50	56.35
19	75	41.3	90	22.7	50	56.35
8	50	39.9	95	23.2	75	57.7
23	75	41.3	90	22.7	75	57.7

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิตินิติ 12 กรณี โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
เฉพาะสมรวม	187 (96.39)	186 (95.86)	182 (93.81)	180 (92.78)	178 (91.75)	176 (90.72)	173 (89.18)	166 (85.57)	164 (84.54)	162 (83.51)	161 (82.99)	160 (82.47)													
ความสูงขยับ (ชม.)	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	41.3	41.3	39.9	41.3												41.3	
ความสูงเก้าอี้ (ชม.)	38.08	38.08	38.08	38.08	38.08	38.08	38.08	38.08	39.38	39.38	38.08	39.38													39.38
เฉพาะสม	187 (96.39)	187 (96.39)	187 (96.39)	187 (96.39)	187 (96.39)	187 (96.39)	187 (96.39)	187 (96.39)	165 (85.05)	165 (85.05)	187 (96.39)	165 (85.05)													165 (85.05)
ต่ำเกินไป	6 (3.09)	6 (3.09)	6 (3.09)	6 (3.09)	6 (3.09)	6 (3.09)	6 (3.09)	6 (3.09)	6 (6.00)	6 (6.00)	6 (6.00)	6 (6.00)													6 (6.00)
0-1 ชม.	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)	5 (83.33)													5 (83.33)
1-2 ชม.	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)	1 (16.67)													1 (16.67)
2-3 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													0 (0.00)
3-4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													0 (0.00)
>4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41													0.00
ค่าสูงสุด	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15													0.00
สูงเกินไป	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)													1 (0.52)
0-1 ชม.	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)													1 (100.00)
1-2 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													0 (0.00)
2-3 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													0 (0.00)
3-4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													0 (0.00)
>4 ชม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43													0.71
ค่าสูงสุด	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43													1.73

ตารางที่ 4.25 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างมีสิทธิหญิง 12 กรณี โดยใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

		case																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
เหมาะสมรวม	187 (96.39)	186 (95.88)	182 (93.81)	180 (92.78)	178 (91.75)	176 (90.72)	173 (89.18)	166 (85.57)	164 (84.54)	162 (83.51)	161 (82.99)	160 (82.47)													
ความสูงข้อศอก (ซม.)	21.7	22.2	22.2	22.2	22.7	22.7	22.7	23.2	21.7	22.7	23.2	22.7	22.7	23.2	22.7	23.2	22.7	21.7	22.7	23.2	22.7	23.2	22.7	22.7	22.7
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	56.35	56.35	57.7	58.91	56.35	57.7	58.91	56.35	56.35	56.35	57.7	58.91	56.35	56.35	56.35	57.7	58.91	56.35	56.35	56.35	57.7	58.91	56.35	57.7	57.7
ความสูงแขนรองเขยิบ (ซม.)	24.27	24.73	24.83	24.92	25.2	25.3	25.38	25.66	24.27	25.2	25.76	25.3	25.66	24.27	25.2	25.76	25.3	24.27	25.2	25.76	25.3	25.66	24.27	25.3	25.3
เหมาะสม	193 (99.48)	191 (98.45)	187 (96.39)	185 (95.36)	184 (94.85)	182 (93.81)	179 (92.27)	172 (88.66)	193 (99.48)	184 (94.85)	167 (86.08)	182 (93.81)													
ต่ำเกินไป	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (0.52)	1 (100.00)	1 (0.52)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.52)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.52)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
0-1 ซม.	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	1 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
1-2 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.73	0.27	0.17	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าสูงสุด	0.73	0.27	0.17	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
สูงเกินไป	0 (0.00)	2 (1.03)	6 (3.09)	8 (4.12)	10 (5.15)	12 (6.19)	15 (7.73)	22 (11.34)	0 (0.00)	10 (5.15)	27 (13.92)	12 (6.19)													
0-1 ซม.	0 (0.00)	2 (100.00)	6 (100.00)	8 (100.00)	10 (100.00)	12 (100.00)	15 (100.00)	20 (100.00)	0 (0.00)	10 (100.00)	22 (81.48)	12 (100.00)													
1-2 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (9.09)	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (18.52)	0 (0.00)													
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)													
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.15	0.13	0.18	0.39	0.42	0.41	0.52	0.00	0.39	0.51	0.42													
ค่าสูงสุด	0.00	0.22	0.32	0.41	0.69	0.79	0.87	1.15	0.00	0.69	1.25	0.79													

จากตารางที่ 4.25 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิงทั้งหมด 12 ภาควิชา มาทำการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาที่ร้อยละความเหมาะสมรวมที่มากที่สุด พบว่า แต่ละภาควิชามีร้อยละความเหมาะสมที่ใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงเลือกร้อยละความเหมาะสมรวมมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ภาควิชาที่ 1 และ 2 ทั้ง 2 ภาควิชามีความสูงของเก้าอี้เท่ากัน และเมื่อพิจารณาจำนวนความสูงของแผ่นรองเขียนที่ต่ำเกินไป ทั้ง 2 ภาควิชามีจำนวนเท่ากัน คือ 1 คน (ร้อยละ 0.52) แต่ ภาควิชาที่ 2 มีจำนวนความสูงของแผ่นรองเขียนที่สูงเกินไป 2 คน (ร้อยละ 1.03) ในขณะที่ภาควิชาที่ 1 ไม่มีเลย ดังนั้นภาควิชาที่ 1 ถูกเลือกให้เป็นภาควิชาที่ดีที่สุด

4.4.2.2 การแบ่งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ โดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

โปรแกรม Microsoft Excel ถูกนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด ออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อหาขนาดที่มีความเหมาะสมที่สุด 2 ขนาด คือ ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ โดยใช้ขนาดสัดส่วน 3 สัดส่วนคือ ความสูงขาพับ ความสูงข้อศอก และความสูงหัวไหล่ขณะนั่ง

ตารางที่ 4.26 ค่าเริ่มต้นของขนาดความสูงของขาพับ (PH) ความสูงไหล่ขณะนั่ง (SHH) และความสูงข้อศอก (EHS) สำหรับวิธีการจัดกลุ่มแบบ K-mean

ภาควิชา	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
	PH	SHH	EHS	PH	SHH	EHS
1	39.8	54.7	21.2	44	55	23.7
2	43.8	57.2	21.7	39.8	56.2	20.2
3	41.8	59.7	24.7	40.3	54.2	20.2
4	44.8	60.7	22.7	40.3	58.2	23.2
5	41.3	61.7	24.7	39.3	54.2	20.2
6	43.2	62.2	25.2	40.8	57.2	20.2
7	44.8	59.7	22.2	41	58	23.2
8	45.3	60.7	22.2	39.3	60.2	23.2
9	45.8	59.2	23.2	42	58	22.2
10	42.3	64.7	25.2	42	54	23.2
11	44.3	63.2	25.2	41.3	58.7	23.7
12	45.3	62.7	25.2	41.8	57.7	23.2

ค่าเริ่มต้นถูกสุ่มขึ้นมา 12 ภาควิชา ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.26 จากนั้น นำค่าเริ่มต้นในแต่ละภาควิชาทำการแบ่งกลุ่ม โดยเริ่มจาก จัดข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนเข้ากลุ่ม

โดยใช้ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของแต่ละกลุ่มเป็นตัวตัดสิน จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยสัดส่วนของแต่ละกลุ่ม และใช้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนนั้นเป็นจุดศูนย์กลางใหม่ของแต่ละกลุ่ม ทำการจัดข้อมูลเข้ากลุ่มโดยใช้ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางอีกครั้ง หาค่าเฉลี่ยสัดส่วนของแต่ละกลุ่ม และใช้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนนั้นเป็นจุดศูนย์กลางใหม่ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนค่าเฉลี่ยสัดส่วนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง จากนั้นนำค่าเฉลี่ยสัดส่วนสุดท้ายไปกำหนดขนาดของแก้วที่มีแผ่นรองเขียนในแต่ละกลุ่มแล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาหาขนาดที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนิสิตทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4.27 และตรวจสอบความเหมาะสมเชิงลึก แสดงดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์จากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณี
โดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

กรณีศึกษา	กลุ่มที่	การตรวจสอบความไม่เหมาะสม (%)										จำนวนทั้งหมด (%)		
		PH	SH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		EHS	SHH	SDH	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม		เหมาะสมรวม	
					ต่ำ	สูง					ต่ำ			สูง
1	1	40.24	38.39	94.17	1.35	4.48	21.74	56.16	24.29	100	0	0	93.68	379(94.28)
	2	43.20	41.15	94.41	1.68	3.91	23.35	60.64	26.12	100	0	0	95.98	
2	1	43.20	41.15	94.41	1.68	3.91	23.35	60.64	26.12	100	0	0	95.98	379(94.28)
	2	40.24	38.39	94.17	1.35	4.48	21.74	56.16	24.29	100	0	0	93.68	
3	1	43.20	41.15	94.41	1.68	3.91	23.35	60.64	26.12	100	0	0	95.98	379(94.28)
	2	40.24	38.39	94.17	1.35	4.48	21.74	56.16	24.29	100	0	0	93.68	
4	1	43.24	41.19	94.25	1.72	4.02	23.39	60.70	26.15	100	0	0	94.25	379(94.28)
	2	40.27	38.42	94.3	1.32	4.39	21.75	56.22	24.31	100	0	0	94.25	
5	1	43.20	41.15	94.41	1.68	3.91	23.35	60.64	26.12	100	0	0	95.98	379(94.28)
	2	40.24	38.39	94.17	1.35	4.48	21.74	56.16	24.29	100	0	0	93.68	
6	1	43.24	41.19	94.25	1.72	4.02	23.39	60.70	26.15	100	0	0	94.25	379(94.28)
	2	40.27	38.42	94.3	1.32	4.39	21.75	56.22	24.31	100	0	0	94.25	
7	1	43.24	41.19	94.25	1.72	4.02	23.39	60.70	26.15	100	0	0	94.25	379(94.28)
	2	40.27	38.42	94.3	1.32	4.39	21.75	56.22	24.31	100	0	0	94.25	
8	1	43.24	41.19	94.25	1.72	4.02	23.39	60.70	26.15	100	0	0	94.25	379(94.28)
	2	40.27	38.42	94.3	1.32	4.39	21.75	56.22	24.31	100	0	0	94.25	
9	1	43.24	41.19	94.25	1.72	4.02	23.39	60.70	26.15	100	0	0	94.25	379(94.28)
	2	40.27	38.42	94.3	1.32	4.39	21.75	56.22	24.31	100	0	0	94.25	
10	1	43.24	41.19	94.25	1.72	4.02	23.39	60.70	26.15	100	0	0	94.25	379(94.28)
	2	40.27	38.42	94.3	1.32	4.39	21.75	56.22	24.31	100	0	0	94.25	
11	1	43.24	41.19	94.25	1.72	4.02	23.39	60.70	26.15	100	0	0	94.25	379(94.28)
	2	40.27	38.42	94.3	1.32	4.39	21.75	56.22	24.31	100	0	0	94.25	
12	1	43.24	41.19	94.25	1.72	4.02	23.39	60.70	26.15	100	0	0	94.25	379(94.28)
	2	40.27	38.42	94.3	1.32	4.39	21.75	56.22	24.31	100	0	0	94.25	

ตารางที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณี
โดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

	กรณีที่ 2		กรณีที่ 4	
เหมาะสมรวมทั้งหมด	379 (94.28)		379(94.28)	
กลุ่ม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
เหมาะสมรวม	169 (94.41)	210 (94.17)	164 (94.25)	215 (94.30)
ความสูงขาพับ (ซม.)	43.20	40.24	43.24	40.27
ความสูงแกว้อ (ซม.)	41.15	38.39	41.19	38.42
เหมาะสม	169 (94.41)	210 (94.17)	164 (94.25)	215 (94.30)
ต่ำเกินไป	3 (1.68)	3 (1.35)	3 (1.72)	3 (1.32)
0-1 ซม.	2 (66.67)	3 (100.00)	2 (66.67)	3 (100.00)
1-2 ซม.	1 (33.33)	0 (0.00)	1 (33.33)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.97	0.46	0.93	0.43
ค่าสูงสุด	1.54	0.58	1.50	0.55
สูงเกินไป	7 (3.91)	10 (4.48)	7 (4.02)	10 (4.39)
0-1 ซม.	5 (71.43)	10 (100.00)	5 (71.43)	10 (100.00)
1-2 ซม.	2 (28.57)	0 (0.00)	2 (28.57)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.39	0.19	0.43	0.22
ค่าสูงสุด	1.11	0.74	1.15	0.77

ตารางที่ 4.28 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์เชิงลึกจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด 12 กรณี
โดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

เหมาะสมควรทั้งหมด	กรณีที่ 2				กรณีที่ 4			
	379 (94.28)				379 (94.28)			
กลุ่ม	กลุ่ม 1		กลุ่ม 2		กลุ่ม 1		กลุ่ม 2	
เหมาะสมควร	169	(94.41)	210	(94.17)	164	(94.25)	215	(94.30)
ความสูงข้อศอก (ซม.)	23.35		21.74		23.39		21.75	
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	60.64		56.16		60.70		56.22	
ความสูงแผ่นรองเขียน (ซม.)	26.12		24.29		26.15		24.31	
เหมาะสม	179	(100.00)	223	(100.00)	174	(100.00)	228	(100.00)
ต่ำเกินไป	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
0-1 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
1-2 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
2-3 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
3-4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
>4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.00		0.00		0.00		0.00	
ค่าสูงสุด	0.00		0.00		0.00		0.00	
สูงเกินไป	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
0-1 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
1-2 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
2-3 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
3-4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
>4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.00		0.00		0.00		0.00	
ค่าสูงสุด	0.00		0.00		0.00		0.00	

จากตารางที่ 4.27 พิจารณาเปรียบเทียบความเหมาะสมรวมทั้งหมดสองกลุ่มโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean ซึ่งกรณีที่ 1 ถึง 12 มีร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งหมดสองกลุ่มเท่ากันทั้ง 12 กรณี จากตารางที่ 4.28 เลือกกรณีที่ 2 กับ 4 มาวิเคราะห์เชิงลึกเนื่องจากความสูงขาพับแตกต่างกันมากที่สุด ดังนั้น จึงเลือกกรณีศึกษาที่ 2 เป็นกรณีที่ดีที่สุด ซึ่งกลุ่มที่ 1 มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 169 คน (ร้อยละ 94.41) กลุ่มที่ 2 มีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 210 คน (ร้อยละ 94.17) และจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดสองกลุ่มเท่ากับ 379 คน (ร้อยละ 94.28)

4.4.2.3 การเปรียบเทียบการแบ่งขนาดโดยใช้เพศ และใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

หากสามารถแบ่งขนาดเก้าอี้เป็น 2 ขนาดได้ ในโครงการนี้นำเสนอการแบ่งขนาด 2 วิธีคือ แบ่งเป็นขนาดสำหรับเพศชายและหญิงและแบ่งเป็นขนาดเล็ก และใหญ่ แสดงดังตารางที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบความเหมาะสมรวมของการแบ่งขนาดในแต่ละวิธี

ตารางที่ 4.29 การเปรียบเทียบของความสูงเก้าอี้ และขนาดความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง ระหว่างวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์กับวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

กลุ่ม	K-mean		Percentile	
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	ชาย	หญิง
เหมาะสมรวมทั้งหมด	379 (94.28)		375 (93.28)	
เหมาะสมรวม	169 (94.41)	210 (94.17)	188 (90.38)	187 (96.39)
ความสูงขาพับ (ซม.)	43.20	40.24	42.8	39.9
ความสูงเก้าอี้ (ซม.)	41.15	38.39	40.78	38.08
เหมาะสม	169 (94.41)	210 (94.17)	188 (90.38)	187 (96.39)
ต่ำเกินไป	3 (1.68)	3 (1.35)	8 (3.85)	6 (3.09)
0-1 ซม.	2 (66.67)	3 (100.00)	5 (62.50)	5 (83.33)
1-2 ซม.	1 (33.33)	0 (0.00)	3 (37.50)	1 (16.67)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.97	0.46	0.64	0.41
ค่าสูงสุด	1.54	0.58	1.91	1.15
สูงเกินไป	7 (3.91)	10 (4.48)	12 (5.77)	1 (0.52)
0-1 ซม.	5 (71.43)	10 (100.00)	9 (75.00)	1 (100.00)
1-2 ซม.	2 (28.57)	0 (0.00)	2 (16.67)	0 (0.00)
2-3 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (8.33)	0 (0.00)
3-4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
>4 ซม.	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.39	0.19	0.72	0.43
ค่าสูงสุด	1.11	0.74	2.43	0.43

ตารางที่ 4.29 (ต่อ) การเปรียบเทียบของความสูงเก้าอี้ และขนาดความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งระหว่างวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์กับวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

เหมาะสมควรทั้งหมด	K-mean				ชาย-หญิง			
	379 (94.28)		375 (93.28)		ชาย		หญิง	
กลุ่ม	กลุ่ม 1		กลุ่ม 2		ชาย		หญิง	
เหมาะสมควร	169	(94.41)	210	(94.17)	188	(90.38)	187	(96.39)
ความสูงข้อศอก (ซม.)	23.35		21.74		23.2		21.7	
ความสูงไหล่ขณะนั่ง (ซม.)	60.64		56.16		59.7		56.35	
ความสูงแผ่นรองเขียน (ซม.)	26.12		24.29		25.91		24.27	
เหมาะสม	179	(100.00)	223	(100.00)	207	(99.52)	193	(99.48)
ต่ำเกินไป	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	1	(0.52)
0-1 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	1	(100.00)
1-2 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
2-3 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
3-4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
>4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.00		0.00		0.00		0.73	
ค่าสูงสุด	0.00		0.00		0.00		0.73	
สูงเกินไป	0	(0.00)	0	(0.00)	1	(0.48)	0	(0.00)
0-1 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	1	(100.00)	0	(0.00)
1-2 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
2-3 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
3-4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
>4 ซม.	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
ค่าเฉลี่ย	0.00		0.00		0.53		0.00	
ค่าสูงสุด	0.00		0.00		0.53		0.00	

จากตารางที่ 4.29 พิจารณาเลือกกรณีศึกษาที่ 2 ของวิธี K-mean มีจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมดสองกลุ่ม 379 คน (ร้อยละ 94.28) มาเปรียบเทียบกับขนาดของเพศชายและหญิง ซึ่งกำหนดขนาดด้วยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ เมื่อนำจำนวนความเหมาะสมรวมของกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายกับนิสิตหญิงรวมกันได้ 375 คน (ร้อยละ 93.28) ซึ่งวิธีแบบ K-mean มีจำนวนเหมาะสมรวมมากกว่า 4 คน (ร้อยละ 1)

4.4.3 มิติขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนในด้านอื่นๆ

การหามิติขนาดที่เหลือในด้านอื่นๆ โดยใช้สมการการตรวจสอบความไม่เหมาะสม ประกอบไปด้วย ความลึกของที่นั่ง ความกว้างของที่นั่ง และความสูงของพนักพิง ส่วนมิติขนาดที่เหลือ จะกำหนดขนาดโดยใช้หลักการจากงานวิจัยของ นางสาวณัฐธิดา แสงแก้ว ประกอบไปด้วย ความยาวของแผ่นรองเขียน ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง และความกว้างของแผ่นรองเขียน ณ บริเวณที่พักแขน ตามลำดับ

4.4.3.1 การกำหนดขนาดความลึกของที่นั่ง

ขนาดความลึกของพื้นที่นั่ง ในโครงการนี้จะใช้สมการที่ (4.4) ในการหาขนาดที่เหมาะสมสำหรับความลึกของที่นั่ง โดยแสดงค่าความเหมาะสมความลึกของที่นั่ง ดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ค่าความเหมาะสมจากการใช้สมการเพื่อกำหนดขนาดความลึกของที่นั่ง

เพศ	ความยาวสะโพก ถึงขาพับ (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าที่แนะนำสำหรับ การออกแบบ (ซม.)
ชายและหญิง	41.00	$0.8(41) \leq SD \leq 0.95(41)$	32.8 - 38.95	38.95
ชาย	43.00	$0.8(43) \leq SD \leq 0.95(43)$	34.4 - 40.85	40.85
หญิง	41.00	$0.8(41) \leq SD \leq 0.95(41)$	32.8 - 38.95	38.95

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของความลึกของที่นั่งโดยใช้สัดส่วนความยาวสะโพกถึงขาพับกับอสมการ ในตารางที่ 4.30 ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของขนาดความยาวสะโพกถึงขาพับในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมกับอสมการความลึกของที่นั่ง พบว่ากลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด มีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของความยาวสะโพกถึงขาพับ เท่ากับ 41 เซนติเมตร เมื่อนำมาตรวจสอบแล้ว พบว่าค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 32.8 ถึง 38.95 เซนติเมตร นั้นหมายความว่าขนาดของความลึกที่นั่งควรจะอยู่ในช่วง 32.8 ถึง 38.95 เซนติเมตร ดังนั้น ในโครงการนี้ทำการพิจารณาการกำหนดขนาดที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับความลึกของที่นั่ง โดยกำหนดใช้ขอบบนของอสมการเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากการเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของความยาวสะโพกถึงขาพับ มาพิจารณา ซึ่งเป็นค่าน้อยมาก ถ้าพิจารณาที่ขอบล่างของอสมการมาใช้ในการกำหนดขนาดจะทำให้ขนาดของความลึกของที่นั่งมีค่าน้อยมาก หรือมีค่าเฉพาะเจาะจงกับกลุ่มผู้ใช้งานส่วนน้อย ดังนั้น จึงเลือกใช้ขอบบนของอสมการการตรวจสอบความลึกของที่นั่ง มีค่าเท่ากับ 38.95 เซนติเมตร ซึ่งค่านี้เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดในการกำหนดขนาดความลึกของที่นั่งสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และทำการพิจารณากลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย และนิสิตหญิง ได้ค่าที่มีความเหมาะสมที่สุดในการกำหนดขนาดความ

ลึกของที่นั่งสำหรับนิสิตชายและนิสิตหญิง เท่ากับ 40.85 เซนติเมตร และ 38.95 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.4.3.2 การกำหนดขนาดความกว้างของที่นั่ง

การกำหนดความกว้างของที่นั่ง จะพิจารณาที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความกว้างสะโพกขณะนั่ง เพื่อให้ผู้นั่งสามารถนั่งได้สบายพอดีกับสะโพก โดยจะใช้สมการที่ 4.3 ในการกำหนดขนาดความกว้างของที่นั่ง แสดงดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ค่าความเหมาะสมจากการใช้สมการเพื่อกำหนดขนาดความกว้างของที่นั่ง

เพศ	ความกว้างสะโพก (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าที่แนะนำสำหรับการออกแบบ (ซม.)
ชายและหญิง	42.48	$SW \geq 44$	≥ 44	46.73
ชาย	41.00	$SW \geq 41$	≥ 41	45.10
หญิง	44.00	$SW \geq 44$	≥ 44	48.40

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของความกว้างที่นั่ง โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความกว้างสะโพกมาตรวจสอบกับอสมการ จากกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมดได้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เท่ากับ 42.48 เซนติเมตร ดังนั้น ค่าที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการกำหนดขนาดความกว้างของที่นั่งจะต้องมากกว่า 42.48 เซนติเมตร จึงจะถือได้ว่าเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับนิสิตทั้งหมด ในโครงการนี้ได้พิจารณาว่า ถ้าการออกแบบอยู่ในเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 จะทำให้การนั่งเก้าอี้พอดีจนเกินไป และกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าความกว้างของสะโพกอยู่ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่มากกว่า 95 ก็จะทำให้การนั่งที่ไม่เหมาะสม เกิดความอึดอัด ไม่สบาย ดังนั้นในโครงการนี้จึงกำหนดค่าที่แนะนำสำหรับขนาดความกว้างของเก้าอี้จากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และเพิ่มขึ้นอีก 1.1 เท่า เพื่อให้ที่นั่งมีขนาดความกว้างพอที่จะรองรับกลุ่มผู้ใช้งานทั้งหมด โดยที่ความกว้างของที่นั่งไม่กว้างจนเกินไป ซึ่งจะเท่ากับ 46.73 เซนติเมตร สำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด และเมื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายและนิสิตหญิงมีค่าเท่ากับ 45.10 เซนติเมตร และ 48.40 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.4.3.3 การกำหนดขนาดความสูงของพนักพิง

ในการกำหนดความสูงพนักพิง ทำการกำหนดขนาดจากพนักพิงด้านบนสุดจนถึงด้านล่างสุดหรือพื้นที่นั่งของเก้าอี้ ความสูงของพนักพิงจะต้องรองรับบริเวณส่วนหลังได้เป็นอย่างดี เพื่อช่วยในการส่งเสริมลักษณะการนั่งที่ถูกต้อง สมการที่ 4.5 จึงถูกนำมาใช้ในการกำหนดขนาดที่เหมาะสมของความสูงพนักพิงสำหรับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน โดยพิจารณาที่ความสูงไหล่ขณะนั่ง (SHH) ความสูงของพนักพิงที่ได้นั้นควรเอื้อต่อการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนบน ดังนั้น ความสูงของพนักพิงควรให้มีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับกระดูกสะบัก แต่เนื่องจากตำแหน่งของกระดูกสะบักนั้นระบุ

ได้ยาก Gouvali และ Boudolos (2006) จึงแนะนำตำแหน่งของกระดูกสะบัก จะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 60 - 80 ของค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 95 ของความสูงไหล่ เพื่อประเมินผลในการหาค่าที่เหมาะสมกับการออกแบบขนาดของความสูงพนักพิง ดังตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ผลการประเมินอสมการเพื่อกำหนดขนาดความสูงพนักพิง

เพศ	ความสูงไหล่ ขณะนั่ง (ซม.)	อสมการ	ค่าที่เหมาะสม (ซม.)	ค่าที่แนะนำสำหรับ การออกแบบ (ซม.)
ชายและหญิง	63.20	$0.6(63.2) \leq UEB \leq 0.8(63.2)$	37.92 - 50.56	37.92
ชาย	64.20	$0.6(64.2) \leq UEB \leq 0.8(64.2)$	38.52 - 51.36	38.52
หญิง	59.20	$0.6(59.2) \leq UEB \leq 0.8(59.2)$	35.52 - 47.36	35.52

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของความสูงพนักพิง โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 95 ของความสูงไหล่ขณะนั่งมาตรวจสอบกับอสมการ จะได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบอยู่ระหว่าง 37.92 - 50.56 เซนติเมตร ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ในโครงการนี้จึงพิจารณาเลือกค่าที่ดีที่สุดสำหรับการกำหนดขนาดของความสูงพนักพิง โดยใช้ขอบล่างของอสมการเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากว่าสัดส่วนร่างกายได้ถูกออกแบบสำหรับเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 95 ของกลุ่มผู้ใช้งาน ถ้าพิจารณาที่ขอบบนจะทำให้ค่าความสูงของพนักพิงสูงขึ้นส่งผลต่อกลุ่มผู้ใช้งานในขนาดสัดส่วนที่เล็กลงมา ดังนั้น จึงใช้ความสูงของพนักพิงที่ 37.92 เซนติเมตร ในการกำหนดค่าแนะนำการออกแบบสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด และในกลุ่มตัวอย่างนิสิตชายและนิสิตหญิง เท่ากับ 38.52 เซนติเมตร, 35.52 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.4.3.4 การกำหนดขนาดความยาวของแผ่นรองเขียน

โดยลักษณะของความยาวของแผ่นรองเขียนของเก้าอี้ชนิดนี้จะพิจารณาที่ระยะระหว่างขอบบนสุดของโต๊ะไปจนถึงขอบล่างสุดในส่วนที่เป็นที่พักแขน ดังนั้นถ้าความยาวของแผ่นรองเขียนอยู่ในระยะที่แขนของผู้ใช้งานสามารถเอื้อมถึง แสดงว่าความยาวของแผ่นรองเขียนนี้เพียงพอสำหรับการทำกิจกรรมต่างๆ และหากว่า ถ้าแผ่นรองเขียนมีลักษณะที่ยาวเกินไปก็ทำให้เกิดการเอื้อมตัวไปมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งขัดกับคุณลักษณะของเก้าอี้ชนิดนี้ที่ต้องการประหยัดพื้นที่ หรือถ้าหากว่าสั้นจนเกินไปก็ไม่สามารถที่จะสนับสนุนส่วนแขนได้เต็มที่ และส่งผลให้เกิดความอึดอัดในขณะที่ใช้งาน ดังนั้นในโครงการนี้พิจารณาความเหมาะสมจากระยะระหว่างช่วงของแขน คือ แขนท่อนบนและแขนท่อนล่าง ในขณะที่มีการเหยียดแขนไปทางด้านหน้า ก็เกิดมุมมองของไหล่ในแขนท่อนบน ซึ่งก็นำหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับ Chaffin and Anderson (1991) ที่กล่าวถึงมุมมองของไหล่ที่สามารถยอมรับได้เพื่อไม่ให้ส่งผลต่อความเมื่อยล้า และเกิดความสะอึกสะอื้นในการใช้งานไม่เกิน 25 องศา

ดังสมการที่ 4.6 โดยจะทำการหาค่าจากสมการเพื่อกำหนดขนาดความยาวของแผ่นรองเขียน ดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 ผลการประเมินสมการเพื่อกำหนดขนาดความยาวของแผ่นรองเขียน

เพศ	ความยาวแขนท่อน	ความยาวแขนท่อน	สมการ	ค่าที่แนะนำสำหรับการ
	บน: UA (ซม.)	ล่าง: FA (ซม.)		ออกแบบ (ซม.)
ชายและหญิง	36.50	45.00	$DL = 36.50(\sin 25) + 45.00$	60.43
ชาย	37.50	47.00	$DL = 37.50(\sin 25) + 47.00$	62.85
หญิง	35.00	43.00	$DL = 35.00(\sin 25) + 43.00$	57.79

จากสมการการออกแบบความยาวของแผ่นรองเขียน จากการใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของความยาวแขนท่อนบนโดยพิจารณาในส่วนของมุมที่เกิดขึ้น และความยาวแขนท่อนล่าง ทำให้ได้ค่าที่เหมาะสมกับการกำหนดขนาดของความยาวรองเขียนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เท่ากับ 60.43 เซนติเมตร และสำหรับกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย นิสิตหญิง เท่ากับ 62.85 เซนติเมตร และ 57.79 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.4.3.5 การกำหนดขนาดระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง

ในการหาระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง (DDB) ซึ่งลักษณะของโต๊ะเก้าอี้ที่ถูกยึดติดเข้าด้วยกัน จึงทำให้ไม่สามารถเลื่อนเข้า-ออกเหมือนโต๊ะเก้าอี้ทั่วไปได้ ดังนั้นระยะห่างจะต้องมีขนาดที่เพียงพอที่จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถนั่งได้อย่างสะดวกสบายด้วย ดังนั้น ความหนาเอว จึงถูกนำมาพิจารณาในการกำหนดระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง เพื่อให้เกิดช่องของการเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างสะดวกสบาย โดยจะยึดหลักเปอร์เซ็นต์ไทน์ 95 ของความหนาเอว เพื่อให้ได้ขนาดที่มีความเหมาะสม ดังนี้

ก. ขนาดที่เหมาะสมในการกำหนดค่าของระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง ในกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด คือ 26.50 เซนติเมตร

ข. ขนาดที่เหมาะสมในการกำหนดค่าของระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง ในกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย คือ 27.40 เซนติเมตร

ค. ขนาดที่เหมาะสมในการกำหนดค่าของระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง ในกลุ่มตัวอย่างนิสิตหญิง คือ 24.50 เซนติเมตร

4.4.3.6 การกำหนดขนาดความกว้างของแผ่นรองเขียน ณ บริเวณที่พักแขน

ที่พักแขนเป็นส่วนที่รองรับและสนับสนุนบริเวณข้อศอกและช่วงแขนท่อนล่าง เพื่อช่วยในการผ่อนแรง บรรเทากล้ามเนื้อไหลที่บริเวณคอ ไหล่ และแขน และลดการไหลของน้ำหมึกบนที่นั่ง (Nag et al., 2008) อย่างไรก็ตามข้อเสียของการออกแบบที่ไม่ดีหรือกีดขวางตำแหน่งการใช้งาน ผู้ใช้งานอาจจะเกิดความอึดอัด ไม่สะดวกสบาย งานวิจัยของ Rani Lueder and

Allie (1999) จึงได้แนะนำว่าความกว้างของที่พักแขนควรมีขนาดความกว้างประมาณ 4 นิ้ว (10 เซนติเมตร) โดยพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความกว้างที่มากที่สุดของแขนส่วนล่าง

4.4.4 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันกับขนาดแนะนำ

4.4.4.1 การเปรียบเทียบกับขนาดของเก้าอี้ที่มีขนาดเดียว

จากการกำหนดขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อนและวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ได้ขนาดที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับนิสัยทั้งหมด นำขนาดเหล่านี้มาทำการเปรียบเทียบกับขนาดของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันกับขนาดแนะนำ ของกลุ่มตัวอย่างนิสัยทั้งหมด

มิติขนาด	เก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน			เก้าอี้แบบแนะนำ (Error Ellipse)			เก้าอี้แบบแนะนำ (Percentile)		
	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)
1. SDH	27.50	53.73	32.09	26.63	77.11	63.68	25.24	96.77	81.59
2. SH	43.00	39.80		39.10	82.34		39.71	82.59	
3. SD	44.00	25.62		38.95	92.79		38.95	92.79	
4. SW	42.00	93.28		46.73	98.76		46.73	98.76	
5. UEB	35.00	55.97		37.92	96.02		37.92	96.02	
6. DL	59.00			60.43			60.43		
7. DDB	34.00			26.50			26.50		
8. RW	9.00			10.00			10.00		

ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) ของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนเมื่อทำการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งกับสัดส่วนความสูงข้อศอกขณะนั่ง โดยใช้ข้อสมการของความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งมาวิเคราะห์ เพื่อบ่งบอกว่าในสัดส่วนของนิสัยแต่ละคนมีความเหมาะสมกับขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนที่มีอยู่หรือไม่ ซึ่งพบว่าในเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน มีขนาดของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง เท่ากับ 27.50 เซนติเมตร มีความเหมาะสมคิดเป็นร้อยละ 53.73 เนื่องจากลักษณะของความสูงแผ่นรองเขียนที่สูงเกินไปและต่ำเกินไป เมื่อความสูงแผ่นรองเขียนมีลักษณะที่สูงเกินไปทำให้ในขณะที่มีการใช้งาน ในส่วนของแขนที่เกิดการสัมผัสบริเวณแผ่นรองเขียนมีลักษณะของการยกสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดความไม่สบายบริเวณแขนและไหล่ของผู้ใช้งาน แต่ถ้าหากความสูงของแผ่นรองเขียนที่ต่ำเกินไปจะทำให้เกิดการก้มตัวลงไปเพื่อทำการเขียน การอ่าน ซึ่งลักษณะนี้จะส่งผลกระทบต่อ

บริเวณคอ และหลังที่เกิดจากการก้มคอหรือโน้มตัวลงมา เพื่อที่จะสามารถเห็นลักษณะของงานที่ทำได้ชัดเจน ด้วยผลกระทบจากความไม่เหมาะสมของ ความสูงแผ่นรองเขียนข้างต้น ในโครงการนี้จึงทำการกำหนดเพื่อหาขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนของนิสิตให้มากที่สุด โดยการใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ซึ่งจะได้ขนาดความสูงของแผ่นรองเขียน โดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 26.63 เซนติเมตร มีค่าความเหมาะสมเพิ่มขึ้น เท่ากับร้อยละ 77.11 ในขณะที่ใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่ามีความเหมาะสมของ ความสูงแผ่นรองเขียนมากกว่า คิดเป็นร้อยละ 96.77

การกำหนดขนาดความสูงของที่นั่งจะใช้วิธีเดียวกับการกำหนดขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง จากขนาดความสูงของที่นั่งเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันจะให้ค่าเท่ากับ 43.00 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสมอยู่ที่ร้อยละ 39.80 ซึ่งส่วนใหญ่แล้วผลวิเคราะห์พบว่าจะมีลักษณะของความสูงที่สูงจนเกินไป ทำให้เกิดการกอดทับบริเวณต้นขาด้านล่าง ดังนั้น ขนาดความสูงของที่นั่งไม่ควรจะให้เกินสัดส่วนความสูงของขาของผู้ใช้งาน จึงทำการหาขนาดความสูงของที่นั่งโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ได้ขนาด ดังนี้ 39.10 เซนติเมตร และ 39.71 เซนติเมตร และให้ค่าร้อยละความเหมาะสมเท่ากับ ร้อยละ 82.34 และร้อยละ 82.59 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นมากกว่าขนาดความสูงของเก้าอี้แบบที่ใช้ในปัจจุบัน

เมื่อทำการตรวจสอบความสูงของที่นั่ง และความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งทั้งสองขนาดพร้อมกันเนื่องจากเป็นขนาดที่จะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จะแสดงให้เห็นว่าความเหมาะสมรวมที่เกิดขึ้นกับเก้าอี้ที่มีใช้อยู่ปัจจุบันนั้นมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับขนาดที่ได้จากวิธีวงรีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ซึ่งมีค่าร้อยละความเหมาะสมรวม เท่ากับ ร้อยละ 63.68 และร้อยละ 81.59 ตามลำดับ เนื่องจากเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนมีลักษณะเก้าอี้กับแผ่นรองเขียนติดกัน ในโครงการนี้จึงทำการพิจารณาความเหมาะสมที่เกิดขึ้นกับทั้งสองขนาด เพราะว่าถ้าหากขนาดใดขนาดหนึ่งเกิดความไม่เหมาะสม ก็จะทำให้ลักษณะในการใช้งานไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์

ความลึกของที่นั่งของที่นั่งจะต้องมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับจากการประเมินความเหมาะสมของขนาดความลึกของเก้าอี้ที่มีอยู่กับขนาดสัดส่วนของนิสิตทั้งหมดพบว่า ขนาดความลึกของเก้าอี้มีค่าเท่ากับ 44.00 เซนติเมตร มีค่าร้อยละความเหมาะสมเท่ากับร้อยละ 25.62 และพบว่าส่วนใหญ่มีขนาดของความลึกของที่นั่งมีค่าที่มากเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อกลุ่มนิสิตที่มีขนาดสัดส่วนที่เล็ก เนื่องจากสัดส่วนที่น้อยเกินไปของความยาวระหว่างสะโพกถึงขาพับเมื่อนั่งใช้งานในที่ที่ลึกเกินไป จะทำให้หลังไม่สามารถพิงกับพนักพิงได้ทำให้เกิดอาการปวดหลังโดยเฉพาะหลังส่วนล่าง แต่ไม่พบร้อยละความเหมาะสมของเก้าอี้ที่ตื้นเกินไปจากการใช้งานเลย ดังนั้นจึงทำการกำหนดขนาดความลึกของที่นั่งเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนิสิตทั้งหมด เท่ากับ 38.95 เซนติเมตร ซึ่งจะมีขนาดความลึกที่ลดลงจากเก้าอี้ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยให้ค่าร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 92.79

ความกว้างของที่นั่งที่มีการใช้งานอยู่ในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่โดยรวมแล้ว จะมีขนาดที่รองรับสำหรับสัดส่วนนิสิต และพบความเหมาะสมที่ค่อนข้างสูงในขนาดความกว้างของที่นั่ง กับความกว้างสะโพกของผู้ใช้งานที่มีขนาดความกว้างของสะโพกที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือมากกว่า เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้งานเหล่านี้จะมีขนาดที่พอดีมากเกินไป ทำให้เกิดความอึดอัด ไม่สะดวกสบาย เนื่องจากเกิดการกดทับของขอบเก้าอี้กับบริเวณต้นขา และไม่มีพื้นที่เผื่อสำหรับการเคลื่อนที่ ดังนั้น ในโครงการนี้จึงทำการเพิ่มขนาดของความกว้างจากกลุ่มผู้ใช้งานที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เพิ่มขึ้นอีก 1.1 เท่า เพื่อที่สามารถรองรับกับกลุ่มผู้ใช้งานทั้งหมด ซึ่งเท่ากับ 46.73 เซนติเมตร ร้อยละ ความเหมาะสมมากถึง ร้อยละ 98.76

ความสูงของพนักพิง จากการวิเคราะห์พบว่าเนื่องจากความสูงของพนักพิง ที่ค่อนข้างอยู่ในระดับต่ำลงมาทำให้ไม่สามารถรองรับส่วนหลังได้ทั้งหมดโดยจะส่งผลกระทบต่อทำให้เกิดอาการปวดหลัง โดยเฉพาะนิสิตชาย แต่ถ้าหากความสูงของพนักพิงสูงเกินไปส่งผลต่อการเคลื่อนไหว ที่ไม่สะดวกสบาย จึงได้กำหนดขนาดความสูงของพนักพิงให้อยู่ในช่วงร้อยละ 60 – 80 ของความสูง ไหล่ โดยใช้หลักการเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ความสูงที่เหมาะสมที่สุด มีค่าเท่ากับ 37.92 เซนติเมตร ซึ่งจะให้ค่าร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 96.02 จากเดิมอยู่ที่ ร้อยละ 55.97

ความยาวของแผ่นรองเขียน เนื่องจากยังไม่มีหลักการที่ใช้ในการกำหนดขนาด สำหรับเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ดังนั้นจึงใช้หลักการจากงานวิจัยของนางสาวณัฐธิดา แสนแก้ว (2559) ได้นำเสนอหลักการกำหนดความยาวของแผ่นรองเขียน (DL) โดยพิจารณาความเหมาะสมจากระยะ ระหว่างช่วงของแขน คือ แขนท่อนบน และแขนท่อนล่าง ในขณะที่มีการเหยียดแขนไปทางด้านหน้า ก็จะทำให้เกิดมุมองศาของไหล่ และแขนท่อนบนซึ่งหลักการเดียวกับ Chaffin and Anderson (1991) ที่กล่าวถึงมุมองศาของไหล่ที่สามารถยอมรับได้เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อความเมื่อยล้า และเกิดความ สะดวกสบายในการใช้งานไม่เกิน 25 องศา จึงทำการกำหนดขนาดของความยาวแผ่นรองเขียน เท่ากับ 60.43 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง เป็นขนาดที่สำคัญที่ควรคำนึงถึง ในการออกแบบ เนื่องจากว่าเมื่อเกิดการนั่งเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน ในส่วนของแผ่นรองเขียนกับลำตัว ผู้ใช้งาน จะแคบทำให้ผู้ใช้งานเกิดความอึดอัด ดังนั้น ระยะห่างจะต้องมีขนาดที่เพียงพอที่ทำให้ ผู้ใช้งานสามารถนั่งได้อย่างสะดวกสบายด้วย ความหนาเอวจึงถูกนำมาพิจารณาในการกำหนด ระยะห่างระหว่างแผ่นรองเขียนกับพนักพิง เพื่อให้เกิดช่วงของการเคลื่อนไหวร่างกายได้ อย่างสะดวกสบาย โดยจะยึดหลักเปอร์เซ็นต์ไทล์ 95 ของความหนาเอว เพื่อให้ได้ขนาดที่มีความเหมาะสมกับระยะห่าง โดยค่าที่ได้เท่ากับ 26.50 เซนติเมตร

ความกว้างของที่พักแขน ซึ่งเป็นส่วนที่รองรับและสนับสนุนบริเวณข้อศอก และช่วงแขนท่อนล่าง เพื่อช่วยในการผ่อนแรง บรรเทากล้ามเนื้อไหลตที่บริเวณคอ ไหล่ แขน และลด การไหลตของน้ำบนที่นั่ง (Nag et al., 2008) อย่างไรก็ตามข้อเสียของการออกแบบที่ไม่ดีหรือกีดขวาง

ตำแหน่งการใช้งาน ผู้ใช้งานอาจจะเกิดความอึดอัด ไม่สะดวกสบาย งานวิจัยของ Rani Lueder and Allie (1999) จึงได้แนะนำว่าความกว้างของที่พักแขนควรมีขนาดความกว้างประมาณ 4 นิ้ว (10 เซนติเมตร) โดยพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความกว้างที่มากที่สุดของแขนส่วนล่าง

4.4.4.2 การเปรียบเทียบกับขนาดของเก้าอี้ที่มี 2 ขนาด

ถ้าแบ่งขนาดของเก้าอี้ออกเป็น 2 ขนาด ก็สามารถใช่วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ในการหาขนาดของเก้าอี้ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มนิสิตชายกับนิสิตหญิง และวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean ในการแบ่งขนาดออกเป็น 2 ขนาด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขนาดเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันกับขนาดแนะนำ โดยการแบ่งขนาดออกเป็น 2 ขนาด

มิติขนาด	เก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน			เก้าอี้แบบแนะนำ (Percentile) (93.28)						เก้าอี้แบบแนะนำ (K-mean) (94.28)					
				ชาย			หญิง			กลุ่ม 1 (ขนาดใหญ่)			กลุ่ม 2 (ขนาดเล็ก)		
	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)
1. SDH	27.50	53.73	32.09	25.91	99.52	90.38	24.27	99.48	96.39	26.12	100	94.41	24.29	100	94.17
2. SH	43.00	39.80		40.78	90.38		38.08	96.39		41.15	94.41		38.39	94.17	
3. SD	44.00	25.62		40.85	96.15		38.95	97.94		40.85	97.13		38.95	98.25	
4. SW	42.00	93.28		45.10	99.04		48.40	97.94		46.81	98.28		46.20	98.68	
5. UEB	35.00	55.97		38.52	97.12		35.52	96.91		38.52	96.55		35.22	95.61	
6. DL	59.00			62.43			57.79			62.43			57.79		
7. DDB	34.00			27.40			24.50			27.40			24.50		
8. RW	9.00			10.00			10.00			10.00			10.00		

ความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง (SDH) ของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน เมื่อทำการตรวจสอบความไม่เหมาะสมระหว่างขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งกับสัดส่วนความสูงข้อศอกขณะนั่ง โดยใช้อัตราส่วนของความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งมาวิเคราะห์ เพื่อบ่งบอกว่าในสัดส่วนของนิสิตแต่ละคนมีความเหมาะสมกับขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนที่มีอยู่หรือไม่ ซึ่งพบว่าในเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน มีขนาดของความสูงแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง เท่ากับ 27.5 เซนติเมตร มีความเหมาะสมคิดเป็นร้อยละ 53.73 ในโครงการนี้จึงทำการกำหนดเพื่อหาขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนที่เหมาะสมกับสัดส่วนของนิสิตให้มากที่สุด โดยแบ่งขนาดของเก้าอี้เป็น 2 ขนาด ใช่วิธีแบ่งโดยใช้เพศ และวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean ซึ่งจะได้ขนาดความสูงของแผ่นรองเขียน โดยใช้วิธีแบ่งโดยใช้เพศ ขนาดของนิสิตชาย เท่ากับ 25.91 เซนติเมตร มีค่าความเหมาะสมเพิ่มขึ้น เท่ากับร้อยละ 99.52 และขนาดของนิสิตหญิงเท่ากับ 24.27 เซนติเมตร มีค่าความเหมาะสมเพิ่มขึ้น เท่ากับร้อยละ 99.48 และใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean พบว่าขนาดความสูงแผ่นรองเขียนของกลุ่ม 1 มีค่าเท่ากับ 26.12 มีความเหมาะสมของความสูงแผ่นรอง

เขียนที่เหมาะสมกับทุกคน และขนาดความสูงแผ่นรองเขียนของกลุ่ม 2 เท่ากับ 24.29 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าความเหมาะสมของเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมาก

การกำหนดขนาดความสูงของที่นั่งจะใช้วิธีเดียวกับการกำหนดขนาดความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่ง จากขนาดความสูงของที่นั่งเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน มีค่าเท่ากับ 43.00 เซนติเมตร มีร้อยละความเหมาะสมอยู่ที่ร้อยละ 39.80 โดยใช้วิธีแบ่งเพศขนาดของนิสิตชาย เท่ากับ 40.78 เซนติเมตร มีค่าความเหมาะสมเพิ่มขึ้น เท่ากับร้อยละ 90.38 และขนาดของนิสิตหญิงเท่ากับ 38.08 เซนติเมตร มีค่าความเหมาะสมเพิ่มขึ้น เท่ากับร้อยละ 96.39 และใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean พบว่า ขนาดความสูงเก้าอี้ของกลุ่ม 1 มีค่าเท่ากับ 41.15 มีความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้ เท่ากับ ร้อยละ 94.41 และขนาดความสูงเก้าอี้ของกลุ่ม 2 เท่ากับ 38.39 เซนติเมตร มีความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้ที่ เท่ากับ ร้อยละ 94.17 ซึ่งมากกว่าความเหมาะสมของเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมาก

เมื่อทำการตรวจสอบความสูงของที่นั่ง และความสูงของแผ่นรองเขียนจากพื้นที่นั่งทั้งสองขนาดพร้อมกันเนื่องจากเป็นขนาดที่จะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จะแสดงให้เห็นว่าความเหมาะสมรวมที่เกิดขึ้นกับเก้าอี้ที่ใช้อยู่ปัจจุบันนั้นมีค่าน้อยมาก (ร้อยละ 1.24) เมื่อเทียบกับขนาดที่ได้จากวิธีวิธีแบ่งเพศและวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean ซึ่งมีค่าร้อยละความเหมาะสมรวมทั้งสองขนาดของวิธีแบ่งเพศ เท่ากับ ร้อยละ 93.28 และค่าร้อยละความเหมาะสมรวมวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean เท่ากับ ร้อยละ 94.28

การกำหนดขนาดความลึกของที่นั่งเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนิสิตทั้งหมด โดยแบ่งเป็นนิสิตชาย นิสิตหญิง มีค่าเท่ากับ 40.85 เซนติเมตร และ 38.95 เซนติเมตร และแบ่งขนาดออกเป็นขนาดเล็กและขนาดใหญ่ มีค่าเท่ากับ 40.85 และ 38.95 ซึ่งจะมีความลึกที่ลดลงจากเก้าอี้ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยให้ค่าร้อยละความเหมาะสมเพิ่มขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 96.15, 97.94, 97.13 และ 98.25 ตามลำดับ

ความกว้างจากกลุ่มผู้ใช้งานที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เพิ่มขึ้นอีก 1.1 เท่า เพื่อที่จะสามารถรองรับกับกลุ่มผู้ใช้งานทั้งหมด โดยแบ่งเป็นนิสิตชาย นิสิตหญิง มีค่าเท่ากับ 45.10 เซนติเมตร และ 48.40 เซนติเมตร และแบ่งขนาดออกเป็นขนาดเล็กและขนาดใหญ่ มีค่าเท่ากับ 46.81 เซนติเมตร และ 46.20 เซนติเมตร ซึ่งการแบ่งเป็น 2 ขนาดนี้ทำให้ร้อยละความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม

ความสูงของพนักพิงที่เหมาะสมที่สุด โดยแบ่งเป็นนิสิตชาย นิสิตหญิง มีค่าเท่ากับ 38.52 เซนติเมตร และ 35.52 เซนติเมตร และแบ่งขนาดออกเป็นขนาดเล็กและขนาดใหญ่ มีค่าเท่ากับ 38.52 เซนติเมตร และ 35.22 เซนติเมตร ซึ่งการแบ่งเป็น 2 ขนาดนี้ทำให้ร้อยละความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม ในด้านมิติขนาดที่เหลือใช้ขนาดเดียวกันกับขนาดแนะนำสำหรับนิสิตทั้งหมด

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การสรุปผลของแต่ละขั้นตอนการศึกษา เพื่อนำไปสู่การกำหนดขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของร่างกายสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยทั่วประเทศมีดังต่อไปนี้

5.1 ขนาดที่แนะนำของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน

จากการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับสัดส่วนของร่างกายโดยใช้สมการในการตรวจสอบ พบว่า ขนาดของเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบันยังมีความไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของร่างกายนิสิต ในโครงการนี้จึงได้แนะนำขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของนักศึกษามหาวิทยาลัยทั่วประเทศ โดยใช้วิธีต่างๆ ดังนี้

5.1.1 กำหนดขนาดโดยวิธีวงรีความคลาดเคลื่อน และแบ่งขนาดเป็นขนาดสำหรับชาย และขนาดสำหรับหญิง แสดงดังตารางที่ 5.1

5.1.2 กำหนดขนาดโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ และแบ่งขนาดเป็นขนาดสำหรับนิสิตชาย และขนาดสำหรับนิสิตหญิง แสดงดังตารางที่ 5.2

5.1.3 แบ่งขนาดเป็นขนาดเล็ก และใหญ่ด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean และใช้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนในการกำหนดขนาด แสดงดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.1 ขนาดเก้าอี้ที่แนะนำโดยวิธีวงรีความคลาดเคลื่อน

มิติขนาด	เก้าอี้แบบแนะนำ (Error Ellipse)								
	สำหรับนิสิตทั้งหมด			สำหรับนิสิตชาย			สำหรับนิสิตหญิง		
	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)
ความสูงของแผ่นรองเขียน จากพื้นที่นั่ง	26.63	77.11	63.68	27.30	82.69	70.67	22.72	90.21	84.54
ความสูงเก้าอี้	39.10	82.34		39.85	87.50		38.45	94.33	
ความลึกเก้าอี้	38.95	92.79		40.85	96.15		38.95	97.94	
ความกว้างเก้าอี้	46.73	98.76		45.10	99.04		48.40	97.94	
ความสูงของพนักพิง	37.92	96.02		38.92	98.08		35.52	96.91	
ความยาวของแผ่นรองเขียน	60.43			62.43			57.79		
ระยะห่างระหว่างแผ่นรอง เขียนกับพนักพิง	26.50			27.40			24.50		
ความกว้างของแผ่นรองเขียน ณ บริเวณที่หักแขน	10.00			10.00			10.00		

ตารางที่ 5.2 ขนาดเก้าอี้ที่แนะนำโดยวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์

มิติขนาด	เก้าอี้แบบแนะนำ (Percentile)								
	สำหรับนิสิตทั้งหมด			สำหรับนิสิตชาย			สำหรับนิสิตหญิง		
	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)
ความสูงของแผ่นรองเขียน จากพื้นที่นั่ง	25.24	96.77	81.59	25.91	99.52	90.38	24.27	99.48	96.39
ความสูงเก้าอี้	39.71	82.59		40.78	90.38		38.08	96.39	
ความลึกเก้าอี้	38.95	92.79		40.85	96.15		38.95	97.94	
ความกว้างเก้าอี้	46.73	98.76		45.10	99.04		48.40	97.94	
ความสูงของพนักพิง	37.92	96.02		38.52	97.12		35.52	96.91	
ความยาวของแผ่นรองเขียน	60.43			62.43			57.79		
ระยะห่างระหว่างแผ่นรอง เขียนกับพนักพิง	26.50			27.40			24.50		
ความกว้างของแผ่นรองเขียน ณ บริเวณที่หักแขน	10.00			10.00			10.00		

ตารางที่ 5.3 ขนาดแก้วอี้ที่แนะนำโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

มิติขนาด	แก้วอี้แบบแนะนำ (K-mean)					
	กลุ่ม 1 (ขนาดใหญ่)			กลุ่ม 2 (ขนาดเล็ก)		
	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)
ความสูงของแผ่นรองเขียน จากพื้นที่นั่ง	26.12	100	94.41	24.29	100	94.17
ความสูงแก้วอี้	41.15	94.41		38.39	94.17	
ความลึกแก้วอี้	40.85	97.13		38.95	98.25	
ความกว้างแก้วอี้	46.81	98.28		46.20	98.68	
ความสูงของพนักพิง	38.52	96.55		35.22	95.61	
ความยาวของแผ่นรองเขียน	62.43			57.79		
ระยะห่างระหว่างแผ่นรอง เขียนกับพนักพิง	27.40			24.50		
ความกว้างของแผ่นรองเขียน	10.00			10.00		
ณ บริเวณที่พักแขน						

5.2 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดแก้วอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบันกับ ขนาดแนะนำ

5.2.1 การเปรียบเทียบกับขนาดของแก้วอี้ที่มีขนาดเดียว

จากการกำหนดขนาดของแก้วอี้ที่มีแผ่นรองเขียนโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ ได้ขนาดที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับนิสิตทั้งหมด นำขนาดเหล่านี้มาทำการเปรียบเทียบกับขนาดของแก้วอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน กับขนาดแนะนำ ของกลุ่มตัวอย่างนิสิตทั้งหมด

มิติขนาด	เก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน			เก้าอี้แบบแนะนำ (Error Ellipse)			เก้าอี้แบบแนะนำ (Percentile)		
	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)
1. SDH	27.50	53.73	32.09	26.63	77.11	63.68	25.24	96.77	81.59
2. SH	43.00	39.80		39.10	82.34		39.71	82.59	
3. SD	44.00	25.62		38.95	92.79		38.95	92.79	
4. SW	42.00	93.28		46.73	98.76		46.73	98.76	
5. UEB	35.00	55.97		37.92	96.02		37.92	96.02	
6. DL	59.00			60.43			60.43		
7. DDB	34.00			26.50			26.50		
8. RW	9.00			10.00			10.00		

จากตารางที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่า ขนาดของเก้าอี้ที่แนะนำโดยใช้วิธีวงรีความคลาดเคลื่อน และวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่า ขนาดเก้าอี้ที่แนะนำทั้งสองขนาดมีความเหมาะสมแต่ละมิติขนาด เพิ่มมากขึ้นกว่าแบบเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เมื่อพิจารณาที่ร้อยละความเหมาะสมรวมวงรีความคลาดเคลื่อนกับวิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ เท่ากับ ร้อยละ 63.68 และร้อยละ 81.59 ตามลำดับ จะเห็นว่าการใช้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์มีร้อยละความเหมาะสมรวมที่มากกว่า เหตุที่ทำให้วิธีเปอร์เซ็นต์ไทล์ดีกว่า น่าจะเป็นเพราะว่าข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งหากกำหนดขนาด โดยใช้ค่าเฉลี่ยน่าจะส่งผลให้ความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของการแจกแจงแบบปกติมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ย แต่สำหรับวิธีวงรีความคลาดเคลื่อนจะใช้ได้ดีก็ต่อเมื่อกลุ่มตัวอย่าง มีการกระจายตัวแบบไม่เป็นปกติหรือข้อมูลเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง (Evans, W. A., Courtney, A. J., and Fok, K. F., 1988)

5.2.2 การเปรียบเทียบกับขนาดของเก้าอี้ที่มี 2 ขนาด

ในการแบ่งขนาดของเก้าอี้ออกเป็น 2 ขนาด โดยใช้เพศ และวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean ถูกนำมาเปรียบเทียบกับขนาดเก้าอี้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้ในปัจจุบัน
กับขนาดแนะนำ โดยการแบ่งขนาดออกเป็น 2 ขนาด

มิติขนาด	เก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน			เก้าอี้แบบแนะนำ (Percentile) (93.28)						เก้าอี้แบบแนะนำ (K-mean) (94.28)					
				ชาย			หญิง			กลุ่ม 1 (ขนาดใหญ่)			กลุ่ม 2 (ขนาดเล็ก)		
	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)	ขนาด (ซม.)	เหมาะสม (%)	เหมาะสม รวม (%)
1. SDH	27.50	53.73	32.09	25.91	99.52	90.38	24.27	99.48	96.39	26.12	100	94.41	24.29	100	94.17
2. SH	43.00	39.80		40.78	90.38		38.08	96.39		41.15	94.41		38.39	94.17	
3. SD	44.00	25.62		40.85	96.15		38.95	97.94		40.85	97.13		38.95	98.25	
4. SW	42.00	93.28		45.10	99.04		48.40	97.94		46.81	98.28		46.20	98.68	
5. UEB	35.00	55.97		38.52	97.12		35.52	96.91		38.52	96.55		35.22	95.61	
6. DL	59.00			62.43			57.79			62.43			57.79		
7. DDB	34.00			27.40			24.50			27.40			24.50		
8. RW	9.00			10.00			10.00			10.00			10.00		

จากตารางที่ 5.5 แสดงให้เห็นว่า การที่สามารถมีเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียน 2 ขนาด แทนที่มีเพียงขนาดเดียว ช่วยให้ความเหมาะสมมากกว่าที่ใช้ปัจจุบันมากๆ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีการตรวจสอบลักษณะของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากเก้าอี้มีลักษณะไม่ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ และมีขนาดไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของนิสิตมหาวิทยาลัย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อนิสิตทั้งในระยะยาว และระยะสั้น

5.3.2 ขนาดของเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนที่ได้ในโครงการนี้ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนตามความเหมาะสมของสัดส่วนผู้ใช้งานได้

เอกสารอ้างอิง

- Agha, S. R., and Alnahal, M. J. (2012). Neural network and multiple linear regression to predict school children dimension for ergonomic school furniture design. *Applied Ergonomics*, 43(6), 979-984.
- Chaffin, D.B., and Andersson, G. (1991). *Occupation Biomechanics*. Wiley.
- Evans, W. A., Courtney, A. J., and Fok, K. F. (1988). The design of school furniture for pupil and chair dimension. *Collegium Antropologicum*, 32(1), 257-265.
- Milanese, S., and Grimmer, K. (2004) School furniture and the user population: an anthropometric perspective. *Ergonomic*, 47(4), 416-426
- Molenbroek, J.F.M, Kroon-Ramaekers Y.M.T, and Snijders C.j. (2003). Revision of the design of a standard for the dimensions of school furniture. *Ergonomics*, 35(2), 113-120.
- Rani Lueder, and Allie., P. (1999) Chairs with Armrests: Ergonomic Design Issues. *Human Factor and Ergonomics Society Annual Meeting*, 579-583
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (21 กันยายน 2553). กราฟการเจริญเติบโตของเด็กไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2560, จาก <http://nutrition.anamai.moph.go.th>.
- กานต์ สิวฒนาียงยง. (2556). สถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics). ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กลางเดือน โพนนา และอุจน์ สังขพงศ์. (2013). ความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้ในห้องเรียนกับขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ค่าเฉลี่ยความสูงของคนไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2560, จาก http://www.sizethailand.org/region_all.html
- ตัวอย่างการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2559, จาก <http://www.texstackexchange.com>
- ณัฐธิดา แสนแก้ว. (2559). การตรวจสอบความไม่เหมาะสมของขนาดเก้าอี้ที่มีแผ่นรองเขียนกับขนาดสัดส่วนร่างกายของนิสิตในระดับมหาวิทยาลัย. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ปริญญา สงวนสัตย์. (2550). คู่มือ MATLAB ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ:อินโฟเพรส.

พรณิภา บริบูรณ์สุขศรี. ณ. จ. (2555). การออกแบบโตะเรียนให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ เพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ. การประชุมวิชาการช่างงาน วิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ.2555.

สุทธิ ศรีบูรพา. (2540). เออร์گونอมิกส์ : วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุทธิ ศรีบูรพา. (2544). เออร์گونอมิกส์ (การยศาสตร์) ว่าด้วยการนั่งและเก้าอี้. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์ เซ็นเตอร์.



ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายชาญวิทย์ สีใส
ภูมิลำเนา 52 หมู่ที่ 7 ต.กุซาง อ.กุซาง จ.พะเยา 56110
ประวัติการศึกษา จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกุซางวิทยาคม
จ.พะเยา
ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail Maxseesai@gmail.com



ชื่อ นายอานนท์ สุขสวัสดิ์
ภูมิลำเนา 14/3 หมู่ 1 ต.สามง่าม อ.สามง่าม จ. พิจิตร 66140
ประวัติการศึกษา จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสามง่ามอนุพัฒน์
จ.พิจิตร
ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail Oil_anon@hotmail.com